

PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-SEDE-2018, Instalaciones Eléctricas (utilización).

EDMUNDO GIL BORJA, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas y Director General de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica, y Vinculación Social, con fundamento en los artículos 11 fracción XXXVI de la Ley de la Industria Eléctrica; 33 fracción XII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 40 fracciones XI y XIII, 41, 46, 47 y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 33 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2 apartado A fracción I, 8, fracciones XIII, XIV y XV, y 13 fracciones VIII y XXI del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; expide el siguiente:

**PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-001-SEDE-2018,
INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN)**

CONSIDERANDOS

Primero.- Que de conformidad con el artículo 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización), entró al proceso de revisión quinquenal a que refiere dicho dispositivo legal.

Segundo.- Que de conformidad con el cuarto párrafo del artículo 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización se dio aviso al secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización de los resultados de la revisión, dentro del término legal establecido para tal efecto, posterior a la terminación del período quinquenal correspondiente.

Tercero.- Que de conformidad con el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con fecha 18 de diciembre de 2017 se presentó el anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE, Instalaciones Eléctricas (utilización) al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas acompañado de la Manifestación de Impacto Regulatorio, misma que fue presentada el 20 de diciembre de 2017 a la Secretaría de Economía a través de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria.

Cuarto.- Que de conformidad con el artículo 46 fracción II de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con fecha 7 de junio de 2018, la Secretaría de Energía contestó fundadamente las observaciones presentadas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, en el término establecido legalmente para ello.

Quinto.- Que de conformidad con el artículo 47 fracción I y 33 de su Reglamento se expidió el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2018, Instalaciones Eléctricas (utilización), para consulta pública con el objeto de que dentro de los sesenta días naturales, contados a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, los interesados presenten sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas a través de su Presidencia, sita en Insurgentes Sur Número 890, piso 8, colonia Del Valle, Delegación Benito Juárez, C.P. 03100 en México, Ciudad de México. Podrán presentar sus comentarios al correo electrónico: presidencia_ccnnie@energia.gob.mx, a efecto de que en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización se consideren en el seno del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas.

Sexto.- Que con la finalidad de mantener actualizado el instrumento normativo y técnico que regule las instalaciones eléctricas del país y en cumplimiento con la obligación de revisar cada cinco años las normas oficiales mexicanas, se tiene a bien expedir el siguiente:

**PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-001-SEDE-2018,
INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN).**

PREFACIO

La presente Norma Oficial Mexicana fue elaborada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas y por la Dirección General de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica, y Vinculación Social de la Secretaría de Energía con el apoyo de las siguientes instituciones:

- Asociación Mexicana de Directores Responsables de Obra y Corresponsables, A.C., AMDROC
- Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción, A.C., AMERIC
- Asociación de Normalización y Certificación, A.C., ANCE

- Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda, CANADEVI
- Cámara Nacional de la Industria de Transformación, CANACINTRA
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas, CANAME
- Confederación de Cámaras Nacionales de Comercio, Servicios y Turismo, CONCANACO
- Comisión Federal de Electricidad, CFE
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, CONUEE
- Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, CONCAMIN
- Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI
- Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, A.C., CIME
- Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos y Electricistas de la República Mexicana, A.C., FECIME
- Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, INEEL
- Instituto Politécnico Nacional, IPN
- Petróleos Mexicanos, PEMEX
- Procuraduría Federal del Consumidor, PROFECO
- Secretaría de Economía, SE
- Secretaría de Gobernación, SEGOB
- Secretaría de Salud, SALUD
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social, STPS
- Secretaría de Turismo, SECTUR

Para llevar a cabo las modificaciones al Título 5 de esta NOM se tradujeron las partes aplicables del National Electrical Code, con base en las ediciones 2014 y 2017 del NFPA 70, con la licencia de la NFPA, para lo cual se aclara que la NFPA no es responsable de la precisión de la traducción.

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-001-SEDE-2018, INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN)

ÍNDICE DEL CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

TÍTULO 1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Objetivo

1.2 Campo de aplicación

TÍTULO 2. REFERENCIAS

TÍTULO 3. LINEAMIENTOS PARA LA APLICACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN)

3.1 Objetivo

3.2 Características de las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana

3.3 Disposiciones obligatorias y notas aclaratorias

3.4 Interpretación formal

TÍTULO 4. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

4.1 Protección para la seguridad

4.2 Diseño

4.3 Selección del equipo eléctrico

4.4 Construcción, prueba inicial y verificación de las instalaciones eléctricas

4.10 Compatibilidad

TÍTULO 5. ESPECIFICACIONES

CAPÍTULO 1

Disposiciones Generales

Artículo 100 Definiciones

Artículo 110 Requisitos de las instalaciones eléctricas

CAPÍTULO 2

Alambrado y Protección

Artículo 200 Uso e identificación de los conductores puestos a tierra

Artículo 210 Circuitos derivados

Artículo 215 Alimentadores

Artículo 220 Cálculo de los circuitos derivados, alimentadores y acometidas

Artículo 225 Circuitos derivados y alimentadores exteriores

Artículo 230 Acometidas

Artículo 240 Protección contra sobrecorriente

Artículo 250 Puesta a tierra y unión

Artículo 280 Apartarrayos de más de 1000 volts

Artículo 285 Supresores de sobretensiones transitorias de 1000 volts o menos (SSTT)

CAPÍTULO 3

Métodos de Alambrado y Materiales

Artículo 300 Métodos de alambrado

Artículo 310 Conductores para alambrado en general

Artículo 312 Gabinetes, cajas de desconexión y bases para medidores

Artículo 314 Cajas, cajas de paso y sus accesorios, utilizadas para salida, empalme, unión o jalado

Artículo 320 Cable armado Tipo AC

Artículo 322 Ensamblajes de cable plano Tipo FC

Artículo 324 Cable de conductor plano Tipo FCC

Artículo 326 Cable con separador integrado de gas Tipo IGS

Artículo 328 Cable de media tensión

Artículo 330 Cable con armadura metálica Tipo MC

Artículo 332 Cable con aislamiento mineral y cubierta metálica Tipo MI

Artículo 334 Cable con forro no metálico Tipos NM, NMC y NMS

Artículo 336 Cables de fuerza y control para charola Tipo TC

Artículo 338 Cables de acometida Tipos SE y USE

Artículo 340 Cables para alimentadores y circuitos derivados subterráneos Tipo UF

Artículo 342 Tubo conduit metálico semipesado Tipo IMC

Artículo 344 Tubo conduit metálico pesado Tipo RMC

Artículo 348 Tubo conduit metálico flexible Tipo FMC

Artículo 350 Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFMC

Artículo 352 Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo Tipo PVC

Artículo 353 Tubo conduit de polietileno de alta densidad Tipo HDPE

Artículo 354 Tubo conduit subterráneo no metálico con conductores Tipo NUCC

Artículo 355 Tubo conduit de resina termofija reforzada Tipo RTRC

Artículo 356 Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFNC

Artículo 358 Tubo conduit metálico ligero Tipo EMT

Artículo 360 Tubo conduit metálico flexible ligero Tipo FMT

Artículo 362 Tubo conduit no metálico Tipo ENT

Artículo 364 Tubo conduit de polietileno

Artículo 366	Canales auxiliares
Artículo 368	Electroductos o ductos con barras (<i>Busway</i>)
Artículo 370	Canalizaciones prealambradas
Artículo 372	Canalizaciones en pisos celulares de concreto
Artículo 374	Canalizaciones en pisos metálicos celulares
Artículo 376	Ductos metálicos
Artículo 378	Ductos no metálicos
Artículo 380	Ensamble multicontacto
Artículo 382	Extensiones no metálicas
Artículo 384	Canalizaciones de canal de tipo vigueta
Artículo 386	Canalizaciones metálicas superficiales
Artículo 388	Canalizaciones no metálicas superficiales
Artículo 390	Canalizaciones bajo el piso
Artículo 392	Charolas portacables
Artículo 393	Sistemas de distribución de energía de baja tensión en plafones suspendidos
Artículo 394	Alambrado oculto sobre aisladores de porcelana y tubo
Artículo 396	Alambrado sostenido por cable mensajero
Artículo 398	Alambrado abierto sobre aisladores
Artículo 399	Conductores aéreos en exteriores de más de 1000 volts

CAPÍTULO 4

Equipo de Uso General

Artículo 400	Cables y cordones flexibles
Artículo 402	Cables para artefactos
Artículo 404	Desconectores
Artículo 406	Contactos, conectores de cordón y clavijas de conexión
Artículo 408	Tableros de distribución, tableros de potencia y tableros de alumbrado y control
Artículo 409	Tableros de control industrial
Artículo 410	Luminarias, portalámparas y lámparas
Artículo 411	Sistemas de alumbrado de baja tensi
Artículo 422	Aparatos
Artículo 424	Equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente
Artículo 425	Equipo para procesos industriales de calefacción de resistencia fija y de electrodo
Artículo 426	Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve
Artículo 427	Equipo eléctrico fijo para calentamiento de tuberías y recipientes
Artículo 430	Motores, circuitos de motores y controladores
Artículo 440	Equipos de aire acondicionado y de refrigeración
Artículo 445	Generadores
Artículo 450	Transformadores y bóvedas para transformadores (incluidos los enlaces del secundario)
Artículo 455	Convertidores de fase
Artículo 460	Capacitores
Artículo 470	Resistencias y reactores
Artículo 480	Baterías de acumuladores
Artículo 490	Equipos de más de 1000 volts nominales

CAPÍTULO 5

Ambientes Especiales

Artículo 500	Áreas peligrosas (clasificadas), clases I, II y III, divisiones 1 y 2

Artículo 501	Áreas clase I
Artículo 502	Áreas clase II
Artículo 503	Áreas clase III
Artículo 504	Sistemas intrínsecamente seguros
Artículo 505	Áreas clase I, zonas 0, 1 y 2
Artículo 506	Lugares en zonas 20, 21 y 22 para polvos combustibles o fibras/partículas suspendidas inflamables
Artículo 510	Áreas peligrosas (clasificadas) específicas
Artículo 511	Estacionamientos comerciales, talleres de servicio y de reparación de vehículos automotores
Artículo 513	Hangares para aeronaves
Artículo 514	Gasolineras y estaciones de servicio
Artículo 515	Plantas de almacenamiento de combustibles
Artículo 516	Procesos de aplicación por rociado, inmersión, recubrimiento e impresión que emplean materiales inflamables o combustibles
Artículo 517	Instalaciones en establecimientos de atención de la salud
Artículo 518	Lugares de reunión
Artículo 520	Teatros, áreas de audiencia en cines y estudios de televisión, áreas de actuación y lugares similares
Artículo 522	Sistemas de control para parques permanentes de diversiones
Artículo 525	Atracciones móviles, circos, ferias y eventos similares
Artículo 530	Estudios de cine, televisión y lugares similares
Artículo 540	Cabinas de proyección de cine
Artículo 545	Edificios prefabricados
Artículo 547	Construcciones agrícolas
Artículo 550	Casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos de casas móviles
Artículo 551	Vehículos de recreo y sus estacionamientos
Artículo 552	Estacionamiento de remolques
Artículo 553	Construcciones flotantes
Artículo 555	Marinas y astilleros para yates y botes
Artículo 590	Instalaciones provisionales

CAPÍTULO 6

Equipos Especiales

Artículo 600	Anuncios luminosos y alumbrado de contorno
Artículo 604	Sistemas de alambrado prefabricados
Artículo 605	Muebles de oficina (Accesorios de alumbrado y divisiones alambradas)
Artículo 610	Grúas y montacargas
Artículo 620	Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores de plataforma y elevadores en escaleras para sillas de ruedas
Artículo 625	Equipos para carga de vehículos eléctricos
Artículo 626	Espacios electrificados para estacionamiento de camiones
Artículo 630	Máquinas de soldar eléctricas
Artículo 640	Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio
Artículo 645	Equipos de tecnología de la información
Artículo 646	Centros de datos modulares
Artículo 647	Equipos electrónicos sensibles

- Artículo 650 Órganos tubulares
- Artículo 660 Equipos de rayos X
- Artículo 665 Equipo de calentamiento por inducción y dieléctrico
- Artículo 668 Celdas electrolíticas
- Artículo 669 Galvanoplastia
- Artículo 670 Maquinaria industrial
- Artículo 675 Máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente
- Artículo 680 Albercas, fuentes e instalaciones similares
- Artículo 682 Cuerpos de agua naturales y artificiales
- Artículo 685 Sistemas eléctricos integrados
- Artículo 690 Sistemas solares fotovoltaicos
- Artículo 691 Centrales eléctricas fotovoltaicas de gran escala
- Artículo 692 Sistemas de celdas de combustible
- Artículo 694 Sistemas eléctricos eólicos
- Artículo 695 Bombas contra incendios

CAPÍTULO 7

Condiciones Especiales

- Artículo 700 Sistemas de emergencia
- Artículo 701 Sistemas de reserva legalmente requeridos
- Artículo 702 Sistemas de reserva opcionales
- Artículo 705 Fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas
- Artículo 706 Sistemas de almacenamiento de energía
- Artículo 710 Sistemas autónomos
- Artículo 712 Microrredes de corriente directa
- Artículo 720 Circuitos y equipos que funcionan a menos de 50 volts
- Artículo 725 Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada
- Artículo 727 Cables de instrumentación en charolas portacables Tipo ITC
- Artículo 728 Sistemas de cables resistentes al fuego
- Artículo 750 Sistemas de administración de energía
- Artículo 760 Sistemas de alarma contra incendios
- Artículo 770 Cables y canalizaciones para fibra óptica

CAPÍTULO 8

Sistemas de Comunicación

- Artículo 800 Circuitos de comunicaciones
- Artículo 810 Equipos de radio y televisión
- Artículo 820 Sistemas de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión
- Artículo 830 Sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red
- Artículo 840 Sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados con la instalación del edificio

CAPÍTULO 9

Instalaciones que no sean materia del Sistema Eléctrico Nacional

- Artículo 920 Disposiciones generales
- Artículo 921 Puesta a tierra
- Artículo 922 Líneas aéreas
- Artículo 923 Líneas subterráneas
- Artículo 924 Subestaciones

CAPÍTULO 10**Tablas**

Tabla 1	Porcentaje de la sección transversal en tubo conduit y en tubería para los conductores
Tabla 2	Radio de las curvas del tubo conduit y tuberías
Tabla 4	Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del tubo conduit (basado en la Tabla 1, de este Capítulo)
Tabla 5	Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos
Tabla 5A	Dimensiones y áreas nominales de alambres de aluminio y de cobre compacto para edificios
Tabla 8	Propiedades de los conductores
Tabla 9	Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 hertz y 75 °C. Tres conductores individuales en un tubo conduit.
Tabla 10	Número de hilos de los cables
Tabla 11(A)	Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente alterna de Clase 2 y de Clase 3
Tabla 11(B)	Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente continua de Clase 2 y de Clase 3
Tabla 12(A)	Limitaciones para las fuentes de alimentación de corriente alterna para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada)
Tabla 12(B)	Limitaciones para las fuentes de alimentación de corriente continua para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada)

CAPÍTULO 11

Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad

TÍTULO 6. VIGILANCIA**TÍTULO 7. BIBLIOGRAFÍA****TÍTULO 8. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES Y NORMAS MEXICANAS****APÉNDICES (informativos)**

APÉNDICE A Tablas adicionales de ampacidad

APÉNDICE B Tabla B1.1 Lista de Normas Oficiales y Normas Mexicanas

Tabla B1.2 Listado de normas de productos eléctricos

Tabla B2.1 Listado de normas internacionales

Tabla B2.2 Listado de normas extranjeras

APÉNDICE C Tablas de ocupación en tubo conduit de conductores y cables del mismo tamaño nominal

APÉNDICE D Grados de protección proporcionados por los envoltentes

APÉNDICE E Documentos Sector Salud

INTRODUCCIÓN

La estructura de esta Norma Oficial Mexicana (en adelante NOM), responde a las necesidades técnicas que se requieren para la utilización de la energía eléctrica en las instalaciones eléctricas en el ámbito nacional; se cuida el uso de vocablos y se respetan los términos habituales para evitar confusiones en los conceptos. Asimismo, se han ordenado los textos procurando claridad de expresión y unidad de estilo para una mejor comprensión de sus disposiciones.

El Título 3 “Lineamientos para la aplicación de las especificaciones en las instalaciones eléctricas (utilización)”, establece la metodología para la apropiada aplicación de las disposiciones y una guía general para su interpretación correcta.

El Título 4 de esta NOM establece los “principios fundamentales”, los cuales no están sujetos a modificaciones en función de desarrollos tecnológicos.

El Título 5 “Especificaciones”, contiene los requisitos técnicos cuya observancia tienen por objeto asegurar la conformidad de las instalaciones eléctricas a los principios fundamentales del Título 4 de esta NOM.

TÍTULO 1**OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

1.1 Objetivo

1.1.1 El objetivo de esta NOM es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra:

- Las descargas eléctricas,
- Los efectos térmicos,
- Las sobrecorrientes,
- Las corrientes de falla y
- Las sobretensiones.

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta NOM promueve el uso de la energía eléctrica en forma segura; asimismo esta NOM no intenta ser una guía de diseño, ni un manual de instrucciones para personas no calificadas.

1.2 Campo de aplicación

1.2.1 Esta NOM cubre a las instalaciones destinadas para la utilización de la energía eléctrica en cualquier nivel de tensión de operación y para los siguientes usos:

a) Establecimientos industriales, comerciales, de vivienda, cualquiera que sea su uso, públicas y privadas, incluyendo las utilizadas para el equipo eléctrico conectado por los usuarios.

b) Instalaciones utilizadas por las empresas de la industria eléctrica, como edificios de oficinas, almacenes, estacionamientos, talleres mecánicos y edificios con fines de recreación, que no forman parte integral de una planta generadora o una subestación.

c) Casas móviles, vehículos de recreo, construcciones flotantes, ferias, circos y exposiciones, estacionamientos, talleres, lugares de reunión, lugares de atención a la salud, construcciones agrícolas, marinas y muelles.

d) Todas las instalaciones del usuario situadas fuera de edificios;

e) Alambrado fijo para telecomunicaciones, señalización, control y similares (excluyendo el alambrado interno de aparatos);

f) Las ampliaciones o modificaciones a las instalaciones, así como a las partes de instalaciones existentes afectadas por estas ampliaciones o modificaciones.

g) Las instalaciones eléctricas del usuario que se conecten a:

- (1) Las Redes Generales de Transmisión;
- (2) Las Redes Generales de Distribución;
- (3) Sistemas aislados;
- (4) Redes Particulares de suministro de energía eléctrica, o
- (5) Cualquier otra fuente de alimentación de electricidad.

h) Las Redes privadas mediante las cuales se suministra energía eléctrica a centros de carga.

Los equipos eléctricos sólo están considerados respecto a su selección y aplicación para la instalación correspondiente

1.2.2 Esta NOM no se aplica en:

- a)** Instalaciones eléctricas en embarcaciones, naves acuáticas que no sean edificios flotantes,
- b)** Instalaciones de equipo rodante ferroviario, aviones, unidades de transporte público eléctrico y vehículos automotores que no sean viviendas móviles y vehículos recreativos.
- c)** Instalaciones eléctricas del sistema de transporte público eléctrico en lo relativo a la generación, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica utilizada exclusivamente para la operación del equipo rodante o las instalaciones de señalización y comunicación.
- d)** Instalaciones eléctricas en áreas subterráneas de minas, así como en la maquinaria móvil autopropulsada de minería superficial y el cable de alimentación de dicha maquinaria

- e) Instalaciones de equipo de comunicaciones que estén bajo el control exclusivo de compañías de servicio público de comunicaciones, situadas a la intemperie o dentro de edificios utilizados exclusivamente para dichas instalaciones.
- f) Instalaciones bajo el control de las empresas eléctricas, tales como:
 - (1) Bajada de la acometida aérea o acometida lateral y los medidores asociados, que no sean propiedad del usuario.
 - (2) Estén en propiedades o dominio de una compañía de electricidad con propósitos de comunicaciones, medición, generación, control, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica, o
 - (3) Estén reconocidas por otras dependencias de control con jurisdicción para tales instalaciones, como la Comisión Reguladora de Energía.

NOTA: Las empresas de servicios públicos están sujetas al cumplimiento de las normas que emitan las dependencias competentes.

TÍTULO 2

REFERENCIAS

Para la correcta utilización de esta NOM, es necesario consultar los siguientes documentos vigentes o los que los sustituyan:

NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida.

NOM-063-SCFI-2001, Productos eléctricos-Conductores-Requisitos de seguridad.

NMX-J-098-ANCE-2014, Sistemas eléctricos - Tensiones Eléctricas Normalizadas.

TÍTULO 3

LINEAMIENTOS PARA LA APLICACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN)

3.1 Objetivo

El objetivo de las especificaciones es precisar las disposiciones de carácter técnico que deben cumplir las instalaciones eléctricas.

Las disposiciones establecidas en las especificaciones de esta NOM no deben considerarse como guía de diseño de instalaciones ni como un manual de instrucciones para personas no-calificadas (véase definición de persona calificada en el Artículo 100 del Capítulo 1). Se considera que, para hacer un uso apropiado de estas especificaciones, es necesario recibir capacitación y tener experiencia suficiente en el manejo de las instalaciones eléctricas.

3.2 Características de las especificaciones de la norma oficial mexicana

Las especificaciones de esta NOM se dividen como se indica en el Título 5. Los Capítulos 1, 2, 3 y 4, son de aplicación general; los Capítulos 5, 6 y 7, se refieren a ambientes especiales, equipos especiales u otras condiciones especiales. Estos últimos Capítulos complementan o modifican las reglas generales. Los Capítulos 1 a 4 se aplican a todo, excepto en lo modificado por los Capítulos 5, 6 y 7 para las condiciones particulares o especiales.

El Capítulo 8 trata de las instalaciones para los sistemas de comunicación y es independiente de los demás, excepto en las referencias específicas que se haga de ellos.

El Capítulo 9, incluye disposiciones para instalaciones que no sean materia del Sistema Eléctrico Nacional; líneas aéreas, líneas subterráneas y subestaciones.

El Capítulo 10, consiste de Tablas de datos de conductores y de sus aislamientos, así como del tubo conduit y de los factores de ocupación por los conductores. Se incluyen los apéndices A, B, C, D y E, de carácter informativo.

El Capítulo 11, contiene el Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad (PEC).

Cada Capítulo, está dividido en Artículos seguido de un número asignado. Cada Artículo trata un tema específico, por ejemplo: alimentadores, puesta a tierra, circuitos derivados, circuitos de motores, etcétera.

Ejemplo:**ARTÍCULO 210 CIRCUITOS DERIVADOS**

Cuando un Artículo es muy extenso, se subdivide en Partes, identificándolas con una letra en orden sistemático, las cuales desglosan el tema principal en grupos de información; así se tendrá Parte A, Parte B, Parte C, etcétera.

Ejemplo:

ARTÍCULO 210 CIRCUITOS DERIVADOS**Parte A. Generalidades****Parte B. Clasificación de los circuitos derivados****Parte C. Salidas necesarias**

Los artículos se dividen en Secciones y se identifican con números y el tema principal. Una Sección se desglosa en ocasiones en Subsecciones (con letras entre paréntesis), y cada Subsección puede estar desglosada aún más en números entre paréntesis.

Ejemplo de Sección:

210-4. Circuitos derivados multiconductores**Ejemplo de Subsección:**

220-14(g)(1)

Es importante que cuando se haga una referencia a esta NOM, sea proporcionada completa.

Las “Excepciones” proporcionan alternativas a una disposición específica. Se presentan dos tipos de excepciones: una Excepción indica obligatoriedad y la otra indica algo permisible. Cuando una disposición tiene varias Excepciones, primeramente, se presentan las de carácter obligatorio y posteriormente las permisibles.

Una “Excepción” obligatoria generalmente incluye términos como “debe” o “no debe” en su texto. La Excepción de tipo permisible generalmente incluye la expresión “se permite” o “no se exige”.

3.3 Disposiciones obligatorias y notas aclaratorias

Las disposiciones de carácter obligatorio indicadas en esta NOM son aquellas que identifican acciones exigidas o prohibidas específicamente y se caracterizan por el uso del término “debe” o “no debe”, o por el tiempo gramatical en futuro. Las notas no son disposiciones obligatorias a menos que se indique otra cosa en esta NOM, sólo intentan aclarar conceptos o proporcionar información adicional que permite comprender lo indicado en la disposición que le antecede o bien proporciona referencias a otras disposiciones en la NOM.

3.4 Interpretación formal

La autoridad competente para resolver controversias en la interpretación de esta NOM es la Secretaría de Energía a través de la Dirección General de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica, y Vinculación Social.

NOTA: Véase el Artículo 100 del Capítulo 1 para la definición de Autoridad Competente.

TÍTULO 4**PRINCIPIOS FUNDAMENTALES****4.1 Protección para la seguridad****4.1.1 Generalidades**

Los requisitos establecidos en este capítulo tienen el propósito de garantizar la seguridad de las personas, animales y los bienes contra los riesgos que puedan resultar de la utilización de las instalaciones eléctricas.

NOTA: En las instalaciones eléctricas, existen dos tipos de riesgos mayores:

- Las corrientes de choque.
- Las temperaturas excesivas capaces de provocar quemaduras, incendios u otros efectos peligrosos.

4.1.2 Protección contra choque eléctrico.**4.1.2.1 Protección principal (protección contra contacto directo).**

La protección para las personas y animales debe proporcionarse contra los peligros que puedan resultar por el contacto con las partes vivas de la instalación.

En instalaciones con tensiones de hasta 1000 volts, la protección puede obtenerse por uno de los métodos siguientes:

- Previendo que una corriente pueda pasar a través del cuerpo de una persona o de un animal.
- Limitando la corriente que pueda pasar a través del cuerpo a un valor inferior al de la corriente de choque.

En instalaciones eléctricas con tensiones mayores que 1000 volts, la protección puede obtenerse por los medios siguientes:

- Protección por gabinetes;
- Protección por barreras;
- Protección por obstáculos; y
- Protección por la instalación fuera del alcance.

4.1.2.2 Protección contra falla (protección contra contacto indirecto)

NOTA: Para las instalaciones, sistemas y equipo de baja tensión, la protección contra falla corresponde generalmente a la protección contra contacto indirecto, principalmente con respecto a la falla de aislamiento principal.

La protección para las personas y animales debe proporcionarse contra los peligros que puedan resultar por el contacto indirecto con las partes conductoras expuestas en caso de falla.

Esta protección puede obtenerse por uno de los métodos siguientes:

- Evitando que una corriente que resulte de una falla pase a través del cuerpo de una persona o animal.
- Limitando la magnitud de la corriente que resulte de una falla, que pueda pasar a través del cuerpo, a un valor no peligroso.
- Limitando la duración de la corriente que resulte de una falla, que pueda pasar a través del cuerpo, a un periodo de tiempo no peligroso.

NOTA: En relación con la protección contra los contactos indirectos, la aplicación del método de conexión de puesta a tierra constituye un principio fundamental de seguridad.

4.1.3 Protección contra los efectos térmicos

La instalación eléctrica deberá estar dispuesta de tal modo que se minimice el riesgo de daños o ignición de materiales inflamables por alta temperatura o por arco eléctrico. Además, durante el funcionamiento normal del equipo eléctrico, no habrá riesgo de que personas o animales sufran quemaduras.

4.1.4 Protección contra sobrecorriente

Las personas y los animales deben protegerse contra lesiones y los bienes deberán estar protegidos contra daños debidos a temperaturas excesivas o esfuerzos electromecánicos que se originen por sobrecorrientes que puedan producirse en los conductores. La protección puede obtenerse limitando la sobrecorriente a un valor o duración segura.

4.1.5 Protección contra las corrientes de falla

Los conductores que no sean los conductores portadores de corriente, y las otras partes que se diseñan para conducir una corriente de falla, deben poder conducir estas corrientes sin alcanzar una temperatura excesiva. El equipo eléctrico, incluyendo a los conductores, debe proveerse con protección mecánica contra esfuerzos electromecánicos causados por las corrientes de falla, para prevenir lesiones o daños a las personas, animales o sus propiedades.

Los conductores vivos deben protegerse contra las sobrecorrientes de acuerdo con 4.1.4.

4.1.6 Protección contra disturbios de tensión y disposiciones contra influencias electromagnéticas

4.1.6.1 Las personas y los animales deben protegerse contra daños y las propiedades deben protegerse contra cualquier efecto dañino como consecuencia de una falla entre las partes vivas de circuitos alimentados a distintas tensiones.

4.1.6.2 Las personas, los animales y las propiedades deben protegerse contra daños como consecuencia de sobretensiones que se originan por fenómenos atmosféricos o por maniobras.

NOTA: Para mayor información sobre la protección contra las tormentas eléctricas puede consultarse el Apéndice B1, Tabla B1.2

4.1.6.3 Las personas, los animales y las propiedades deben protegerse contra daños como consecuencia de una baja tensión y de cualquier recuperación subsecuente de la misma.

4.1.6.4 La instalación debe tener un nivel de inmunidad contra disturbios electromagnéticos de manera que funcione correctamente en el ambiente específico. De manera anticipada, el diseño de la instalación debe tomar en consideración las emisiones electromagnéticas que se generan por la instalación o por el equipo que se conecta, el cual deberá ser adecuado para el equipo de uso común utilizado o conectado a la instalación.

4.1.7 Protección contra interrupciones de la fuente de suministro

En el caso de que exista la probabilidad de que se presente peligro o daño debido a una interrupción en la fuente de suministro, deben tomarse las previsiones adecuadas en la instalación o en el equipo que se instala.

4.1.8 Protección contra sobretensiones en instalaciones eléctricas con tensiones mayores que 1000 volts.

En instalaciones eléctricas con tensiones mayores que 1000 volts, los equipos deben protegerse contra sobretensiones que resultan por operación de interruptores o descargas las cuales pueden exceder los valores que soporta el dieléctrico.

4.1.9 Protección contra descargas atmosféricas directas en instalaciones eléctricas mayores que 1000 volts.

En instalaciones eléctricas con tensiones mayores que 1000 volts, debe seleccionarse el nivel de protección contra descargas atmosféricas directas dependiendo del nivel de confiabilidad requerido y el método de protección utilizado.

4.2 Diseño

4.2.1 Generalidades

Para el diseño de las instalaciones eléctricas, deben tomarse en cuenta los siguientes factores para proporcionar:

- Protección de las personas, animales y los bienes de acuerdo con 4.1;
- Funcionamiento satisfactorio de la instalación eléctrica acorde a la utilización prevista.

La información básica para la planeación de la instalación eléctrica se indica en 4.2.2 al 4.2.5. Los requisitos que debe cumplir el diseño de la instalación eléctrica se establecen en los numerales del 4.2.6 al 4.2.12

NOTA: Se recomienda tomar previsiones sobre futuras ampliaciones o expansiones de las instalaciones, con objeto de garantizar la seguridad en las instalaciones eléctricas.

4.2.2 Características de la fuente de suministro o del suministrador disponible.

Las instalaciones eléctricas deben diseñarse de acuerdo con las características de la fuente de suministro. La información específica de la fuente de suministro es necesaria para diseñar una instalación segura.

Las características de la fuente de suministro deben incluirse en la documentación para demostrar cumplimiento con la presente NOM. Se puede afectar la seguridad de la instalación si las características del sistema cambian.

4.2.2.1 Naturaleza de la corriente: corriente alterna o corriente continua.

4.2.2.2 Función de conductores:

- **Para corriente alterna:** Conductores de fase;
Conductor neutro;
Conductor de puesta a tierra (conductor de protección);
- **Para corriente continua:** Conductor de línea;
Conductor de punto medio;
Conductor de puesta a tierra (conductor de protección).

4.2.2.3 Valores:

- Valor de la tensión y tolerancia.
- Frecuencia y tolerancia.
- Frecuencia de interrupciones,
- Fluctuaciones y caídas de tensión.
- Corriente máxima admisible.
- Impedancia de falla a tierra.
- Corrientes probables de cortocircuito.

Deben considerarse todos los tipos de corrientes de cortocircuito, por ejemplo:

- Trifásico;
- Fase a fase;
- Fase a tierra;
- Monofásico de dos fases a tierra.

4.2.2.4 Medidas de protección inherentes en la alimentación; como, por ejemplo: conductor neutro puesto a tierra, o conductor de puesta a tierra del punto medio o en el vértice de una fase (en un sistema delta abierto o cerrado).

4.2.2.5 Requisitos particulares de la alimentación de energía eléctrica, tales como: demanda, capacidad instalada, factor de demanda y tensión de alimentación.

4.2.3 Naturaleza de la demanda

El número y tipo de los circuitos alimentadores y derivados necesarios para iluminación, calefacción, fuerza motriz, control, señalización, telecomunicaciones, etc., deben ser determinados por:

- Puntos de consumo de la demanda de energía eléctrica;
- Cargas esperadas en los diferentes circuitos;
- Variación diaria y anual de la demanda;
- Condiciones especiales, tales como las armónicas;
- Requisitos para las instalaciones de control, de señalización, de telecomunicaciones, etc.
- Si es necesario, previsiones para futuras ampliaciones

4.2.4 Sistemas de emergencia o de reserva

- Fuente de alimentación (naturaleza, características).
- Circuitos a ser alimentados por el sistema de emergencia.
- Circuitos a ser alimentados por el sistema de reserva.

4.2.5 Condiciones ambientales

Deben considerarse las condiciones climáticas y ambientales a las que va a estar sometida la instalación eléctrica, tales como:

- 1) Interior
 - Temperatura ambiente
 - Influencia de la radiación solar
 - Altitud
 - Humedad relativa
- 2) Exterior
 - Temperatura ambiente
 - Influencia de la radiación solar
 - Altitud
 - Humedad relativa
 - Condiciones climáticas
 - Contaminación

4.2.6 Área de la sección transversal de los conductores

El área de la sección transversal de los conductores debe determinarse tanto para operación normal como para condiciones de falla en función de:

- Su temperatura máxima admisible;
- La caída de tensión admisible;
- Los esfuerzos electromecánicos que puedan ocurrir en caso de falla a tierra y corrientes de cortocircuito;

- Otros esfuerzos mecánicos a los que puedan estar sometidos los conductores;
- El valor máximo de la impedancia que permita asegurar el funcionamiento de la protección contra el cortocircuito.
- El método de instalación

NOTA: Los puntos enumerados anteriormente, conciernen en primer lugar, a la seguridad de las instalaciones eléctricas. Es deseable tener áreas de sección transversal de los conductores mayores que las requeridas para la seguridad y para una operación económica.

4.2.7 Tipo de alambrado y métodos de instalación

La selección del tipo de alambrado y los métodos de instalación dependen de:

- La naturaleza del lugar;
- La naturaleza de las paredes u otras partes de los edificios que soportan el alambrado;
- La accesibilidad de las canalizaciones a las personas y animales domésticos;
- La tensión eléctrica;
- Los esfuerzos electromecánicos que puedan ocurrir en caso de falla a tierra y corrientes de cortocircuito;
- Otros esfuerzos a los cuales puedan ser expuestos los conductores durante la construcción de las instalaciones eléctricas o cuando están en servicio.

4.2.8 Dispositivos de protección

Las características de los dispositivos de protección deben determinarse con respecto a su función, la cual puede ser, por ejemplo, la protección contra los efectos de:

- Sobrecorrientes (sobrecargas, cortocircuito);
- Corrientes de falla a tierra;
- Sobretensiones;
- Bajas tensiones o ausencia de tensión.

Los equipos de protección deben operar a los valores de corriente, tensión y tiempo convenientes de acuerdo con las características de los circuitos y de los peligros posibles.

4.2.9 Control de emergencia

En caso de peligro, si hay la necesidad de interrumpir inmediatamente el suministro de energía, debe instalarse un dispositivo de interrupción de manera tal, que sea fácilmente reconocible y rápidamente operable.

4.2.10 Dispositivos de seccionamiento

Deben proveerse dispositivos de desconexión para permitir desconectar de la instalación eléctrica, los circuitos o los aparatos individuales con el fin de permitir el mantenimiento, la comprobación, localización de fallas y reparaciones.

4.2.11 Prevención de las influencias perjudiciales mutuas

La instalación eléctrica debe estar dispuesta de tal forma que no haya influencia perjudicial mutua entre la instalación eléctrica y las instalaciones no eléctricas del edificio.

4.2.12 Accesibilidad de los equipos eléctricos

Los equipos eléctricos deben estar dispuestos para permitir tanto como sea necesario:

- Espacio suficiente para realizar la instalación inicial y el eventual reemplazo del equipo eléctrico;
- Accesibilidad para la operación, pruebas, inspección, mantenimiento y reparación.

NOTA: Para la definición de Accesible (aplicado a equipo) ver Título 5, Artículo 100, Definiciones.

4.2.13 Método de puesta a tierra

El método de puesta a tierra del neutro influye de manera sustancial en el nivel de la corriente de falla y en la duración. Además, el método de puesta a tierra del neutro es relevante con respecto a lo siguiente:

- Selección del nivel de aislamiento;
- Características de los dispositivos de protección;
- Selección de los relevadores de protección; y
- Diseño del sistema de puesta a tierra.

4.2.14 Proyecto eléctrico

Toda instalación eléctrica debe contar con un proyecto eléctrico (planos y memorias técnico-descriptivas).

Los planos eléctricos varían ampliamente en su alcance, presentación y grado de detalle. Con frecuencia los planos industriales son más detallados que los planos para propósitos comerciales y estos últimos son más detallados que los residenciales. Algunos proyectos incluyen planos de control y de conexiones; otros muestran solamente la distribución de la potencia. Muchos proyectos para oficinas, plazas comerciales y residenciales no tienen calculada más que la carga de acometida y los detalles de la instalación se resuelven en campo para cumplir con las necesidades del arrendatario o destino final del local.

El plano eléctrico más común es el diagrama unifilar que identifica y suministra información sobre las dimensiones de los componentes principales del sistema de alambrado eléctrico y muestra cómo la potencia es distribuida desde la fuente, habitualmente la acometida, hasta el equipo de utilización. Se representan equipos tales como tableros de distribución, equipos de conmutación, subestaciones, centros de control de motores, motores, equipos de emergencia, interruptores de transferencia y equipo de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

También se ilustran acometidas, alimentadores y algunas canalizaciones de circuitos derivados y cables. El diagrama unifilar normalmente indica el tipo de canalización o cable y el tamaño comercial, el número de conductores, sus tamaños y cualquier otra información especial; además puede indicar el nivel de tensión, las capacidades de las barras conductoras, la corriente de interrupción, las capacidades nominales de fusibles o interruptores, la puesta a tierra del sistema, medidores, relevadores y cualquier otra información para ayudar a identificar el sistema eléctrico. Un diagrama unifilar completo mostrará las acometidas, alimentadores y las cargas y equipos principales.

4.3 Selección del equipo eléctrico

4.3.1 Generalidades

En las instalaciones eléctricas a que se refiere esta NOM deben utilizarse materiales y equipos (productos) que cumplan con las normas oficiales mexicanas, con las normas mexicanas y, a falta de éstas, ostentar las especificaciones internacionales, las del país de origen o en su caso las del fabricante con las que cumplen.

4.3.2 Características

Los materiales y equipos eléctricos deben seleccionarse e instalarse para cumplir con los siguientes requisitos:

- Construcción adecuada cuando se ensambla, se instala o se conecta a la fuente de alimentación.
- Funcionamiento satisfactorio considerando las influencias externas a las que puede estar sujeto.
- Funcionamiento satisfactorio durante condiciones normales de operación y en caso de condiciones esperadas de sobrecarga, operación anormal y falla sin que resulte un daño que ocasione un equipo inseguro.

Cada producto eléctrico que se selecciona debe tener características acordes con los valores y las condiciones para los cuales está previsto el diseño de la instalación eléctrica y deben cumplir con los requisitos que se señalan a continuación:

4.3.2.1 Tensión

Los equipos eléctricos deben ser adecuados para el valor máximo de la tensión a la cual van a operar (valor eficaz en corriente alterna), así como también a las sobretensiones que pudieran ocurrir.

NOTA: Para ciertos equipos puede ser necesario tomar en cuenta la tensión más baja que pudiera presentarse.

4.3.2.2 Corriente

Todos los equipos eléctricos deben seleccionarse considerando el valor máximo de la intensidad de corriente (valor eficaz en corriente alterna), que conducen en servicio normal, y considerando la corriente que pueda conducir en condiciones anormales, y el periodo de tiempo (por ejemplo, tiempo de operación de los dispositivos de protección, si existen) durante el cual puede esperarse que fluya esta corriente.

4.3.2.3 Frecuencia

Si la frecuencia tiene una influencia sobre las características de los equipos eléctricos, la frecuencia nominal de los equipos debe corresponder a la frecuencia susceptible de producirse en el circuito.

4.3.2.4 Factor de carga

Todos los equipos eléctricos, seleccionados, deben ser adecuados para el servicio previsto, tomando en cuenta las condiciones normales del servicio.

4.3.3 Condiciones de instalación

Todo equipo eléctrico debe seleccionarse para soportar con seguridad los esfuerzos y condiciones ambientales características de su ubicación a las que puede estar sometido. Si un equipo no tiene las características de diseño correspondientes para su ubicación, éste puede utilizarse siempre y cuando se proteja por medios complementarios, los cuales sean parte de la instalación terminada.

4.3.4 Prevención de los efectos nocivos

Todos los materiales y equipos eléctricos deben seleccionarse de manera tal que no causen efectos nocivos a otros equipos y a la alimentación durante condiciones normales de operación, incluyendo las maniobras de conexión y desconexión.

En este contexto, los factores que pueden tener una influencia son:

- El factor de potencia;
- La corriente de arranque;
- El desequilibrio de fases;
- Las armónicas.
- Sobretensiones transitorias generadas por los equipos de la instalación eléctrica.

4.4 Construcción, prueba inicial y verificación de las instalaciones eléctricas

4.4.1 Construcción

4.4.1.1 La construcción de instalaciones eléctricas debe ejecutarse por personas calificadas y con productos aprobados. El equipo eléctrico debe instalarse de acuerdo con sus instrucciones de instalación.

4.4.1.2 Las características del equipo eléctrico, una vez seleccionadas de acuerdo con lo establecido en 4.3, no deben modificarse o reducirse durante el proceso de instalación.

4.4.1.3 Los conductores deben identificarse de acuerdo con las Secciones aplicables de esta NOM.

4.4.1.4 Las conexiones entre conductores y otros equipos eléctricos, debe realizarse de tal manera que los contactos sean seguros y duraderos.

4.4.1.5 Los equipos eléctricos deben instalarse de tal forma que no se afecten las condiciones de diseño de dispersión de calor de dichos equipos.

4.4.1.6 Los materiales equipos eléctricos susceptibles de provocar altas temperaturas o arcos eléctricos, deben colocarse o protegerse para eliminar cualquier riesgo de ignición de materiales inflamables. Cuando la temperatura de cualquier parte expuesta del equipo eléctrico puede provocar lesiones a las personas, estas partes deben protegerse para prevenir cualquier contacto accidental.

4.4.1.7 Si por razones de seguridad es necesario, deben instalarse señales o advertencias de precaución adecuadas.

4.4.1.8 Si una instalación es construida utilizando nuevos materiales, tecnologías o métodos que se desvíen de esta NOM, el grado de seguridad resultante no podrá ser inferior al obtenido cumpliendo esta NOM.

4.4.1.9 En caso de una adición o una modificación a una instalación existente, los valores asignados y las condiciones de los materiales existentes serán analizados considerando la carga adicional y las condiciones modificadas. Además, las conexiones a tierra y arreglos de puesta a tierra necesarios serán apropiadas a las medidas de protección seleccionadas para la seguridad.

4.4.2 Prueba inicial y periódica

4.4.2.1 Las instalaciones eléctricas deben verificarse antes de ponerlas en servicio y después de cualquier modificación importante, para comprobar la adecuada ejecución de los trabajos de acuerdo con esta NOM.

4.10 Compatibilidad

4.10.1 Compatibilidad de las características

Es conveniente que se tomen en cuenta las características de compatibilidad, así como posibles emisiones electromagnéticas generadas por la operación del equipo que se conectará a la instalación. Estas características incluyen, por ejemplo:

- Sobretensiones transitorias;
- Caídas de tensión;
- Cargas desequilibradas;

- Cargas con fluctuaciones rápidas;
- Corrientes de arranque;
- Corrientes armónicas;
- Componentes de corriente continua;
- Oscilaciones de alta frecuencia;
- Corrientes de fuga;
- Necesidad para conexiones adicionales a tierra;
- Corrientes excesivas en el conductor de protección o conductor de puesta a tierra, puesto a tierra, pero no debidas a fallas.

TÍTULO 5

ESPECIFICACIONES

CAPÍTULO 1

DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 100

DEFINICIONES

Alcance. Este Artículo contiene las definiciones esenciales para la aplicación de esta NOM. No pretende incluir los términos generales comúnmente definidos o los términos técnicos definidos en otras normas. En general, sólo se definen términos utilizados en dos o más Artículos de esta NOM. En algunos Artículos se incluyen otras definiciones de aplicación particular en el propio Artículo, pero puede hacerse referencia a ellas en este Artículo.

La Parte A de este Artículo contiene las definiciones que se aplican dondequiera que los términos sean utilizados en esta NOM. La Parte B contiene las definiciones aplicables a las instalaciones y equipos que operan a más de 1000 volts nominales.

Parte A. Definiciones generales

A la vista de: Donde se especifique que un equipo debe estar "A la vista de" otro equipo, significa que un equipo debe estar visible desde el otro equipo y que no están separados más de 15 metros uno del otro.

A prueba de ignición de polvo: Equipo encerrado de manera que excluya polvos y no permite arcos, chispas, el calor generado o liberado dentro del envoltorio que produzcan la ignición de las acumulaciones exteriores o las suspensiones atmosféricas de un polvo especificado sobre o en la cercanía del envoltorio.

A prueba de intemperie: Construido o protegido de modo que su exposición o uso a la intemperie no impida el funcionamiento especificado.

NOTA: Los equipos a prueba de lluvia, herméticos a la lluvia o herméticos al agua pueden cumplir los requisitos de "a prueba de intemperie" cuando otras condiciones atmosféricas, diferentes a la humedad, no son un factor tales como la nieve, hielo, polvo o temperaturas extremas.

A prueba de lluvia: Construido, protegido o tratado de tal modo que prevenga que la lluvia interfiera con la operación satisfactoria de un aparato bajo condiciones de prueba especificadas.

A prueba de polvo: Envoltorio construido de tal forma que el polvo no entre bajo condiciones de prueba especificadas.

A tierra: Conexión conductora, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el terreno natural o algún cuerpo conductor que sirva como tal.

Accesorio: Contratuercas, pasacables (monitor) u otra parte de un sistema de alambrado, destinado principalmente para desempeñar una función más mecánica, que eléctrica.

Accesible (aplicado a los equipos): Permite acercarse; no resguardado por puertas con cerradura, ni por elevación, ni por otros medios.

Accesible (aplicado a los métodos de alambrado): Se puede quitar o exponer sin causar daño a la estructura o al acabado del edificio, o que no está permanentemente encerrado dentro de la estructura o del acabado del edificio.

Accesible, fácilmente: Es posible aproximarse rápidamente para la operación, reposición o inspección, sin requerir el uso de herramientas (diferentes a llaves), para aquellos que suban, bajen o quiten obstáculos o recurran a escaleras portátiles.

NOTA: El uso de llaves es una práctica común bajo condiciones controladas o supervisadas y una alternativa común a los requisitos de acceso inmediato bajo las condiciones supervisadas que se proporcionan en otras partes de esta NOM.

Acometida: Conductores eléctricos que conectan la red de distribución del suministrador, al punto de la recepción del suministro en la instalación del inmueble a servir.

Acometida aérea: Conductores en sistema aéreo, que van desde el poste más cercano u otro soporte aéreo del suministrador, hasta el punto de recepción del suministro.

Acometida subterránea: Conductores en sistema subterráneo que van desde el registro más cercano u otro soporte subterráneo del suministrador, hasta el punto de recepción del suministro.

Alimentador: Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado separado u otra fuente de alimentación y el dispositivo final de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

Alambrado no incendiario instalado en campo [aplicados en lugares peligrosos (Clasificados)]: Alambrado que entra o sale de la envolvente de un equipo y, bajo condiciones normales de funcionamiento del equipo, no tiene la capacidad de producir la ignición de la mezcla inflamable de gas y aire, vapor y aire o polvo y aire debido a la presencia de arcos o efectos térmicos. El funcionamiento normal incluye la apertura, cortocircuito o puesta tierra del alambrado instalado en campo.

Alumbrado de realce: Conjunto de lámparas incandescentes, de iluminación de descarga eléctrica u otras fuentes de luz alimentadas eléctricamente para delinear o llamar la atención de ciertas características, tales como la forma de un edificio o la decoración de un aparador.

Ampacidad: Corriente máxima en amperes que un conductor puede transportar continuamente, bajo las condiciones de uso, sin exceder su rango de temperatura.

Anuncio luminoso: Equipo de utilización fijo, estacionario o portátil, autocontenido, operado e iluminado eléctricamente, con palabras o símbolos, diseñado para comunicar información o llamar la atención.

Aparador: Cualquier ventana, incluyendo ventanas sobre puertas, utilizada o diseñada para la exhibición de mercancías o material publicitario, que está total o parcialmente cerrada o totalmente abierta por detrás y que puede tener o no una plataforma más alta que el nivel de la calle.

Aparato: Equipo de utilización, generalmente no industrial, que usualmente se fabrica en tamaños y tipos normalizados y que se instala o conecta como una unidad para realizar una o más funciones, como lavar ropa, acondicionar aire, mezclar alimentos, freír, etcétera.

Aparato Asociado [aplicados en lugares peligrosos (Clasificados)]. Aparatos en los que los circuitos no son necesariamente intrínsecamente seguros pero que afectan la energía en los circuitos intrínsecamente seguros y se considera que se mantiene intrínseca la seguridad. Dichos aparatos son uno de los siguientes:

- (1) Aparato eléctrico que tiene un tipo alternativo de protección para su uso en lugares peligrosos (clasificados)
- (2) Aparatos eléctricos no protegidos que no se deben utilizar dentro de un lugar peligroso (clasificado)

NOTA 1: Los aparatos asociados identifican conexiones intrínsecamente seguras para aparatos de seguridad intrínseca y también pueden tener conexiones para aparatos no intrínsecamente seguros.

NOTA 2: Un ejemplo de aparatos asociados es una barrera intrínseca de seguridad, que es una red diseñada para limitación de la energía (tensión y corriente) disponible para el lugar peligroso (clasificado), en condiciones de falla.

Aparato asociado no incendiario cableado en campo [aplicado a lugares peligrosos (clasificados)]. Aparatos en los que los circuitos no son necesariamente no incendiarios pero que afectan a la energía en los circuitos de cableado de campo no incendiarios para mantener niveles de energía en circuitos no incendiarios. Tales aparatos son uno de los siguientes:

- (1) Aparato eléctrico que tiene un tipo alternativo de protección para su uso en lugares peligrosos (clasificados)
- (2) Aparatos eléctricos no protegidos que no se utilicen en un lugar peligroso (clasificado)

NOTA: Aparato asociado de cableado de campo no incendiario tiene aparatos asociados de cableado de campo no incendiarios destinados para conexiones de aparatos de cableado de campo no incendiarios y que pueden tener también conexiones para otros aparatos eléctricos

Aparato con alambrado no incendiario instalado en campo [aplicado a lugares peligrosos (clasificados)]: Aparato proyectado para ser conectado al alambrado no incendiario instalado en campo.

Aparato Sencillo [aplicado a lugares peligrosos (clasificados) localización]: Un componente eléctrico o combinación de componentes de construcción sencilla con parámetros eléctricos bien definidos que no genere más de 1,5 volts, 100 mA y 25 mW, o un componente pasivo que no disipa más de 1,3 Watts y que sea compatible con la seguridad intrínseca del circuito en el que se utiliza.

NOTA: Los siguientes aparatos son ejemplos de aparatos sencillos:

1. Componentes pasivos; Por ejemplo, interruptores, cajas de conexiones, dispositivos de temperatura de resistencia, y dispositivos semiconductores simples tales como LEDs.
2. Fuentes de energía almacenada consistentes en componentes simples en circuitos simples con parámetros bien definidos; Por ejemplo, capacitores o inductores, cuyos valores se consideran al determinar la seguridad general del sistema
3. Fuentes de energía generada; Por ejemplo, termopares y fotoceldas, que no generan más de 1,5 volts, 100 mA y 25 mW

Aparato intrínsecamente seguro. Aparatos en los que todos los circuitos son intrínsecamente seguros

Apartarrays: Dispositivo de protección para limitar el impulso de tensión mediante la descarga o la derivación de la corriente transitoria; también evita el flujo continuo de la corriente remanente mientras conserva la capacidad de repetir estas funciones.

Aprobado: Aceptado para su utilización. Véase 110-2.

Automático: Realizar una función sin necesidad de intervención humana.

Autoridad competente: Secretaría de Energía; Dirección General de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica, y Vinculación Social, conforme con sus atribuciones.

Bajada de acometida: Conductores aéreos entre el sistema de suministro eléctrico de la compañía suministradora y el punto de acometida.

Cable coaxial. Un ensamble cilíndrico compuesto por un conductor central, aislamiento y un blindaje o pantalla metálica, y normalmente con cubierta exterior termoplástica

Cable conductor de fibra óptica. Ensamble hecho en fábrica de una o más fibras ópticas que tienen una cubierta externa y contienen elemento(s) conductor(es) no portadores de corriente, como por ejemplo elemento(s) metálicos de resistencia mecánica, barrera(s) metálica(s) para el vapor y armadura o recubrimiento metálico.

Cable de acometida: Conductores de acometida en forma de cable.

Cable de fibra óptica. Ensamble en fábrica o ensamble en campo de una o más fibras ópticas con una cubierta general.

NOTA. Un cable de fibra óptica ensamblado en campo es un ensamble de una o más fibras ópticas dentro de una cubierta. La cubierta, sin fibras ópticas, está instalada de una manera similar a la de un conduit o canalización. Una vez instalada la cubierta, las fibras ópticas se insertan dentro de la cubierta, quedando completo el ensamble de cables.

Cable de fibra óptica compuesto. Un cable que contiene fibras ópticas y conductores eléctricos portadores de corriente.

Cable no conductor de fibra óptica: Conjunto ensamblado en fábrica de una o más fibras ópticas con cubierta, que no contiene elementos metálicos ni otros materiales eléctricamente conductores.

Caja de desconexión (baja tensión): Envolvente diseñada para montaje superficial que tiene puertas abatibles o cubiertas superficiales sujetas en forma telescópica a las paredes de las cajas.

Caja de derivación: Parte de un sistema de canalización con tubería de cualquier tipo para proporcionar acceso al interior del sistema de alambrado por medio de una cubierta o tapa removible. Podrá estar instalada al final o entre partes del sistema de canalización.

Caja de paso: Parte independiente de un sistema de tubo conduit que permite acceder, a través de cubierta(s) removible(s), al interior del sistema en el punto de unión de dos o más partes del sistema, o en un punto terminal del mismo.

Las cajas de conexiones comúnmente denominadas FS y FD o de dimensiones mayores, de metal fundido o cajas de lámina metálica, no se clasifican como cajas de paso.

Canalización: Canal cerrado de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras conductoras, con funciones adicionales como lo permita esta NOM. Las canalizaciones incluyen, pero no están limitadas a, tubo conduit rígido metálico, tubo conduit rígido no metálico, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit flexible hermético a los líquidos, tuberías metálicas flexibles, tubo conduit metálico flexible, tuberías eléctricas no metálicas, tuberías eléctricas metálicas, canalizaciones subterráneas, canalizaciones en pisos celulares de concreto, canalizaciones en pisos celulares de metal, canaletas, ductos y electroductos.

Canalización de comunicaciones. Una canalización cerrada de material no metálico diseñada expresamente para mantener alambres y cables de comunicaciones; cables de fibra óptica; cables de datos asociados con tecnología de la información y equipo de comunicaciones; cables Clase 2, Clase 3, y tipo PLTC (Cables de Potencia Limitada en Charola Portacables); y cables de alarmas de incendio de potencia limitada en *plenum*, espacios verticales y aplicaciones de propósito general.

Carga (eléctrica): Es la potencia instalada o demandada en un circuito eléctrico.

Carga continua: Carga cuya corriente máxima circula durante tres horas o más.

Carga no lineal: Carga donde la forma de onda de la corriente en estado estable no sigue la forma de onda de la tensión aplicada.

NOTA: Ejemplos de cargas que pueden ser no lineales: equipo electrónico, alumbrado de descarga eléctrica/electrónica, sistemas de velocidad variable, hornos de arco y similares.

Centro de control de motores: Conjunto de una o más secciones encerradas, que tienen barras conductoras comunes y que contienen principalmente unidades para el control de motores.

Circuito de control: El circuito de un aparato o sistema de control que transporta las señales eléctricas destinadas a dirigir el funcionamiento del controlador pero que no transporta la corriente de alimentación principal.

Circuito de control remoto: Cualquier circuito que controle a otro circuito a través de un relevador o un dispositivo equivalente.

Circuito de señalización: Cualquier circuito que suministre energía eléctrica a equipos de señalización.

Circuito derivado: Conductores de un circuito entre el dispositivo final de sobrecorriente que protege el circuito y la(s) salida(s).

Circuito derivado de uso general: Circuito derivado que alimenta dos o más contactos o salidas para alumbrado y aparatos.

Circuito derivado individual: Circuito derivado que alimenta a un solo equipo de utilización.

Circuito derivado multiconductor: Circuito derivado que consta de dos o más conductores de fase con una diferencia de potencial entre ellos, y un conductor puesto a tierra que tiene la misma diferencia de potencial entre él y cada conductor de fase del circuito y que está conectado al neutro o al conductor puesto a tierra del sistema.

Circuito derivado para aparatos: Circuito derivado que suministra energía eléctrica a una o más salidas a las que se conectan aparatos; tales circuitos no deben contener elementos de alumbrado conectados permanentemente que no formen parte del aparato.

Circuito no incendiario [aplicado a lugares peligrosos (clasificados)]: Circuito, que no es alambreado en campo, en el cual cualquier arco o efecto térmico producido bajo las condiciones de funcionamiento previstas del equipo, no tiene la capacidad, bajo condiciones de prueba especificadas, de producir la ignición de las mezclas inflamables de: gas y aire, vapor y aire o polvo y aire.

Clavija: Dispositivo que por medio de su inserción en un contacto establece una conexión entre los conductores del cordón flexible y los conductores permanentemente conectados al contacto.

Cocina: Área con un fregadero e instalaciones permanentes para la preparación y cocción de alimentos.

Componente no incendiario [aplicado a lugares peligrosos (clasificados)]. Componente que tiene contactos para establecer o interrumpir un circuito incendiario, y el mecanismo de contacto está elaborado de manera que el componente no tenga la capacidad de producir la ignición de la mezcla inflamable especificada de gas y aire o vapor y aire. La carcasa de un componente no incendiario no está proyectada para evitar el ingreso de la atmósfera inflamable ni para contener una explosión.

Conductor aislado: Conductor rodeado de un material de composición y espesor reconocidos en esta NOM como aislamiento eléctrico.

Conductor cubierto: Conductor rodeado de un material de composición o espesor no reconocido por esta NOM como aislamiento eléctrico.

Conductor de puesta a tierra de los equipos: Trayectorias conductoras utilizadas para conectar las partes metálicas, que normalmente no conducen corriente, de todos los equipos y al conductor del sistema puesto a tierra o al conductor del electrodo de puesta a tierra o a ambos.

NOTA 1: Se reconoce que el conductor de puesta a tierra del equipo también actúa como unión.

NOTA 2: Ver 250-118 para una lista de conductores aprobados de puesta a tierra de los equipos.

Conductor de puesta a tierra: Conductor utilizado para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado al electrodo o electrodos de puesta a tierra.

Conductor del electrodo de puesta a tierra: Conductor utilizado para conectar el conductor puesto a tierra del sistema o el equipo, al electrodo de puesta a tierra o a un punto en el sistema del electrodo de puesta a tierra.

Conductor desnudo: Conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico.

Conductor neutro: Conductor conectado al punto neutro de un sistema que está destinado a transportar corriente en condiciones normales.

Conductor puesto a tierra: Conductor de un sistema o de un circuito, intencionadamente puesto a tierra.

Conductores de acometida: Conductores comprendidos desde el punto de acometida hasta el medio de desconexión de la instalación.

Conductores de acometida, sistema aéreo: Conductores de acometida comprendidos entre las terminales del equipo de acometida y un punto comúnmente fuera del edificio, y separado de sus paredes, donde se unen por derivación o empalme a la bajada de la acometida aérea.

Conductores de acometida, sistema subterráneo: Conductores subterráneos entre el punto de acometida y el primer punto de conexión a los conductores entrada de la acometida en una caja de terminales, medidor u otra envolvente, dentro o fuera del muro de la edificación.

Conductores de aluminio recubiertos de cobre: Conductor(es) central(es) de aluminio revestido(s) de cobre, con el cobre metalúrgicamente adherido al núcleo de aluminio, donde el cobre forma un mínimo del 10 por ciento del área de la sección transversal de un conductor sólido o de cada hilo de un conductor trenzado.

Conductores de entrada de la acometida, sistema aéreo: Conductores de la acometida entre las terminales del equipo de acometida y un punto generalmente fuera del edificio, en cuyo recorrido no se encuentran paredes de dicho edificio, en donde se unen por derivación o empalme a la bajada de acometida o a los conductores aéreos de la acometida.

Conductores de entrada de la acometida, sistema subterráneo: Conductores de la acometida entre las terminales del equipo de acometida y el punto de conexión a la acometida lateral o a los conductores subterráneos de la acometida.

Conector a presión (sin soldadura): Dispositivo para establecer una conexión entre dos o más conductores o entre uno o más conductores y una terminal por medio de presión mecánica, sin utilizar soldadura.

Conector de cable [aplicado a lugares peligrosos (clasificados)]: Un accesorio destinado a terminar un cable a una caja o dispositivo similar y reducir el esfuerzo en los puntos de terminación y pueden incluir un dispositivo a prueba de explosión, a prueba de ignición al polvo o un sello a prueba de flama.

Contacto (Receptáculo): Dispositivo de conexión eléctrica instalado en una salida para la inserción de una clavija. Un contacto sencillo es un dispositivo de un solo juego de contactos. Un contacto múltiple es aquel que contiene dos o más dispositivos de contacto en el mismo chasis o yugo.

Controlador: Dispositivo o grupo de dispositivos para gobernar, de un modo determinado, la energía eléctrica suministrada al aparato al cual está conectado.

Controlador de carga. Equipo que controla la tensión de corriente continua o la corriente continua, o ambas, y que se utiliza para cargar una batería u otro dispositivo de almacenamiento de energía.

Coordinación (selectiva): Localización de una condición de sobrecorriente para restringir interrupciones en circuito o en los equipos afectados, llevada a cabo mediante la selección e instalación de dispositivos de protección contra sobrecorriente y sus ajustes o configuraciones para el rango completo de las sobrecorrientes disponibles, desde la sobrecarga hasta la corriente de falla máxima disponible y para el rango completo de los tiempos de apertura de los dispositivos de protección contra sobrecorriente asociados con dichas sobrecorrientes.

Corriente continua: Se denomina también corriente directa y ambos términos pueden emplearse para la identificación o marcado de equipos, aunque debe tenderse al empleo de corriente continua, que es el normalizado nacional e internacionalmente.

Corriente nominal de interrupción: La máxima corriente a la tensión nominal que un dispositivo eléctrico, es identificado para interrumpir bajo condiciones de prueba normalizadas.

NOTA: Los dispositivos diseñados para interrumpir la corriente a distintos niveles de falla, pueden tener su corriente de interrupción nominal expresada en otros parámetros como: caballos de fuerza o corriente a rotor bloqueado.

Corriente de cortocircuito: Posible corriente de falla simétrica a la tensión nominal, a la cual un aparato o un sistema puede estar conectado sin sufrir daños que excedan los criterios de aceptación definidos.

Cuarto de baño: Zona que incluye un lavabo y uno o más de los siguientes elementos: inodoro, urinal, tina, ducha, o muebles de baño similares.

Cubo del elevador: Abertura, escotilla, boca de pozo u otra abertura o espacio vertical diseñada para que dentro de ella funcione un elevador o montacargas.

Desconectadores:

Desconectador de aislamiento. Dispositivo diseñado para aislar un circuito eléctrico de su fuente de alimentación. No tiene capacidad interruptiva y está diseñado para operar solamente después de que el circuito ha sido abierto por algún otro medio.

Desconectador de aislamiento en derivación. Dispositivo operado manualmente usado en conjunto con un interruptor de transferencia para proveer un medio para conectar directamente los conductores de carga a la fuente de alimentación y aislar el interruptor de transferencia.

Desconectador de transferencia. Dispositivo automático o no automático para transferir una o más conexiones de los conductores de carga de una fuente de alimentación a otra.

Desconectador de uso general. Dispositivo para uso en circuitos de distribución general y circuitos derivados. Se denomina en amperes y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión nominal.

Desconectador de uso general de acción rápida. Dispositivo de uso general construido de manera que pueda instalarse en cajas de dispositivos o sobre tapas de caja o utilizado junto con sistemas de alambrado reconocidos por esta NOM.

Desconectador para circuito de motor. Dispositivo cuya potencia es expresada como capacidad en kilowatts o caballos de fuerza y que es capaz de interrumpir la máxima corriente de operación en sobrecarga de un motor a tensión nominal.

Dispositivo: Elemento de un sistema eléctrico que no sea un conductor cuya principal función es conducir o controlar energía eléctrica.

Dispositivo complementario de protección contra sobrecorriente: Dispositivo cuyo propósito es proporcionar protección limitada contra sobrecorriente para aplicaciones específicas y equipos de utilización tales como luminarias y electrodomésticos. Esta protección limitada es adicional a la protección suministrada y requerida en el circuito derivado por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

Dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado: Dispositivo con la capacidad para dar protección a circuitos de acometida, alimentadores, circuitos derivados y equipos en todo el rango de sobrecorriente entre su corriente nominal y su capacidad interruptiva. Dichos dispositivos se suministran con la capacidad nominal de interrupción adecuada para el uso previsto, pero no inferior a 5000 Amperes.

Ducto interno. Una canalización no metálica situada dentro de una canalización de mayor tamaño

Edificio o estructura: Construcción independiente o que está aislada de otras estructuras adyacentes por muros cortafuegos.

Edificio de vivienda:

Unidad de vivienda. Una o más habitaciones para el uso de una o más personas formando una unidad independiente y que incluye instalaciones permanentes en comedor, de estar, dormitorio de cocina y servicio sanitario.

Unidad de vivienda unifamiliar. Edificio que consta solamente de una unidad de vivienda.

Unidad de vivienda bifamiliar. Edificio que contiene dos unidades de vivienda.

Unidad de vivienda multifamiliar. Edificio que contiene tres o más unidades de vivienda.

Electrodo de puesta a tierra: Objeto conductor a través del cual se establece una conexión directa a tierra.

Encerrado: Rodeado por una carcasa, caja, cerca o pared para prevenir que las personas tengan contacto accidental con partes energizadas.

Energizado(a): Es, o está conectado(a) a una fuente de tensión.

Ensamble de direccionamiento de cables. Canal único o canales múltiples conectados, así como los accesorios relacionados, que forman un sistema estructural que se utiliza para dar soporte y direccionar cables de comunicaciones, cables de fibra óptica, cables de datos asociados con la tecnología de la información y equipos de comunicaciones, cables de Clase 2, Clase 3, cables tipo Cable en Charolas Portacables de Potencia Limitada (PLTC), y cables de alarmas de incendio de potencia limitada en *plenum*, espacios verticales y aplicaciones de propósito general.

Ensamble de salidas múltiples: Canalización superficial, empotrada o autoportada diseñada para contener conductores y contactos, ensamblados ya sea en sitio o en fábrica.

Envolvente: Caja o carcasa de un aparato o la cerca o paredes que rodean una instalación para prevenir que las personas tengan contacto accidental con partes energizadas o para protección de los equipos contra daño físico.

NOTA: Véase 110-28 y Apéndice D para ejemplos de tipos de envolventes.

Equipo: Término general para referirse a: herrajes, dispositivos, aparatos, luminarias, maquinaria y productos similares utilizados como partes de, o en conexión con, una instalación eléctrica.

Equipo a prueba de explosión: Equipo contenido en una envolvente que puede soportar la explosión de un gas o vapor específicos que puede ocurrir en su interior y que puede prevenir la ignición de un gas o vapor especificado alrededor de la envolvente debido a chispas, arcos eléctricos o explosiones del gas o vapor en su interior y que opera a una temperatura exterior tal que una atmósfera inflamable circundante no se encenderá debido a dicha temperatura.

Equipo de acometida: Equipo necesario que consiste generalmente en un(os) interruptor(es) automático(s) o interruptor(es) y fusible(s), con sus accesorios conectado(s) al extremo de carga de los conductores de acometida a un edificio u otra estructura u otra área designada, y destinado para constituir el control principal y de desconexión del suministro.

Equipo de actualización (Kit). Un término general para un subensamblaje completo de partes y dispositivos para la conversión en campo de equipos de utilización

Equipo de comunicaciones: Equipo electrónico que ejecuta las operaciones de telecomunicaciones para la transmisión de audio, video y datos y que incluyen equipos eléctricos de potencia (por ejemplo, convertidores, inversores y baterías), equipo de tecnología de la información (como computadoras) y conductores dedicados exclusivamente a la operación de los equipos

NOTA: A medida que la red de telecomunicaciones se cambia a una red de datos centralizados, computadoras, repetidores, servidores, y sus equipos de potencia, se están convirtiendo en transmisión de audio, video y datos y están encontrando aplicación en instalaciones de equipos de comunicaciones.

Equipo de recepción del suministro: Equipo necesario para servir de control principal y que usualmente consiste en un interruptor automático o desconectador y fusibles, con sus accesorios, localizado al final de los conductores de recepción del suministro.

Equipo de tecnología de la información. Equipo de tecnología de la información (ITE). Equipos y sistemas para 1000 volts o menos, que normalmente se encuentran en oficinas u otros establecimientos comerciales y entornos similares clasificados como ubicaciones ordinarias, que se utilizan para crear y manipular señales de datos, voz, vídeo y similares que no sean equipos de comunicaciones como se definen en Parte I del Artículo 100 y no procesan los circuitos de comunicaciones definidos en 800-2

Equipo de utilización: Equipo que utiliza la energía eléctrica para propósitos de electrónica, electromecánicos, químicos, de calefacción, de alumbrado y otros similares.

Equipo móvil: Equipos con componentes eléctricos adecuados para ser movidos únicamente con ayudas mecánicas o que están dotados de ruedas para ser desplazados por personas o dispositivos que los impulsan.

Equipo no incendiario [aplicado a lugares peligrosos (clasificados)]: Equipo que tiene circuitos eléctricos/electrónicos que no tienen la capacidad, bajo condiciones de funcionamiento normal, de producir la ignición de una mezcla inflamable especificada de gas y aire, vapor y aire o polvo y aire, debido a la presencia de arco o de efectos térmicos.

Equipo portátil: Equipos con componentes eléctricos adecuados para ser movidos por una sola persona sin ayuda mecánica.

Equipo sellable: Equipo con envolvente en forma de caja o gabinete provisto de medios de bloqueo o sello de manera que las partes energizadas no sean accesibles sin abrir la envolvente. El equipo puede o no ser accionable sin abrir la envolvente.

Estructura: Aquello que se ha edificado o construido, aparte del equipo.

Etiquetado: Equipo o materiales que tienen adherida una etiqueta, símbolo u otra marca de identificación de un organismo acreditado o dependencia que mantiene un programa de inspecciones periódicas al equipo o material etiquetado, y que es aceptable para el organismo acreditado que se ocupa de la evaluación del producto. Con la etiqueta, símbolo u otra marca de identificación mencionada, el fabricante o proveedor señala que el equipo o material cumple con las normas aplicables o señala el comportamiento con los requisitos especificados.

Etiquetado en campo (aplicado a los productos evaluados). Equipos o materiales a los que se les ha colocado una etiqueta, símbolo u otra marca de identificación indicando que el equipo o los materiales fueron evaluados y cumplen con los requisitos que se describen en un informe de evaluación en campo.

Expuesto (aplicado a métodos de alambrado): Colocado sobre o fijado a la superficie o detrás de tableros diseñados para permitir el acceso.

Expuesto (aplicado a partes vivas): Que una persona puede inadvertidamente tocarlo o acercarse a una distancia menor que la distancia de seguridad. Se aplica a las partes que no están adecuadamente resguardadas, separadas o aisladas.

Fácilmente accesible: (véase Accesible, fácilmente).

Factor de demanda: Relación entre la demanda máxima de un sistema o parte del mismo, y la carga total conectada al sistema o la parte del sistema considerado.

Falla a tierra: Conexión eléctricamente conductora, no intencional entre un conductor no puesto a tierra de un circuito eléctrico y los conductores normalmente no portadores de corriente, envolventes metálicos, canalizaciones metálicas, equipos metálicos o la tierra.

Frente muerto: Sin partes vivas expuestas a una persona en el lado de operación del equipo.

Fusible accionado electrónicamente. Dispositivo de protección contra sobrecorriente que consta generalmente de un módulo de control que proporciona la detección de corriente, características tiempo-corriente obtenidas electrónicamente, energía para iniciar el disparo y un módulo que interrumpe la corriente cuando se produce una sobrecorriente. Los fusibles accionados electrónicamente pueden funcionar o no en un modo de limitación de corriente, según el tipo de control seleccionado.

Gabinete: Envolvente diseñada para montaje superficial o empotrado, provista de un marco, montura o bastidor en el que se instalan o pueden instalarse una o varias puertas de bisagra.

Garaje: Edificio o parte de éste en el que se guardan uno o más vehículos autopropulsados, que están ahí con propósitos de: uso, venta, almacenamiento, renta, reparación, exhibición o demostración.

NOTA: Respecto a los talleres de servicio y reparación para vehículos automotores (véase 511).

Hermético a la lluvia: Construido o protegido de tal manera que la exposición a la lluvia batiente no dé como resultado la entrada de agua bajo condiciones de prueba especificadas.

Hermético al agua: Construido para que la humedad no entre en la envolvente, en condiciones específicas de prueba.

Hermético al polvo: [aplicado en lugares peligrosos (clasificados)]: Envolventes construidas de manera que no entre el polvo bajo condiciones de prueba especificadas.

Identificado (aplicado a los equipos): Reconocido como adecuado para un propósito, función, uso, entorno o aplicación, específicos, cuando se describe en un requisito particular en esta NOM (véase Equipo).

NOTA: Algunos ejemplos de formas de determinar la adecuación de un equipo para un propósito, uso, entorno o aplicación específicos incluyen las certificaciones por parte de un organismo acreditado para la evaluación de la conformidad del producto. La identificación puede evidenciarse por medio de una marca de conformidad (véase Marcado).

Iluminación de adorno: Hilera de luces exteriores suspendidas entre dos puntos.

Iluminación de descarga eléctrica: Sistemas de iluminación que utilizan lámparas fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad (HID, por sus siglas en inglés) o tubos de neón.

Inmersión en aceite [aplicado a lugares peligrosos (clasificados)]. Equipo eléctrico sumergido en un líquido protector de forma que una atmósfera explosiva, que pueda estar por encima de líquido o por fuera de la envolvente, no puede ser encendida

Interruptor automático: Dispositivo diseñado para abrir o cerrar un circuito por medios no automáticos y para abrir el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada, sin dañarse a sí mismo, cuando se aplica correctamente dentro de su rango.

NOTA: El medio de apertura automática puede ser integral, que actúa directamente sobre el interruptor automático o situado a distancia del mismo.

Ajustable (aplicado a interruptores automáticos): Calificativo que indica que el interruptor automático puede ajustarse para que dispare a varios valores de corriente, de tiempo o de ambos, dentro de un rango predeterminado.

Ajuste (de interruptores automáticos): El valor de corriente, de tiempo o de ambos, a los cuales se regula el disparo de un interruptor automático ajustable.

De disparo instantáneo (aplicado a interruptores automáticos): Calificativo que indica que deliberadamente no se introduce un retardo en la acción de disparo del interruptor automático.

De tiempo inverso (aplicado a interruptores automáticos): Calificativo que indica que deliberadamente se introduce un retardo en la acción de disparo del interruptor automático, retardo que disminuye a medida que aumenta la magnitud de la corriente.

No ajustable (aplicado a interruptores automáticos): Calificativo que indica que el interruptor automático no puede ajustarse para cambiar el valor de la corriente a la cual dispara o el tiempo requerido para su operación.

Interruptor de circuito por falla a tierra: Dispositivo diseñado para la protección de personas, que funciona para desenergizar un circuito o parte del mismo, dentro de un periodo de tiempo determinado, cuando una corriente a tierra excede un valor predeterminado para un dispositivo de clase A.

Interruptor de circuito por falla de arco (AFCI). Dispositivo destinado a brindar protección contra los efectos de falla de arco, mediante el reconocimiento de las características únicas de la formación del arco y mediante su funcionamiento para desenergizar el circuito cuando se detecta la falla de arco.

Inversor interactivo con el suministrador: Inversor proyectado para su uso en paralelo con el suministrador, para alimentar cargas comunes y que puede entregar energía a la empresa suministradora.

Líquido volátil inflamable: Líquido con punto de ignición menor a 38 °C. Líquido cuya temperatura está por encima de su punto de ignición, o a un líquido combustible Clase 2 con una presión de vapor no mayor que 276 kilopascales a 38 °C y cuya temperatura está por encima de su punto de ignición.

Lugares:

Lugar húmedo: Lugares protegidos de la intemperie y que no están sometidos a saturación con agua u otros líquidos, pero están expuestos a grados moderados de humedad. Ejemplos de tales lugares incluyen sitios parcialmente protegidos bajo aleros, marquesinas, porches techados abiertos y lugares similares y lugares interiores sujetos a un grado moderado de humedad como algunos sótanos, graneros y almacenes refrigerados.

Lugar mojado: Instalación subterránea o de baldosas de concreto o mampostería, que está en contacto directo con el terreno o un lugar sometido a saturación con agua u otros líquidos, tal como área de lavado de vehículos o un lugar expuesto a la intemperie y no protegido.

Lugares no clasificados [aplicado en áreas peligrosas (clasificadas)]. Lugares que se ha determinado que no son Clase I, División 1; Clase I, División 2; Clase I, Zona 0; Clase I, Zona 1; Clase I, Zona 2; Clase II, División 1; Clase II, División 2; Clase III, División 1; Clase III, División 2; Zona 20, Zona 21; Zona 22, ni cualquier combinación de ellas.

Lugar seco: Lugar que normalmente no está húmedo o sujeto a ser mojado. Un local clasificado como seco puede estar temporalmente húmedo o sujeto a ser mojado, como en el caso de un edificio en construcción.

Luminaria: Unidad completa de iluminación que consiste en una fuente de luz, con una o varias lámparas, junto con las partes diseñadas para posicionar la fuente de luz y conectarla a la fuente de alimentación. También puede incluir las partes que protegen la fuente de luz o el balastro y aquellas para distribuir la luz. Un portalámparas por sí mismo no es una luminaria.

Marcado (aplicado a marca de conformidad): Equipo o materiales que tienen adherida una etiqueta, símbolo u otra marca de identificación de un organismo acreditado o dependencia que mantiene un programa de inspecciones periódicas al equipo o material etiquetado, y que es aceptable para el organismo que se ocupa de la evaluación de la conformidad del producto. Con la etiqueta, símbolo u otra marca de identificación mencionada, el fabricante o proveedor indica que el equipo o material cumple con las normas aplicables o su buen funcionamiento bajo requisitos específicos (véase 110-2.)

Medio de desconexión: Dispositivo o conjunto de dispositivos u otros medios por los cuales los conductores de un circuito pueden ser desconectados de su fuente de alimentación.

Motocompresor refrigerante hermético: Combinación de un compresor y un motor, ambos cubiertos por la misma carcasa, sin flecha externa o sellos en la flecha y con el motor funcionando en el refrigerante.

No accesible (aplicado a un lugar): Las personas no pueden tener acceso fácil, a menos que utilicen medios de acceso especiales.

No automático: Requiere de intervención humana para realizar una función.

No puesto a tierra: No conectado a tierra ni a un cuerpo conductor que extienda la conexión a tierra.

Oculto: Que resulta inaccesible por la estructura o acabado del edificio. Los conductores en canalizaciones ocultas son considerados ocultos, aunque se hacen accesibles al sacarlos de las canalizaciones.

Operable desde el exterior: Capaz de ser operado sin que el operario esté expuesto al contacto con partes vivas.

Panel: Véase gabinete.

Partes vivas: Componentes conductores energizados.

Persona calificada: Persona con habilidades y conocimientos relacionados con la construcción y el funcionamiento de las instalaciones y los equipos eléctricos y que ha recibido capacitación en seguridad para reconocer y evitar los peligros implicados.

Plano de control: Plano u otro documento suministrado por el fabricante del aparato intrínsecamente seguro o asociado, o del aparato no incendiario con alambrado instalado en campo o del aparato asociado no incendiario con alambrado en campo, que detalla las interconexiones permitidas entre el aparato intrínsecamente seguro y el aparato asociado o entre los aparatos no incendiarios con alambrado instalado en campo o los aparatos asociados no incendiarios con alambrado instalado en campo.

Plenum: Un compartimento o cámara de distribución de aire (*plenum*) a la que están conectados uno o más ductos de aire y que forma parte del sistema de distribución de aire.

Polvo combustible [aplicado en lugares peligrosos (clasificados)]: Partículas de polvo de 500 micrómetros de diámetro o menores y presentan un riesgo de incendio o explosión cuando está disperso o se enciende en el aire.

Presurizado [aplicado a lugares peligrosos (clasificados)]: Proceso de suministrar a una envolvente un gas protector con o sin flujo continuo a una presión suficiente para prevenir la entrada de polvo combustible o de fibras/partículas inflamables.

Protección contra falla a tierra de equipos: Sistema diseñado para proteger a los equipos contra daños por corrientes de falla entre línea y tierra, que hacen funcionar un medio de desconexión que desconecta los conductores no puestos a tierra del circuito con falla. Esta protección es activada a niveles de corriente menores a los necesarios para proteger a los conductores contra daños mediante la operación de un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de alimentación.

Protector térmico (aplicado a motores): Dispositivo de protección, que se monta como parte integral de un motor o motor-compresor y el cual, cuando se utiliza de manera apropiada, protege al motor contra sobrecalentamientos debido a sobrecargas o fallas de arranque.

NOTA: El protector térmico puede consistir de uno o más elementos sensores integrados al motor o motor-compresor y un dispositivo externo de control.

Protegido térmicamente (aplicado a motores): Las palabras "protegido térmicamente", en la placa de datos del motor o motor-compresor, indican que el motor tiene un protector térmico incorporado.

Puente de unión: Conductor confiable, para asegurar la conductividad eléctrica requerida entre partes metálicas que deben estar conectadas eléctricamente.

Puente de unión, circuito: Conexión entre partes de un conductor en un circuito para mantener la ampacidad requerida por el circuito.

Puente de unión, equipo: Conexión entre dos o más partes del conductor de puesta a tierra del equipo.

Puente de unión, principal: Conexión en la acometida entre el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra del equipo.

Puente de unión, sistema: Conexión entre el conductor puesto a tierra del circuito y el conductor de puesta a tierra del lado del suministrador, o el conductor puesto a tierra del equipo, o ambos, a un sistema derivado separado.

Puesto a tierra: Conectado (conexión) a tierra o a algún cuerpo conductor que extienda la conexión a tierra.

Puesto a tierra eficazmente: Conectado (conexión) a tierra intencionalmente a través de una conexión o conexiones a tierra que tengan una impedancia suficientemente baja y ampacidad, que prevengan la formación de tensiones peligrosas para las personas o para los equipos conectados.

Puesto a tierra sólidamente: Conectado a tierra sin insertar ningún dispositivo de resistencia o de impedancia.

Punto de acometida: Punto de conexión entre las instalaciones del suministrador y las del usuario, el cual se localiza en el equipo de medición cuando éste se encuentra en el inmueble, y en caso de que el medidor se encuentre en la red del suministrador, el punto de recepción del suministro es en el medio de desconexión.

Punto neutro: Punto común en una conexión en estrella en un sistema polifásico, o punto medio en un sistema monofásico de 3 hilos, o punto medio de una porción monofásica de un sistema trifásico en delta, o punto medio de un sistema de corriente continua de 3 hilos.

NOTA: En el punto neutro del sistema, la suma vectorial de las tensiones de todas las otras fases dentro del sistema que utiliza el neutro, con respecto al punto neutro, es cero.

Purgado y presurizado [aplicado a lugares peligrosos (clasificados)]. Proceso de (1) purgado, que proporciona a una envolvente con un gas protector con suficiente flujo y presión positiva para reducir la concentración de cualquier gas o vapor inflamable inicialmente presente hasta un nivel aceptable y (2) presurización, que proporciona a una envolvente con un gas protector con o sin flujo continuo a una presión suficiente para evitar la entrada de un gas o vapor inflamable, un polvo combustible o una fibra combustible.

Red de generación y distribución de energía eléctrica: Equipo e instalaciones para la generación, distribución y utilización de energía eléctrica, tales como los sistemas de empresas de electricidad que suministran energía eléctrica a las cargas conectadas que son externas y no controladas por un sistema interactivo.

Registro para distribución subterránea: Envolvente para uso en sistemas subterráneos que tienen un fondo abierto o cerrado, dimensionado de tal forma que permite al personal alcanzar lo que hay dentro, pero no ingresar en él, con el propósito de instalar, operar o mantener el equipo o el alambrado, o ambos.

Resguardado: Cubierto, blindado, cercado, encerrado, o protegido de otra manera por medio de cubiertas o tapas adecuadas, barreras, rieles, pantallas, placas o plataformas para evitar la posibilidad de acercamiento o contacto de personas u objetos a un punto peligroso.

Retardante de flama: Característica de un material con aditivo, formulación o mezclas de compuestos químicos incorporados para reducir la inflamabilidad de un material o para demorar la combustión del mismo.

Riel de iluminación: Un ensamble diseñado y fabricado para soportar y energizar luminarias que son capaces ser fácilmente reposicionados en el riel. Su longitud puede ser modificada por adición o sustracción de secciones de riel.

Rótulo: (véase Anuncio luminoso).

Salida: Punto en una instalación eléctrica donde se toma corriente para alimentar a un equipo de utilización.

Salida de fuerza: Conjunto con envolvente que puede incluir contactos, interruptores automáticos, portafusibles, desconectores con fusibles, barras conductoras de conexión común y bases para montaje de medidores de energía; diseñado para suministrar y controlar el suministro de energía a casas móviles, paraderos para remolques, vehículos de recreo, remolques o embarcaciones; o para servir como medio de distribución de la energía necesaria para operar equipo móvil o instalado temporalmente.

Salida para alumbrado: Salida diseñada para la conexión de un portalámparas, una luminaria.

Salida para contactos: Salida en la que están instalados uno o más contactos.

Sellado del proceso [aplicado a lugares peligrosos (clasificados)]. Un sello entre sistemas eléctricos y fluidos de proceso inflamables o combustibles donde una falla podría permitir la migración de fluidos de proceso al sistema de cableado de las instalaciones.

Sellado herméticamente [aplicado a lugares peligrosos (clasificados)]. Equipo sellado contra la entrada de una atmósfera externa cuando el sello está elaborado por fusión, por ejemplo, con soldadura blanda, soldadura fuerte, soldadura eléctrica o la fusión de vidrio con metal.

Servicio continuo: Operación a una carga prácticamente constante durante un tiempo indefinidamente largo.

Servicio intermitente: Operación por intervalos que alternan de:

- (1) con carga y sin carga; o
- (2) con carga y en reposo, o
- (3) con carga, sin carga y en reposo.

Servicio periódico: Operación intermitente en el que las condiciones de carga son regularmente recurrentes.

Servicio por tiempo corto: Operación a una carga prácticamente constante durante un tiempo especificado, corto y definido

Servicio variable: Funcionamiento a cargas e intervalos de tiempo, donde ambos pueden variar dentro de una amplia gama.

Sistema autónomo. Un sistema que suministra energía independiente de una red de producción y distribución de energía eléctrica.

Sistema de alambrado de usuarios: Alambrado interior y exterior incluyendo circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización con todos sus herrajes, accesorios y dispositivos de alambrado asociados, ya sean permanentes o temporalmente instalados, que parten desde el punto de acometida de los conductores del suministrador o fuente de un sistema derivado separado hasta las salidas. Dicho alambrado no incluye el alambrado interno de aparatos, luminarias, motores, controladores, centros de control de motores y equipos similares.

Sistema de baterías. Subsistemas de baterías interconectadas compuestos por una o más baterías de acumuladores y cargadores de baterías, y que puede incluir inversores, convertidores y equipos eléctricos asociados.

Sistema de detección de gas combustible: Técnica de protección que utiliza detectores de gas estacionario en establecimientos industriales.

Sistema de protección de circuitos eléctricos. Un sistema que consiste en componentes y materiales destinados a ser instalados como protección para sistemas de cableado eléctrico específicos con respecto a la interrupción de la integridad del circuito eléctrico ante la exposición exterior al fuego.

Sistema derivado separado: Fuente de energía eléctrica, que no sea un servicio, sin conexión directa con los conductores de circuitos de cualquier otra fuente de energía eléctrica distinta de aquellas establecidas por conexiones de puesta a tierra y puente de unión.

Sistema de variador de velocidad ajustable. Combinación de un variador de velocidad ajustable, su motor asociado y equipos auxiliares.

Sistema fotovoltaico (FV): Total de los componentes y subsistemas que, combinados, convierten a la energía solar en energía eléctrica adecuada para la conexión a una carga de utilización de energía.

Sistema Híbrido: Sistema compuesto de fuentes múltiples de energía. Estas fuentes pueden ser generadores fotovoltaicos, eólicos, micro hidroeléctricas, grupos motor generador y otros, pero no incluyen las redes de los sistemas de generación y distribución de energía eléctrica. Los sistemas de almacenamiento de energía, tales como las baterías, no constituyen una fuente de energía para los propósitos de esta definición. La energía generada por un ascensor (descendente) no constituye una fuente de energía para el propósito de esta definición.

Sistema Ininterrumpible de Energía (SIE). Una fuente de alimentación utilizada para brindar alimentación de corriente alterna a una carga durante un periodo de tiempo en el caso de una falla de energía.

NOTA: Además, puede brindar un voltaje y frecuencia constante a la carga, reduciendo los efectos del voltaje y las variaciones de frecuencia.

Sistema interactivo: Sistema de generación de energía eléctrica que está operando en paralelo con y que puede suministrar energía al sistema de la fuente primaria de alimentación.

Sistema intrínsecamente seguro [aplicado a lugares peligrosos (clasificados)]: Un ensamble de aparatos intrínsecamente seguros interconectados con aparatos asociados y cables de interconexión en los que aquellas partes del sistema que puedan ser utilizadas en un área peligrosa (clasificada), son circuitos intrínsecamente seguros.

NOTA: Un sistema intrínsecamente seguro puede incluir más de un circuito intrínsecamente seguro.

Sobrecarga: Operación de un equipo por encima de su capacidad normal, a plena carga, o de un conductor por encima de su ampacidad que, cuando persiste durante un tiempo suficientemente largo, podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla, como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga (véase Sobrecorriente).

Sobrecorriente: Cualquier corriente que supere la corriente nominal de los equipos o la ampacidad de un conductor. La sobrecorriente puede provocarse por una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.

NOTA: Una corriente en exceso de la nominal puede ser absorbida por determinados equipos y conductores para un conjunto de condiciones dadas. Por eso, las reglas para protección contra sobrecorriente son específicas para cada situación particular.

Sólidamente puesto a tierra: Conectado a tierra sin intercalar ninguna resistencia ni dispositivo de impedancia.

Suministrador: Compañía de servicio público autorizada por la Ley de la Industria Eléctrica, encargada del abastecimiento de energía eléctrica para su utilización.

Suite de huéspedes: Alojamiento con dos o más habitaciones contiguas, que consta de un compartimiento con o sin puertas entre estas habitaciones y que proporciona instalaciones para descansar, dormir, sanitarias y de almacenamiento.

Supresores de sobretensiones transitorias (SSTT). Dispositivo de protección para limitar las tensiones transitorias mediante la desviación o la limitación de la corriente transitoria; también evita el flujo continuo de la corriente remanente, mientras conserva la capacidad de repetir estas funciones y tiene las siguientes denominaciones:

Tipo 1: Los SSTTs conectados permanentemente, previstos para su instalación entre el secundario del transformador de acometida y el lado de línea del dispositivo de conexión por sobrecorriente de la acometida.

Tipo 2: SSTTs conectados permanentemente, previstos para su instalación en el lado de carga del dispositivo de desconexión por sobrecorriente de la acometida; se incluyen los SSTTs ubicados en el tablero de distribución.

Tipo 3: SSTTs del punto de utilización.

Tipo 4: SSTTs componente, que incluye componentes discretos, así como ensambles.

Tablero de alumbrado y control (Panelboard): Panel sencillo o grupo de paneles unitarios diseñados para ensamblarse en forma de un sólo panel, accesible únicamente desde el frente, que incluye barras conductoras de conexión común y dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y otros dispositivos de protección, y está equipado con o sin desconectadores para el control de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; diseñado para instalarlo dentro de un gabinete o caja de cortacircuitos ubicada dentro o sobre un muro o pared divisora y accesible únicamente desde el frente (véase Tablero de distribución).

Tablero de control industrial: Ensamble de dos o más componentes compuesto por uno de los siguientes: (1) componentes de circuitos de energía únicamente, tales como controladores de motores, relevadores de sobrecarga, desconectadores con fusibles e interruptores de circuitos; (2) componentes de circuitos de control únicamente, tales como estaciones de botones, lámparas piloto, selector de posiciones, temporizadores, desconectadores y relevadores de control; (3) una combinación de componentes de circuitos de energía y de control. Estos componentes, junto con el cableado y las terminales asociados, se montan sobre, o están contenidos dentro de, un envoltorio o montados sobre un tablero secundario de control. El tablero de control industrial no incluye a los equipos controlados.

Tablero de distribución (Switchboard): Panel grande sencillo, estructura o conjunto de paneles, donde se montan, por el frente o por la parte posterior o por ambos lados: desconectadores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, barras conductoras de conexión común y usualmente instrumentos. Estos ensambles son accesibles generalmente por la parte frontal y la posterior, y no están destinados para ser instalados dentro de gabinetes.

NOTA. Los tableros de distribución están totalmente cerrados para minimizar la probabilidad de extender el fuego a los materiales combustibles adyacentes y para proteger las partes vivas. Las barras están dispuestas para evitar el sobrecalentamiento inductivo del gabinete o cualquier metal cercano. Las barras generales están aisladas por barreras del resto del tablero para evitar el contacto involuntario del personal o herramientas durante el mantenimiento.

Tablero de potencia (Switchgear): Tablero totalmente cerrado por todos los lados y la parte superior con láminas metálicas (excepto por las aberturas de ventilación y las ventanas de inspección) y que contiene principalmente dispositivos de desconexión o de interrupción de potencia del tipo removible instalados en su propio compartimiento, con barras conductoras de cobre dimensionadas por sobre elevación de temperatura y conexiones; alta capacidad para soportar una condición de corto circuito de 30 ciclos para selectividad y coordinación de protecciones en sistemas de distribución. El ensamble debe incluir dispositivos de control y auxiliares. El acceso al interior del envoltorio es por puertas, cubiertas removibles, o ambas. El acceso al interruptor de potencia debe ser con la puerta cerrada.

NOTA: Todos los tableros de potencia sujetos a los requerimientos de esta Norma están encerrados en una envoltorio metálica. Los tableros de potencia con voltaje nominal de 1000 volts o menos pueden identificarse como "tableros con interruptores de potencia de baja tensión". Los tableros de potencia con voltaje nominal de más de 1000 volts pueden identificarse como "tableros de potencia" o "tableros de potencia compartimentados".

Los tableros de potencia con envoltorio metálico están disponibles en construcciones resistentes o no resistentes al arco.

Tensión (de un circuito): La mayor diferencia de potencial (tensión rms) entre dos conductores cualesquiera de un circuito considerado.

Tensión a tierra: En los circuitos puestos a tierra, es la tensión entre un conductor dado y el punto o conductor del circuito que está puesto a tierra; en circuitos no puestos a tierra es la mayor diferencia de potencial entre un conductor dado y cualquier otro conductor del circuito.

NOTA: Algunos sistemas, como los de 3 fases 4 hilos, de 1 fase 3 hilos y de corriente continua de 3 hilos, pueden tener varios circuitos a diferentes tensiones.

Tensión nominal: Valor nominal asignado a un circuito o sistema para designar convenientemente su clase de tensión. La tensión a la cual un circuito opera puede variar de la nominal, dentro de un margen que permite el funcionamiento satisfactorio de los equipos, por ejemplo: 120/240V, 220Y/127V, 480Y/277V, 600 V.

NOTA 1: Donde se lea 120 volts, podrá ser 120 o 127 volts.

NOTA 2: Algunas unidades de baterías pueden ser consideradas a una tensión nominal de 48 volts de corriente continua, pero puede tener una tensión de carga de flotación hasta de 58 volts. En aplicaciones de corriente continua, se utiliza 60 volts para cubrir toda la gama de tensiones de flotación.

Terminación de puente de unión intersistemas. Un dispositivo que proporciona un medio para conectar conductores de puente de unión intersistemas para sistemas de comunicaciones al sistema de electrodos de puesta a tierra.

Tierra: El planeta tierra.

Trayectoria de la corriente de falla a tierra: Trayectoria eléctricamente conductora desde el punto de falla a tierra en un sistema de cableado a través de conductores normalmente no portadores de corriente, equipo o la tierra hasta la fuente de alimentación eléctrica. Como ejemplos de trayectorias de corriente de falla a tierra son las combinaciones de conductores de puesta a tierra de equipos, canalizaciones metálicas, cubiertas metálicas de cables, equipos eléctricos y todo otro material eléctricamente conductor, como metal, tuberías de agua y gas; miembros estructurales de acero; mallas; redes de tuberías metálicas; acero de refuerzo; blindajes de cables de comunicaciones y la tierra misma.

Trayectoria efectiva de la corriente de falla a tierra: Trayectoria eléctricamente conductora, intencionalmente construida, de baja impedancia, diseñada y prevista para transportar corriente en condiciones de falla a tierra desde el punto de una falla a tierra en un sistema de cableado hacia la fuente de suministro eléctrico y que facilita la operación del dispositivo de protección contra sobrecorriente o de los detectores de falla a tierra.

Tubo conduit: Sistema de canalización diseñado y construido para alojar conductores en instalaciones eléctricas, de forma tubular, sección circular.

Unidad de cocción montado en el mostrador: Un aparato de cocina diseñado para montarse en o sobre un mostrador y que consta de uno o más elementos de calefacción, cableado interno y controles incorporados o montados por separado.

Unión: Conexión permanente de partes metálicas, que no lleva corriente normalmente, que forma una trayectoria eléctricamente conductora que asegure la continuidad y capacidad de conducir con seguridad cualquier corriente a la que puedan estar sometidas.

Variador de velocidad ajustable: Equipo de conversión de potencia que provee un medio para el ajuste de la velocidad de un motor eléctrico.

Ventilado: Provisto de medios que permiten una circulación de aire suficiente para remover un exceso de calor, humos o vapores.

Parte B. Definiciones generales para instalaciones con tensión nominal mayor que 1000 volts

En tanto que las definiciones generales de la Parte A anterior se aplican en todos los casos en que aparecen tales términos a lo largo de esta NOM, las que siguen generalmente se aplican en las partes del Artículo que específicamente cubre a las instalaciones y equipos que operan a más de 1000 volts.

Cortacircuito: Conjunto formado por un soporte para fusible con portafusible o una cuchilla de desconexión. El portafusible puede incluir un elemento conductor (elemento fusible) o puede actuar como cuchilla de desconexión mediante la inclusión de un elemento conductor no fusible

Cortacircuito en aceite: Dispositivo en el cual todo o parte de la base del fusible y su elemento fusible o cuchilla de desconexión están totalmente sumergidos en aceite, los contactos y la parte fusible del elemento conductor (elemento fusible) de modo que la interrupción del arco ya sea por la ruptura del elemento fusible o la apertura de los contactos ocurran dentro del aceite.

Cuchilla desconectadora: Dispositivo capaz de cerrar, conducir e interrumpir corrientes especificadas.

Desconectador de puenteo de regulador: Dispositivo específico o combinación de dispositivos diseñados para puentear un regulador de tensión.

Desconectador en aceite: Desconectador que tiene los contactos sumergidos en aceite o en cualquier otro líquido aislante adecuado.

Desconectador separador (de aislamiento): Dispositivo mecánico de desconexión que aísla un circuito o equipo de una fuente de energía.

Dispositivo de interrupción: Dispositivo diseñado para cerrar, abrir o ambos, uno o más circuitos eléctricos.

Fusible: Dispositivo de protección contra sobrecorriente con una parte que se funde cuando se calienta por el paso de una sobrecorriente que circule a través de ella e interrumpe el paso de la corriente.

NOTA: El fusible comprende todas las partes que forman una unidad capaz de efectuar las funciones descritas y puede ser o no el dispositivo completo requerido para conectarlo a un circuito eléctrico.

Fusible accionado electrónicamente: Dispositivo de protección contra sobrecorriente que consiste generalmente de un módulo de control el cual proporciona las características sensoras de corriente, características tiempo-corriente obtenidas electrónicamente, energía para iniciar el disparo y un módulo de interrupción que interrumpe la corriente cuando se produce una sobrecorriente. Estos fusibles pueden operar o no como fusibles tipo limitador, dependiendo del tipo de control seleccionado.

Fusible de potencia: (véase Fusible)

Fusible de potencia con escape controlado: Fusible con medios para controlar la descarga generada por la interrupción del circuito de manera que no se puedan expulsar materias sólidas a la atmósfera que lo rodea.

NOTA: Este fusible está diseñado para que la descarga de gases no dañe o incendie el material aislante en la trayectoria de descarga o propague una chispa a/o entre elementos puestos a tierra o las partes conductoras en la trayectoria de la descarga, cuando la distancia entre el escape y dichas partes de conducción o aislamiento cumplan las recomendaciones del fabricante.

Fusible de potencia no ventilado: Fusible que no tiene un medio intencional para el escape a la atmósfera de gases, líquidos o partículas sólidas producidos por el arco durante la interrupción del circuito.

Fusible de potencia ventilado: Fusible con medios para el escape a la atmósfera de gases, líquidos o partículas sólidas producidas por el arco durante la interrupción del circuito.

Fusible múltiple: Ensamble de dos o más fusibles unipolares.

Interruptor de potencia: Dispositivo de interrupción capaz de conectar, conducir e interrumpir corrientes bajo condiciones normales del circuito y conectar, conducir corrientes por un tiempo especificado e interrumpir corrientes en condiciones anormales especificadas del circuito, como las de cortocircuito.

Medios de desconexión: Un dispositivo o conjunto de dispositivos u otros medios en los cuales los conductores del circuito pueden ser desconectados desde su fuente de alimentación.

Subestación: Es un conjunto de equipos (interruptores automáticos, desconectores, barras principales y transformadores) bajo el control de personas calificadas, a través del cual, la energía eléctrica circula con el propósito de distribuir, conectar, desconectar o modificar sus características.

Unidad fusible de expulsión: Fusible ventilado en el cual el efecto de expulsión de los gases producidos por el arco y el revestimiento del portafusible, solo o con la ayuda de un resorte, extingue el arco.

Unidad fusible de potencia: Unidad fusible ventilada, no ventilada o de ventilación controlada en la cual el arco se extingue a través de un material sólido, granular o líquido, con o sin la ayuda de resorte.

ARTÍCULO 110

REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Parte A. Generalidades

110-1. Alcance. Este artículo abarca los requisitos generales para inspección y aprobación, instalación y uso, acceso a y espacios alrededor de, los conductores y equipo eléctricos; envolventes destinados al ingreso de personal e instalaciones en túneles.

110-2. Aprobación. En las instalaciones eléctricas a que se refiere esta NOM deben utilizarse materiales y equipos (productos) que cumplan con lo establecido en el numeral 4.3.1.

Los materiales y equipos (productos) de las instalaciones eléctricas sujetos al cumplimiento de normas oficiales mexicanas o normas mexicanas, deben contar con un certificado expedido por un organismo de certificación de productos, acreditado y en su caso aprobado.

Los materiales y equipos (productos) que cumplan con las disposiciones establecidas en los párrafos anteriores se consideran aprobados para los efectos de esta NOM.

110-3. Evaluación, identificación, instalación y uso del equipo.

a) Selección. Para la selección de los equipos que conformarán la instalación eléctrica, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- (1) Conveniencia para instalación y uso de conformidad con las disposiciones de esta NOM.

NOTA 1: El equipo puede ser nuevo, reacondicionado o remanufacturado.

NOTA 2: La conveniencia del uso de un equipo puede ser identificada mediante una descripción marcada en o suministrada con un producto, que permite identificar la conveniencia de ese producto para un uso, medio ambiente o aplicación específicos. Condiciones especiales de uso u otras limitaciones y otra información pertinente puede ser marcada sobre el equipo, incluida en las instrucciones del producto, o incluida en el etiquetado.

- (2) Resistencia mecánica y durabilidad, incluyendo, para las partes diseñadas para encerrar y proteger otro equipo, la calidad de la protección suministrada.
- (3) Espacio para doblar y conectar los conductores.
- (4) El aislamiento eléctrico.
- (5) Efectos del calentamiento en condiciones normales de uso y también en condiciones anormales que puedan presentarse durante el servicio.
- (6) Efectos de los arcos eléctricos.
- (7) Clasificación por tipo, tamaño, tensión, ampacidad y uso específico.
- (8) Otros factores que contribuyan a la salvaguarda de las personas que utilicen o que puedan entrar en contacto con el equipo.

b) Instalación y uso. Los equipos etiquetados se deben instalar y usar de acuerdo con las instrucciones incluidas en la etiqueta y/o instructivo.

110-4. Tensiones. En toda esta NOM, las tensiones consideradas deben ser aquellas a las que funcionan los circuitos. Las tensiones nominales de corriente alterna son: 120, 127, 120/240, 208Y/120, 220Y/127, 240, 480Y/277, 480, 600Y/347 o 600 volts. La tensión nominal de un equipo no debe ser menor a la tensión nominal del circuito al que está conectado.

Véase NMX-J-098-ANCE

110-5. Conductores. Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre o aluminio, a no ser que, en esta NOM, se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y las secciones transversales que se indiquen en esta NOM se deben aplicar como si fueran conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales, los tamaños deben cambiarse conforme a su equivalente en cobre como se señala en 310-15.

110-6. Designación (tamaño) de los conductores. Los tamaños de los conductores se indican como designación y se expresan en milímetros cuadrados y opcionalmente su equivalente en AWG (American Wire Gage) o en mil circular mil (kcmil).

110-7. Integridad del alambrado. Las instalaciones de alambrado en el momento de quedar terminadas deben estar libres de cortocircuitos, fallas a tierra o cualquier conexión a tierra diferente de lo exigido o permitido en esta NOM.

110-8. Métodos de alambrado. En esta NOM sólo se consideran métodos de alambrado reconocidos como adecuados. Estos métodos de alambrado se permitirán en cualquier tipo de edificio u ocupación, siempre que en esta NOM no se indique lo contrario.

110-9. Capacidad de interrupción. Los equipos destinados a interrumpir corrientes a niveles de falla deben tener una capacidad de interrupción **a** la tensión nominal del circuito al menos igual a la corriente existente en las terminales de línea del equipo.

Los equipos destinados para interrumpir la corriente a otros niveles distintos al de falla, deben tener rango de interrupción a la tensión nominal del circuito, al menos igual a la corriente que debe ser interrumpida.

110-10. Impedancia del circuito, capacidades de corriente de cortocircuito y otras características.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, la impedancia total, las corrientes de interrupción de cortocircuito de los equipos y otras características del circuito que se va a proteger, se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito contra fallas operen para limpiar la falla sin causar daños a los equipos eléctricos del circuito. Se debe suponer que la falla puede ocurrir entre dos o más conductores del circuito o entre cualquier conductor del circuito y el (los) conductor(es) de puesta a tierra del equipo permitido en 250-118. Se debe considerar que los productos aprobados, utilizados de acuerdo con su aprobación, cumplen con los requisitos de esta Sección.

110-11. Agentes deteriorantes. A menos que estén identificados para ser usados en el ambiente en que van a operar, no se deben instalar conductores ni equipos en lugares húmedos o mojados, o donde puedan estar expuestos a gases, humos, vapores, líquidos u otros agentes que tengan un efecto deteriorante sobre los conductores o los equipos, o donde puedan estar expuestos a temperaturas excesivas.

NOTA 1: Ver 300-6 con respecto a la protección contra la corrosión.

NOTA 2: Algunos compuestos de limpieza y lubricación pueden causar grave deterioro de muchos materiales plásticos utilizados en aplicaciones de aislamiento y estructurales en los equipos.

Los equipos no identificados para uso en exterior y el equipo identificado para uso interior únicamente, por ejemplo, en “lugares secos”, “para uso interior únicamente”, en “lugares húmedos” se deben proteger contra daños causados por estar a la intemperie durante la construcción.

NOTA 3: Ver Tabla 110-28 para las designaciones apropiadas de los envoltentes.

110-12. Ejecución mecánica de los trabajos. Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y competente.

a) Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas, diferentes a las destinadas a la operación del equipo, a aquéllas con propósitos de montaje o a las permitidas como parte del diseño de equipo aprobado, deben estar cerradas para que ofrezcan una protección sustancialmente equivalente a la cubierta del equipo. Cuando se utilicen placas o tapones metálicos con envoltentes no metálicos, éstos deben estar empotrados por lo menos 6 milímetros con respecto a la superficie exterior del envoltente.

b) Integridad de los equipos y de las conexiones eléctricas. Las partes internas de los equipos eléctricos, tales como barras colectoras, terminales de alambrado, aisladores y otras superficies, no deben ser dañadas o contaminadas por materiales ajenos como pintura, yeso, limpiadores, abrasivos o residuos corrosivos. No debe haber partes dañadas que puedan afectar negativamente el funcionamiento seguro ni la resistencia mecánica de los equipos, tales como piezas rotas, dobladas, cortadas, o deterioradas por la corrosión, por agentes químicos o por recalentamiento.

110-13. Montaje y enfriamiento de equipo

a) Montaje. El equipo eléctrico debe estar firmemente sujeto a la superficie sobre la que está montado. No deben utilizarse taquetes de madera en agujeros en ladrillo, concreto, yeso o en materiales similares.

b) Enfriamiento. El equipo eléctrico que dependa de la circulación natural del aire y de los principios de la convección para el enfriamiento de sus superficies expuestas, debe instalarse de modo que las paredes o el equipo instalado al lado dejen el suficiente espacio para la circulación del aire sobre dichas superficies. Para los equipos diseñados para montarse en el suelo, se deben dejar espacios libres entre las superficies superiores y adyacentes, para que se disipe el aire caliente que circula hacia arriba. El equipo eléctrico con aberturas de ventilación debe instalarse de modo que las paredes u otros obstáculos no impidan la libre circulación del aire a través del equipo.

110-14. Conexiones eléctricas. Debido a que metales distintos tienen características diferentes, las terminales a compresión, empalmes a compresión y terminales soldadas se deben identificar para el material del conductor y se deben instalar y usar apropiadamente. No se deben utilizar, en una terminal o en un empalme, conductores de metales distintos cuando haya contacto físico entre ellos (como, por ejemplo, cobre y aluminio, cobre y aluminio revestido de cobre o aluminio y aluminio revestido de cobre), a menos que el dispositivo esté identificado para ese fin y esas condiciones de uso. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes, inhibidores y compuestos, éstos deben ser adecuados para el uso y deben ser de un tipo que no afecte negativamente a los conductores, a la instalación o al equipo.

Conectores y terminales para conductores con cableados más flexibles que los de Clase B y Clase C mostrados en el Capítulo 10, Tabla 10, se deben identificar para la clase o clases específicas de conductores.

a) Terminales. Debe asegurarse que la conexión de los conductores a las terminales se haga de forma segura, sin deteriorar los conductores y debe hacerse por medio de conectores de presión (incluyendo los de tipo tornillo), conectores soldables o empalmes a terminales flexibles. Se permite la conexión por medio de placa y tornillo o perno roscado y tuerca en placas con las esquinas levantadas para conductores con tamaño 5.26 mm² (10 AWG) o menores.

Las terminales para más de un conductor y las terminales utilizadas para conectar aluminio deben estar identificadas para ese uso.

b) Empalmes. Los conductores se deben empalmar con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura autógena, o soldadura con un metal fundible o de aleación. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica y después soldarse. Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante identificado para ese fin.

Los conectores o medios de empalme de los cables que van directamente enterrados deben estar aprobados para ese uso.

c) Limitaciones por temperatura. La temperatura nominal de operación del conductor, asociada con su ampacidad, debe seleccionarse y coordinarse de forma que no exceda la temperatura nominal más baja de cualquier terminal, conductor o dispositivo conectado. Se permite el uso de conductores con temperatura nominal mayor que la especificada para las terminales, cuando se utilizan factores de ajuste por temperatura o de corrección por ampacidad o ambos.

1) Disposiciones para el equipo. La determinación de las disposiciones para las terminales del equipo se debe basar en 110-14(c)(1)(a) o (c)(1)(b). A menos que el equipo esté aprobado y marcado de forma diferente, la ampacidad del conductor utilizada para determinar las disposiciones para los terminales del equipo se debe basar en la Tabla 310-15(b)(16) y según las modificaciones adecuadas de 310-15(b)(17).

a. Las terminales de equipos para circuitos de 100 amperes o menos o marcadas para conductores con tamaño 2.08 mm² a 42.4 mm² (14 AWG a 1 AWG), deben utilizarse solamente en uno de los siguientes:

- (1) Conductores con temperatura de operación del aislamiento de 60 °C.
- (2) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, siempre y cuando la ampacidad de estos conductores se determine tomando como base la ampacidad a 60 °C del tamaño del conductor usado.
- (3) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, si el equipo está aprobado e identificado para tales conductores.
- (4) Para motores marcados con las letras de diseño B, C, D o E, se permite el uso de conductores que tienen un aislamiento con temperatura de operación de 75 °C o mayor siempre y cuando la ampacidad de tales conductores no exceda de la ampacidad para 75 °C.

b. Las disposiciones para las terminales del equipo para circuitos con un valor nominal mayor que 100 amperes, o marcados para conductores de tamaño mayor que 42.4 mm² (1 AWG) se deben usar solamente para uno de los siguientes:

- (1) Conductores con temperatura de operación del aislamiento de 75 °C.
- (2) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, siempre y cuando la ampacidad de tales conductores no exceda la ampacidad a 75 °C. Este tipo de conductores también pueden utilizarse si el equipo está aprobado e identificado para uso con tales conductores.

2) Conectores de compresión separables. Los conectores a presión instalados separadamente se deben utilizar con conductores cuya ampacidad no supere la ampacidad a la temperatura nominal listada e identificada del conector.

NOTA: Con respecto a 110-14(c)(1) y (c)(2), la información marcada o aprobada del equipo puede restringir aún más el tamaño y la temperatura nominal de los conductores conectados.

d) Instalación. Cuando un par de apriete se indique como un valor numérico en el equipo o en las instrucciones de instalación proporcionadas por el fabricante, se utilizará un torquímetro para obtener el valor de par indicado, a menos que el fabricante del equipo haya proporcionado instrucciones alternativas de instalación para alcanzar el par de apriete requerido.

110-15. Marcado de la fase donde la tensión de fase a tierra sea más alta.

En sistemas 3 fases, 4 hilos, con conexión delta donde el punto medio del devanado de una fase está puesto a tierra, únicamente el conductor o la barra colectora que tenga la tensión más alta de fase a tierra se debe marcar de manera duradera y permanente mediante un acabado externo que sea de color naranja o mediante otro medio eficaz. Dicha identificación se debe colocar en cada punto del sistema donde se haga una conexión si el conductor puesto a tierra también está presente.

110-16. Letreros de advertencia contra arco eléctrico.

a) General. Los equipos eléctricos tales como tableros de distribución, tableros de potencia, tablero de alumbrado y control, tableros de control industrial, envoltentes para medidores enchufables y centros de control de motores, que estén en sitios que no son para vivienda y que probablemente requieran de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento, mientras estén energizados, deben estar marcados en campo o en fábrica para advertir al personal calificado del peligro potencial de arco eléctrico. El marcado debe cumplir con los requerimientos de la Sección 110-21 (b) y estar ubicado de manera tal que sea claramente visible para el personal calificado antes de la inspección, el ajuste, la reparación o el mantenimiento del equipo.

b) Equipo de acometida. En las unidades que no sean de vivienda, además de los requisitos del inciso (a) anterior, deberá ponerse una etiqueta permanente en campo o en fábrica a equipos de servicio de 1200 amperes o más. La etiqueta deberá cumplir los requisitos de 110-21(b) y contener la siguiente información:

(1) Tensión nominal del sistema

(2) Corriente de falla disponible en los dispositivos de protección de sobrecorriente del equipo de acometida

(3) El tiempo restablecimiento de los dispositivos de protección contra sobrecorriente con base en la corriente de falla disponible en el equipo de acometida.

(4) La fecha de aplicación de la etiqueta.

Excepción: No se requiere la etiqueta del equipo de acometida si se aplica una etiqueta de arco eléctrico de conformidad con las prácticas industriales.

NOTA: Ver la NOM-029-STPS-2011.

110-18. Partes que forman arcos eléctricos. Las partes del equipo eléctrico que en su funcionamiento normal producen arcos, chispas, flamas o metal fundido, se deben encerrar o separar y alejar de todo material combustible.

NOTA: Para lugares (clasificados como) peligrosos ver los Artículos 500 a 517. Para los motores, ver 430-14.

110-19. Conductores de fuerza y de alumbrado conectados al sistema de ferrocarril. Los circuitos de potencia y de alumbrado no se deben conectar a ningún sistema que contenga cables conductores de trole con un retorno de tierra.

Excepción: Estas conexiones de circuito se deben permitir en carros casa, casa de fuerza o estaciones de pasajeros y de carga que funcionen en conexión con los ferrocarriles eléctricos.

110-21. Marcado.**a) Marcado en el equipo.**

1) General. En todos los equipos eléctricos se debe colocar el nombre del fabricante, la marca comercial u otra marca descriptiva mediante la cual se pueda identificar a la empresa responsable del producto. Debe haber otras marcas que indiquen la tensión, la corriente, la potencia u otros valores nominales, tal como se especifica en otras secciones de esta NOM. El marcado debe ser suficientemente durable para resistir las condiciones ambientales involucradas.

2) Equipo reacondicionado. Los equipos reacondicionados deben ser marcados con el nombre, marca comercial u otro marcado descriptivo que permita identificar a la empresa responsable del reacondicionamiento del equipo eléctrico, junto con la fecha del reacondicionamiento.

El equipo reacondicionado será identificado como "reacondicionado" y la aprobación del equipo reacondicionado no se basará únicamente en la aprobación original del equipo.

Excepción: En las instalaciones industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo las personas calificadas reparen el equipo, no se requerirán los marcados indicados en 110-21 (A) (2).

b) Etiquetas de peligro aplicadas en el campo. Cuando en la presente NOM se requieran señales o etiquetas de precaución, advertencia o peligro, las etiquetas deberán cumplir los siguientes requisitos:

1) El marcado debe advertir de los peligros utilizando palabras, colores, símbolos o cualquier combinación de los mismos.

2) La etiqueta deberá estar permanentemente adherida al equipo o método de cableado y no deberá ser escrita a mano.

Excepción a (2): Se permitirá que las porciones de etiquetas o marcas que sean variables o que puedan estar sujetas a cambios, estén escritas a mano y sean legibles.

3) La etiqueta deberá tener una durabilidad suficiente para soportar el medio ambiente.

110-22. Identificación de los medios de desconexión.

a) General. Cada uno de los medios de desconexión debe estar marcado de modo legible para que indique su propósito, a no ser que estén situados e instalados de modo que ese propósito sea evidente. El marcado debe ser suficientemente durable para resistir las condiciones ambientales involucradas.

b) Sistemas combinados en serie con supervisión de ingeniería. Los envoltorios de equipo para interruptores automáticos o fusibles aplicados de conformidad con los valores nominales para combinación en serie, seleccionados bajo la supervisión de ingeniería de acuerdo con 240-86(a) y deben ser marcados según las indicaciones del ingeniero para indicar que el equipo ha sido aplicado con el valor nominal de combinación en serie. La marca debe ser fácilmente visible y debe incluir la siguiente información:

PRECAUCIÓN - SISTEMA COMBINADO EN SERIE CON SUPERVISIÓN DE INGENIERÍA

CORRIENTE NOMINAL _____ AMPERES.

SE REQUIEREN COMPONENTES DE REPUESTO IDENTIFICADOS

c) Sistemas combinados en serie sometidos a prueba. Los envoltorios de equipo para interruptores automáticos o fusibles aplicados de conformidad con los valores nominales para combinación en serie marcados en el equipo por el fabricante de acuerdo con 240-86(b), se debe marcar en el campo en forma legible, para indicar que el equipo ha sido aplicado con el valor nominal de combinación en serie. La marca debe ser fácilmente visible y debe incluir la siguiente información:

PRECAUCIÓN- SISTEMA COMBINADO EN SERIE

CORRIENTE NOMINAL _____ AMPERES.

SE REQUIEREN COMPONENTES DE REPUESTO IDENTIFICADOS

110-23. Transformadores de corriente. Los transformadores de corriente no utilizados que se asocian con circuitos potencialmente energizados deben estar en cortocircuito.

110-24. Corriente de falla disponible.

a) Marcado en campo.

El equipo de acometida en lugares distintos a las unidades de vivienda se debe marcar en el campo en forma legible, con la máxima corriente de falla disponible. El(los) marcado(s) en campo debe incluir la fecha en que se realizó el cálculo de la corriente de falla y tener una durabilidad suficiente para soportar el medio ambiente. El cálculo debe ser documentado y estar disponible a los autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el sistema.

NOTA: La marca de corriente de falla disponible mencionada en 110-24, brinda asistencia para determinar la gravedad de la exposición potencial, planificar prácticas de trabajo seguras y selección de equipos de protección personal

b) Modificaciones.

Cuando se hagan modificaciones en la instalación eléctrica que afecten a la máxima corriente de falla disponible en la acometida, se debe verificar la corriente de falla máxima disponible o volverla a calcular según sea necesario para asegurar que son suficientes los valores nominales del equipo de acometida para la máxima corriente de falla disponible en los terminales de línea del equipo. La marca de campo requerida en la Sección 110-24 (a) se debe ajustar de tal forma que refleje el nuevo nivel de corriente de falla máxima disponible.

Excepción: En las instalaciones industriales en las que las condiciones de mantenimiento y supervisión garantizan que sólo las personas calificadas puedan reparar el equipo, no se requieren las exigencias de marcado de campo dadas en las Secciones 110-24 (a) y 110.24 (b).

110-25. Medios de desconexión que pueden ser bloqueados. Si se requiere que un medio de desconexión se bloquee en la posición abierta en otras partes de esta NOM, éste debe ser capaz de bloquearse en la posición abierta. Las provisiones para el bloqueo deben permanecer en su lugar con o sin el bloqueo instalado.

Excepción: No se requiere que las provisiones de bloqueo para una conexión de cordón y clavija permanezcan en su lugar sin el bloqueo instalado.

Parte B. 1000 volts o menos

110-26. Espacio de trabajo alrededor de equipo eléctrico. Alrededor de todo equipo eléctrico debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento rápido y seguro de dicho equipo.

a) Espacio de trabajo. El espacio de trabajo para equipo que opera a tensión a tierra de 1000 volts o menos y que pueda requerir de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras está energizado, debe cumplir con las dimensiones indicadas en (1), (2), (3) y (4) siguientes, o las que se exijan o permitan en alguna otra parte de esta NOM.

1) Profundidad del espacio de trabajo. La profundidad del espacio de trabajo en la dirección a las partes vivas no debe ser menor a la indicada en la Tabla 110-26(a)(1) a menos que cumplan los requisitos que se indican en (1)(a), (1)(b) o (1)(c). Las distancias deben medirse desde las partes vivas expuestas o desde el envolvente o la abertura si las partes vivas están encerradas.

- a) Ensamblajes de frente muerto. No será requerido espacio de trabajo en la parte posterior o partes laterales de ensamblajes, tales como tableros de distribución de frente muerto, tableros de potencia con envolvente metálico o centros de control de motores donde todas las conexiones y todas las partes ajustables o renovables, tales como fusibles o interruptores, sean accesibles desde lugares que no sean la parte posterior o los laterales. Donde se requiera de acceso posterior para trabajar en partes no eléctricas en la parte posterior del equipo encerrado, debe existir un espacio mínimo horizontal de trabajo de 80 centímetros.
- b) Baja tensión. Se permitirán espacios de trabajo más pequeños, si todas las partes vivas expuestas operan a tensiones no mayores a 30 volts valor eficaz (rms), 42 volts de valor pico o 60 volts de corriente continua.
- c) Edificios existentes. En los edificios existentes en los que se vaya a cambiar el equipo eléctrico, debe dejarse un espacio de trabajo como el de la Condición 2 entre tableros de distribución de fuerza de frente muerto, gabinetes de alumbrado o centros de control de motores localizados uno y otro al otro lado del pasillo y donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que se han dado instrucciones por escrito para prohibir que se abra al mismo tiempo el equipo a ambos lados del pasillo y que el mantenimiento de la instalación sea efectuado por personas calificadas.

2) Ancho del espacio de trabajo. El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico debe ser igual al ancho del equipo o 80 centímetros, el que sea mayor. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos a 90° las puertas o paneles con bisagras del equipo.

3) Altura del espacio de trabajo. El espacio de trabajo debe estar libre y debe extenderse desde el nivel del suelo o plataforma hasta la altura de 2.00 metros o la altura del equipo, la que sea mayor. Dentro de los requisitos de altura de esta sección, se permite que otros equipos asociados con la instalación eléctrica y que estén localizadas arriba o abajo del equipo eléctrico se extiendan no más de 15 centímetros más allá del frente del equipo eléctrico.

Excepción 1: En unidades de vivienda se permitirá que los equipos de acometida y tableros de control, que no excedan 200 amperes, estén instalados en espacios donde la altura de trabajo sea menor de 2.00 metros.

Excepción 2: Es permitido que los medidores que se instalan en las bases enchufe sobresalgan de los otros equipos. Se requiere que los medidores cumplan las reglas de esta sección de la NOM.

Excepción 3: En sistemas de baterías montadas en racks abiertos, la separación superior debe cumplir con 480-10(d)

Tabla 110-26(a)(1).- Espacios de trabajo

Tensión nominal a tierra (volts)	Distancia libre mínima (metros)		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
0-150	0.9	0.9	0.9
151-600	0.9	1.1	1.2
601-1000	0.9	1.2	1.5

Las condiciones son las siguientes:

1. Partes vivas expuestas en un lado y no vivas ni conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes vivas expuestas a ambos lados, protegidas eficazmente por materiales aislantes.
2. Partes vivas expuestas a un lado y conectadas a tierra al otro lado del espacio de trabajo, Las paredes de concreto, ladrillo o mosaico se deben considerar como puestas a tierra.
3. Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo.

4) Acceso limitado. Cuando el equipo que funcione a 1000 nominales volts o menos a tierra y que requiera inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras esté energizado y se requiriera por las instrucciones de la instalación, que se encuentre en un espacio con acceso limitado, se aplicarán todos los siguientes:

a) Cuando el equipo esté instalado sobre un techo fijo, debe haber una abertura no menor de 60 cm × 60 cm, o en un espacio abierto no menor de 60 cm × 80 cm.

b) El ancho del espacio de trabajo debe ser el ancho del gabinete del equipo o un mínimo de 76 cm, cualquiera que sea mayor.

c) Todas las puertas del gabinete o paneles con bisagras deberán ser capaces de abrir un mínimo de 90 grados.

d) El espacio enfrente del gabinete debe cumplir con los requisitos de profundidad de la Tabla 110-26(a)(1). La altura máxima del espacio de trabajo será la altura necesaria para instalar el equipo en el espacio limitado. En este espacio se permitirá un elemento estructural o panel de acceso horizontal.

5) Separación del equipo de alta tensión. Cuando se instalen interruptores, cortacircuitos u otro equipo que funcione a 1000 volts nominales o menos, en una bóveda, cuarto o gabinete donde existan partes vivas expuestas o cables expuestos operando a más de 1000 volts nominales, el equipo de alta tensión debe estar separado del espacio ocupado por el equipo de baja tensión por una pared, valla o pantalla adecuada.

b) Espacios libres. El espacio de trabajo exigido en esta sección no se debe utilizar para almacenamiento. Cuando las partes vivas normalmente encerradas queden expuestas para su inspección o reparación, el espacio de trabajo, si está en un pasillo o en un espacio abierto general, debe estar debidamente resguardado.

c) Entrada y salida del espacio de trabajo

1) Mínimo requerido. Debe haber al menos una entrada de área suficiente para dar entrada y salida al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico.

2) Equipos grandes. Para equipo de 1200 amperes o más y de más de 1.80 metros de ancho, que contenga dispositivos de protección contra sobrecorriente, dispositivos de interrupción o de control, debe tener una entrada y una salida del espacio de trabajo requerido de por lo menos 60 centímetros de ancho y 2.00 metros de alto en cada extremo del espacio de trabajo.

Se permitirá una sola entrada a y salida del espacio de trabajo requerido, donde se cumpla cualquiera de las condiciones que se indican en (a) o (b).

- a. Salida no obstruida. Se permite únicamente una entrada al espacio de trabajo, si el lugar permite una circulación continua y sin obstáculos hacia la salida.
- b. Espacio adicional de trabajo. Donde la profundidad del espacio de trabajo sea el doble del exigido en 110-26(a)(1), se permitirá una sola entrada. Dicha entrada se debe localizar de forma tal que la distancia desde el equipo hasta el borde más próximo de la entrada no sea menor a la distancia libre mínima que se especifica en la Tabla 110-26(a)(1) para equipos que funcionan a esa tensión y en esa condición.

3) Puertas para el personal. Cuando se instalan equipos con capacidad de 800 amperes o más que contengan dispositivos de protección contra sobrecorriente, dispositivos de interrupción o de control y haya puertas para personal destinadas a la entrada y salida del espacio de trabajo a menos de 7.60 metros desde el borde más próximo del espacio de trabajo, las puertas se deben abrir en la dirección de salida y deben tener barras de pánico, placas de presión u otros dispositivos que normalmente están asegurados, pero que se abren bajo presión simple.

d) Iluminación. Debe haber iluminación suficiente en todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos de acometida, tableros de distribución, tableros de potencia en gabinete metálico o de los centros de control de motores instalados en interiores y la iluminación no debe estar controlada únicamente por medios automáticos. No se requerirán salidas adicionales para iluminación, cuando el espacio de trabajo esté iluminado por una fuente de luz adyacente o como es permitido en 210-70(a)(1), Excepción 1, para contactos controlados por un apagador de pared.

e) Espacio dedicado para equipos. Todos los tableros de distribución, tableros de potencia en gabinete metálico, tableros de alumbrado y control y centros de control de motores, se deben ubicar en espacios dedicados para ese uso y protegerse contra daños.

Excepción: Se permitirá que el equipo de control que por su propia naturaleza o que, por las exigencias de otras reglas de esta NOM, deba estar adyacente a o a la vista desde la maquinaria que opera, se instale en tales lugares.

1) Interior. Para instalaciones interiores, se debe cumplir con lo que se indica a continuación:

- a. Espacio dedicado a la instalación eléctrica. El espacio igual al ancho y a la profundidad del equipo, y que se extiende desde el piso hasta una altura de 1.80 metros sobre el equipo o hasta el falso plafón estructural, el que sea menor, se debe dedicar a la instalación eléctrica. En esta zona no se deben ubicar tuberías, conductos, aparatos de protección contra fugas ni otros equipos ajenos a la instalación eléctrica.

Excepción: Los plafones suspendidos con paneles removibles se permiten dentro de la zona de 1.80 metros.

- b. Sistemas ajenos. Se permite que el área por encima del espacio dedicado exigido en 110-26(e)(1) (a), contenga sistemas ajenos siempre que se instale la protección para evitar daño al equipo eléctrico debido a condensación, fugas o rupturas en esos sistemas ajenos.
- c. Protección con rociadores. Se permite la instalación de rociadores en el espacio dedicado, si la tubería cumple con lo establecido en esta sección.
- d. Plafones suspendidos. No se considera como plafón estructural un plafón en declive, suspendido o similar, que no añada resistencia a la estructura del edificio.

2) Exterior. Las instalaciones exteriores deben cumplir con (a) hasta (c) siguientes.

a) Requisitos de instalación. El equipo eléctrico exterior será como sigue:

- (1) Se debe instalar en envolventes identificados
- (2) Debe estar protegido contra el contacto accidental de personal no autorizado, o por el tráfico vehicular
- (3) Debe estar protegido contra fugas o derrames accidentales de sistemas de tuberías.

b) Espacio de trabajo. El espacio libre de trabajo debe incluir la zona descrita en 110-26(a). En esta zona no se deben colocar aditamentos arquitectónicos ni otros equipos.

Excepción: En esta zona se permitirán salientes estructurales o extensiones de techo.

c) Espacio dedicado para equipos. El espacio equivalente al ancho y profundidad del equipo, y que se extiende desde el nivel del suelo hasta una altura de 1.8 m por encima del equipo, debe estar exclusivamente dedicado a la instalación eléctrica. No debe haber tuberías ni otros equipos ajenos a la instalación eléctrica en esta zona.

f) Envolventes o cuartos de equipo eléctrico con cerradura. Los envolventes que albergan aparatos eléctricos o los cuartos de equipo eléctrico que se controlan por medio de cerraduras con llave se consideran accesibles para el personal calificado.

110-27. Resguardo de partes vivas

a) Partes vivas protegidas contra contacto accidental. Excepto si en esta NOM se requiere o autoriza otra cosa, las partes vivas de los equipos eléctricos que funcionen a 50 y hasta 1000 volts nominales deben estar resguardadas contra contactos accidentales por envolventes apropiadas o por cualquiera de los medios siguientes:

- (1) Estar ubicadas en un cuarto, bóveda o recinto similar, accesible únicamente a personal calificado.
- (2) Mediante divisiones adecuadas, sólidas y permanentes, o enrejados dispuestos de modo que sólo el personal calificado tenga acceso al espacio cercano a las partes vivas. Cualquier abertura en dichas divisiones o enrejados debe ser de tales dimensiones o estar situada de modo que no sea probable que las personas entren en contacto accidental con las partes vivas, o pongan objetos conductores en contacto con las mismas.
- (3) Estar situadas en un balcón, una galería o en una plataforma, elevadas y dispuestas de tal modo que excluya a personal no calificado.
- (4) Estar instaladas por encima del piso u otra superficie de trabajo.
 - a. Un mínimo de 2.5 m para 50 a 300 volts entre conductores no puestos a tierra
 - b. Un mínimo de 2.6 m para 301 a 600 volts entre conductores no puestos a tierra
 - c. Un mínimo de 2.6 m para 601 a 1000 volts entre conductores no puestos a tierra

b) Prevención de daño físico. En lugares en los que sea probable que el equipo eléctrico pueda estar expuesto a daños físicos, las envolventes o protecciones deben estar dispuestas de tal modo y ser de una resistencia tal que evite estos daños.

c) Señales preventivas. Las entradas a cuartos y otros lugares resguardados que contengan partes vivas expuestas, deben marcarse con señales preventivas visibles que prohíban la entrada a personal no calificado.

NOTA: Para los motores, véase 430-232 y 430-233. Para más de 1000 volts, véase 110-34.

110-28. Tipos de envoltente. Los envoltentes (diferentes de cercas o muros circundantes cubiertos en 110-31) de tableros de distribución, tableros de alumbrado y control, tableros de control industrial, centros de control de motores, medidores enchufables, interruptores con envoltente, interruptores de transferencia, salidas de energía eléctrica, interruptores automáticos, sistema de accionamiento de velocidad ajustable, interruptores de arranque, equipo de distribución de energía eléctrica portátil, cajas de terminación, transformadores de uso general, controladores de la bomba contra incendios, motores de la bomba contra incendios y controladores de motores, con tensión no mayor que a 1000 volts y previstos para tales lugares, deben estar marcados con un número del tipo de envoltente acorde con la Tabla 110-28.

La Tabla 110-28 se debe utilizar para seleccionar los envoltentes para uso en lugares específicos diferentes de los lugares peligrosos (clasificados). Los envoltentes no están previstos para proteger contra condiciones tales como condensación, formación de hielo, corrosión o contaminación que se puedan presentar dentro del envoltente o que puedan penetrar a través del conduit o de las aberturas sin sellar.

Tabla 110-28.- Tipos de envoltente

Proporciona un grado de protección contra las siguientes condiciones ambientales	Para uso exterior									
	Número del tipo de envoltente									
	3	3R	3S	3X	3RX	3SX	4	4X	6	6P
Contacto accidental con el envoltente del equipo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lluvia, nieve y granizo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Granizo*	—	—	X	—	—	X	—	—	—	—
Polvo en el aire	X	—	X	X	—	X	X	X	X	X
Lavado con manguera	—	—	—	—	—	—	X	X	X	X
Agentes corrosivos	—	—	—	X	X	X	—	X	—	X
Sumersión temporal	—	—	—	—	—	—	—	—	X	X
Sumersión prolongada	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X
Proporciona un grado de protección contra las siguientes condiciones ambientales	Para uso interior									
	Número del tipo de envoltente									
	1	2	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
Contacto accidental con el envoltente del equipo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Polvo que cae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Líquidos que caen y salpicaduras leves	—	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Polvo, pelusa, fibras y partículas suspendidas circulantes	—	—	X	X	—	X	X	X	X	X
Asentamiento de polvo, pelusa, fibras y partículas suspendidas transportados por el aire	—	—	X	X	X	X	X	X	X	X
Agua por lavado con manguera y salpicadura	—	—	X	X	—	X	X	—	—	—
Escape de aceite y refrigerante	—	—	—	—	—	—	—	X	X	X
Salpicadura y rociado de aceite o refrigerante	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X
Agentes corrosivos	—	—	—	X	—	—	X	—	—	X
Sumersión temporal	—	—	—	—	—	X	X	—	—	—
Sumersión prolongada	—	—	—	—	—	—	X	—	—	—

* El mecanismo debe ser operable cuando está cubierto con hielo.

El término hermético a la lluvia generalmente se usa junto con envoltentes tipo 3, 3S, 3SX, 3X, 4, 4X, 6 y 6P. El término a prueba de lluvia generalmente se usa junto con envoltentes tipo 3R y 3RX. El término hermético al agua generalmente se usa junto con envoltentes tipo 4, 4X, 6, 6P. El término hermético al goteo generalmente se usa junto con envoltentes tipo 2, 5, 12, 12K y 13. El término hermético al polvo generalmente se usa junto con envoltentes tipo 3, 3S, 3SX, 3X, 5, 12, 12K y 13.

Los rangos de protección dados en la Tabla 110-28 se pueden consultar en el Apéndice D.1

Los rangos de protección contra el acceso (IP) se pueden consultar en el Apéndice D.2 Clasificación IEC.

Parte C. Más de 1000 volts nominales

110-30. Generalidades. Los conductores y equipos usados en circuitos de más de 1000 volts nominales deben cumplir con la Parte A de este artículo y con 110-30 a 110-41, que complementan o modifican la Parte A. En ningún caso se deben aplicar las disposiciones de esta parte a equipos situados en el lado de alimentación del punto de acometida.

110-31. Envolvente para las instalaciones eléctricas. Las instalaciones eléctricas en bóvedas, en cuartos o en armarios o en una zona rodeada por una pared, mampara o cerca, cuyo acceso esté controlado por cerradura y llave u otro medio aprobado, deben ser consideradas accesibles únicamente para personas calificadas. El tipo de envolvente utilizada en un caso específico debe diseñarse y construirse según la naturaleza y grado del riesgo o riesgos asociados con la instalación.

Para instalaciones distintas de los equipos descritos en 110-31(d) se debe utilizar una pared, un enrejado o una cerca que rodee la instalación eléctrica exterior para desalentar el acceso a personas no calificadas. La cerca no debe tener menos de 2.10 metros de altura o una combinación de 1.80 metros o más de malla y 0.30 metros o más de extensión, usando tres o más hilos de alambre de púas o equivalente. La distancia desde la cerca hasta las partes vivas no debe ser menor a la que se indica en la Tabla 110-31.

NOTA: Para los requisitos de construcción de las bóvedas para transformadores, véase el Artículo 450.

a) Bóvedas eléctricas. Cuando se requiera o se especifique una bóveda para conductores y equipos se aplicará de (1) a (5) siguientes,

Tabla 110-31 Distancia mínima desde la cerca hasta las partes vivas

Niveles de tensión (kilovolts)	Distancia mínima hasta las partes vivas (metros)
Menos de 13.8	3.05
De 13.8 hasta 230	4.60
Más de 230	5.50

1) Paredes y techo. Se deben construir con materiales de resistencia estructural adecuada para las condiciones del lugar, con una clasificación de resistencia mínima al fuego de 3 horas.

Para el propósito de esta sección, no se permite la construcción con polines de madera y paneles prefabricados.

2) Pisos. Los pisos de las bóvedas en contacto con la tierra deben ser de concreto con un espesor no menor a 10 centímetros, pero cuando la bóveda se construya con un espacio vacío u otros pisos debajo de ella, el piso debe tener la resistencia estructural adecuada para la carga impuesta sobre él y una resistencia mínima al fuego de 3 horas.

3) Puertas. Cada puerta que conduzca a una bóveda desde el interior del edificio será provista con una puerta de ajuste hermético que tenga una clasificación de resistencia mínima al fuego de 3 horas.

Excepción a (1), (2) y (3) anteriores: Cuando la bóveda está protegida con rociadores automáticos de agua, de bióxido de carbono o de gas halón, se permite la construcción con clasificación de resistencia mínima al fuego de 1 hora.

4) Cerraduras. Las puertas deben estar equipadas con cerraduras y deben mantenerse cerradas, con acceso permitido sólo a personas calificadas. Las puertas para personal deben abrir hacia afuera y estar equipadas con barras de pánico, placas de presión o cualquier otro aditamento similar, que estén normalmente aseguradas pero que se abran con simple presión.

5) Transformadores. Si en una bóveda construida según el Artículo 450 se instala un transformador, la bóveda debe ser construida de acuerdo con los requisitos de la Parte C del Artículo 450.

NOTA: Una construcción típica de 3 horas es de concreto reforzado de 15 centímetros de espesor.

b) Instalaciones interiores.

1) En lugares accesibles a personas no calificadas. Las instalaciones eléctricas interiores que son accesibles a personas no calificadas deben estar hechas con equipos en envoltentes metálicos. Los tableros de potencia, subestaciones unitarias, transformadores, cajas de derivación, cajas de conexión y otros equipos asociados similares, se deben marcar con los símbolos de precaución adecuados. Las aberturas en transformadores ventilados de tipo seco o aberturas similares en otros equipos deben estar diseñadas de tal modo que los objetos extraños introducidos a través de esas aberturas sean desviados de las partes energizadas.

2) En lugares accesibles sólo a personas calificadas. Las instalaciones eléctricas interiores consideradas accesibles sólo a personas calificadas en esta sección deben cumplir lo establecido en 110-34, 110-36 y 490-24.

c) Instalaciones a la intemperie

1) En lugares accesibles a personas no calificadas. Las instalaciones eléctricas a la intemperie que estén abiertas a personas no calificadas deben cumplir con las Partes A, B y C del Artículo 225.

2) En lugares accesibles sólo a personas calificadas. Las instalaciones eléctricas a la intemperie, que tienen partes vivas expuestas, deben ser accesibles solamente para personas calificadas, según el primer párrafo de esta sección y deben cumplir lo establecido en 110-34, 110-36 y 490-24

d) Equipo en envolventes metálicas accesibles a personal no calificado

Las aberturas de ventilación o similares en los equipos, deben estar diseñadas de manera que los objetos extraños insertados a través de esas aberturas sean desviados de las partes energizadas. Donde estén expuestos a daño físico debido al tráfico vehicular, deben instalarse protectores adecuados. El equipo en envolventes metálicas o no metálicas localizado a la intemperie y accesible a personas no calificadas debe estar diseñado de modo que los tornillos o tuercas visibles no se puedan quitar fácilmente y así permitir el acceso a partes vivas. Cuando un equipo en envoltorio metálico o no metálico sea accesible a personas no calificadas y la parte inferior del envoltorio está a menos de 2.50 metros por encima del suelo o del nivel de la calle, la puerta o la tapa con bisagra del envoltorio se debe mantener cerrada y con seguro. Puertas y tapas de las envolventes usadas únicamente como cajas de derivación, de empalme o de unión, deben estar aseguradas atornilladas o enroscadas. Se debe considerar que las cubiertas de cajas subterráneas que pesen más de 45 kilogramos cumplen con este requisito.

110-32. Espacio de trabajo alrededor de los equipos. Alrededor de todo equipo eléctrico debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita la operación y el mantenimiento fácil y seguro de dicho equipo. Donde haya expuestas partes energizadas, el espacio de trabajo mínimo no debe ser menor a 2.00 metros de altura (medidos verticalmente desde el piso o plataforma) ni menor a 0.90 metros de ancho (medidos paralelamente al equipo). La distancia debe ser la que se requiera en la Sección 110-34(a). En todos los casos, el espacio de trabajo debe ser suficiente para permitir como mínimo una abertura de 90 °C de las puertas o los paneles con bisagras.

110-33. Entrada a envolventes (gabinetes) y acceso al espacio de trabajo

a) Entrada. Debe haber por lo menos una entrada a los envolventes para instalaciones eléctricas como se describe en 110-31, que tenga como mínimo de 60 centímetros de ancho y 2.00 metros de altura para dar acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico.

1) Equipos grandes. En los tableros de potencia con envoltorio metálico y tableros de control de más de 1.80 metros de ancho, debe haber una entrada en cada extremo de dicho equipo. Se permite una sola entrada al espacio de trabajo cuando se cumple cualquiera de las condiciones indicadas a continuación:

- a. Salida no obstruida. Si el lugar permite una vía continua y no obstruida de circulación hacia la salida, se permitirá una sola entrada al espacio de trabajo.
- b. Espacio de trabajo adicional. Cuando la profundidad del espacio de trabajo es el doble del exigido en 110-34(a), se permite una sola entrada. Dicha entrada se debe localizar de forma tal que la distancia desde el equipo hasta el borde más próximo de la entrada no sea menor a la distancia libre mínima que se especifica en la Tabla 110-34(a) para equipos que funcionan a esa tensión y en esa condición.

2) Protección. Cuando haya partes energizadas desnudas de cualquier tensión o partes energizadas aisladas de más de 1000 volts nominales cerca de dichas entradas, deben estar adecuadamente protegidas.

3) Puertas para personal. Cuando hay puertas para el personal destinadas a la entrada y salida del espacio de trabajo a menos de 7.60 metros desde el borde más próximo de dicho espacio, las puertas deben abrir hacia afuera y estar equipadas con barras de pánico, placas de presión o cualquier otro aditamento similar que estén normalmente aseguradas, pero que se abran con simple presión.

b) Acceso. Debe haber escaleras o escalones permanentes que permitan acceder de modo seguro al espacio de trabajo alrededor de equipo eléctrico instalado en plataformas, balcones, o en mezanines o en los áticos o en cuartos en las azoteas.

110-34. Espacio de trabajo y protección

a) Espacio de trabajo. A menos que se permita o se exija otra cosa en esta NOM, el equipo que pueda requerir de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras está energizado, debe tener un espacio de trabajo libre en dirección del acceso a las partes vivas del equipo eléctrico y no debe ser menor al especificado en la Tabla 110-34(a). Las distancias se deben medir desde las partes vivas, si están expuestas, o desde el frente o abertura del envoltorio, si están encerradas.

Excepción: No se exigirá espacio de trabajo en la parte posterior de equipos tales como tableros de potencia con envolvente metálico o ensambles de control en los que no haya partes intercambiables o ajustables (como fusibles o interruptores) en su parte posterior y donde todas las conexiones son accesibles desde lugares que no sean la parte posterior. Cuando se requiera acceso por la parte posterior para trabajar en partes no energizadas de la parte posterior del envolvente del equipo, debe haber un espacio de trabajo mínimo de 80 centímetros medidos horizontalmente.

Tabla 110-34(a).- Distancia mínima del espacio de trabajo al equipo eléctrico

Tensión a tierra (volts)	Distancia libre mínima (metros)		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
1001-2 500	0.90	1.20	1.50
2 501-9 000	1.20	1.50	1.80
9 001-25 000	1.50	1.80	2.80
25 001-75 kV	1.80	2.50	3.00
más de 75 kV	2.50	3.00	3.70

Donde las condiciones son las siguientes:

1. Partes vivas expuestas en un lado y no activas o conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes vivas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por materiales aislantes.
2. Partes vivas expuestas en un lado del espacio de trabajo y partes conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo. Las paredes de concreto, tabique o azulejo se consideran superficies conectadas a tierra.
3. Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo.

b) Separación de equipos de baja tensión. Cuando haya instalados desconectadores, cortacircuitos u otro equipo que funcionen a 1000 volts nominales o menos, en una bóveda, cuarto o envolvente donde haya partes vivas expuestas o alambrado expuesto operando a más de 1000 volts nominales, la instalación de alta tensión debe separarse eficazmente del espacio ocupado por los equipos de baja tensión mediante una división, cerca o enrejado adecuados.

Excepción: Se permite instalar, sin división, cerca o enrejado, dentro del envolvente, cuarto o bóveda de alta tensión, interruptores u otros equipos que funcionen a 1000 volts nominales o menos y que pertenezcan sólo a equipos dentro del envolvente, cuarto o bóveda de alta tensión, sólo si es accesible por personas calificadas.

c) Cuartos o envolventes con cerradura. Las entradas a todos los edificios, bóvedas, cuartos o envolventes que contengan partes vivas expuestas o conductores expuestos que operen a más de 1000 volts nominales, deben mantenerse cerradas con llave, a menos que dichas entradas estén en todo momento bajo la observación de una persona calificada.

Deben colocarse señales permanentes y claramente visibles de advertencia de peligro. La señal de peligro debe cumplir con los requisitos de la Sección 110-21 (b) y debe tener la siguiente inscripción:

"PELIGRO - ALTA TENSIÓN"

d) Iluminación. Debe haber iluminación apropiada en todos los espacios de trabajo alrededor del equipo eléctrico. No se permite el control de la iluminación únicamente por medios automáticos. Las salidas para iluminación deben estar dispuestas de manera que las personas que cambien las lámparas o hagan reparaciones en el sistema de alumbrado, no corran peligro por las partes vivas u otros equipos.

Los puntos de control deben estar situados de modo que no sea probable que las personas entren en contacto con ninguna parte viva o móvil del equipo mientras encienden el alumbrado.

e) Altura de las partes vivas sin proteger. Las partes vivas sin proteger que se encuentren por encima del espacio de trabajo deben guardar una altura no menor a la requerida en la Tabla 110-34(e).

f) Protección del equipo de acometida, tableros de potencia con envolvente metálico y ensambles para control industrial. Los tubos o conductos ajenos a la instalación eléctrica, que requieren mantenimiento periódico o cuyo mal funcionamiento pondrían en peligro la operación del sistema eléctrico, no se deben localizar en cercanías del equipo de acometida, tableros de potencia con envolvente metálico o ensambles de control industrial. Se debe proporcionar protección donde sea necesaria para evitar daños debido a fugas, condensación y roturas en tales sistemas ajenos. No se deben considerar ajenas las tuberías y otras instalaciones si son para protección contra incendios de la instalación eléctrica.

Tabla 110-34(e).- Altura de las partes vivas sin proteger sobre el espacio de trabajo

Tensión entre fases (volts)	Altura (metros)
1001-7500	2.70
7501-35 000	2.90
Más de 35 000	Aumentar 9.5 mm por cada kV arriba de 35 000 volts

110-36. Conductores de los circuitos.

Se permite instalar los conductores de circuitos en canalizaciones, en charola para cables, como cable con cubierta metálica, como alambre desnudo, cable y barras colectoras, o como cables o conductores Tipo MT, tal como se establece en 300-37, 300-39, 300-40 y 300-50. Los conductores desnudos vivos deben cumplir con 490-24.

Los aisladores, junto con sus accesorios de montaje y amarre, que se usen como soportes para alambres, cables monopolares o barras colectoras, deben tener la capacidad de soportar en forma segura las fuerzas magnéticas máximas que predominarían cuando dos o más conductores de un circuito estuvieran sometidos a una corriente de cortocircuito.

Las trayectorias expuestas de alambres y cables que posean una funda de plomo desnuda o una cubierta exterior trenzada, se deben apoyar de manera que se evite daño físico a la funda o a la cubierta. Los soportes para los cables con funda de plomo se deben diseñar para evitar la electrólisis de la funda.

110-40. Límites de temperatura en las terminales.

Se permite que los conductores lleguen a terminales de 90 °C si se determina su ampacidad de acuerdo a la temperatura nominal como se especifica en las Tablas 310-60(c)(67) a 310-60(c)(86), a menos que otra cosa se especifique.

110-41. Inspecciones y pruebas.

a) Pruebas preoperacionales y de puesta en servicio. Cuando se requiera en otras partes de esta NOM, el diseño del sistema eléctrico completo, incluyendo los ajustes de los circuitos de protección, conmutación y control, deben prepararse con antelación y estar disponibles de la autoridad competente y debe probarse cuando se instale por primera vez en el sitio.

b) Informe de Pruebas. Un informe de las pruebas preoperacionales debe estar disponible para la autoridad competente antes de la energización y a disposición de los autorizados a instalar, operar, probar y mantener el sistema.

Parte D. Instalaciones de más de 1000 volts nominales en túneles**110-51. Generalidades**

a) Cobertura. Las disposiciones de esta parte se deben aplicar a los equipos de distribución de potencia de alta tensión y de utilización que es portátil, móvil o ambos, tales como: subestaciones, remolques, autos, palas mecánicas, excavadoras, grúas, taladros, dragas, compresores, bombas, transportadores, retroexcavadoras y similares.

b) Otros Artículos. Los requisitos de esta parte deben ser adicionales a, o enmiendas a los establecidos en los Artículos 100 a 490 de esta NOM.

c) Protección contra daño físico. Los cables y conductores en los túneles deben estar situados por encima del piso del túnel y ubicados o resguardados para protegerlos de daños físicos.

110-52. Protección contra sobrecorriente. El equipo operado a motor se debe proteger de sobrecorrientes de acuerdo con las Partes C, D y E del Artículo 430. Los transformadores se deben proteger de sobrecorriente de acuerdo con 450-3.

110-53. Conductores. Los conductores de alta tensión en los túneles se deben instalar en conduit metálico u otras canalizaciones metálicas, cable tipo MC, u otro cable multiconductor aprobado. Para alimentar el equipo móvil se permite el cable multiconductor portátil.

110-54. Unión y conductores de puesta a tierra de equipos

a) Puesta a tierra y unión. Todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos y todas las canalizaciones metálicas y envolturas de cable, deben ser unidos y puestos a tierra, sólidamente, a todos los tubos y rieles metálicos en el portal, y a intervalos que no superen los 300 metros a lo largo del túnel.

b) Conductores de puesta a tierra de equipos. Debe tenderse un conductor de puesta a tierra del equipo con los conductores del circuito dentro de la canalización metálica, o dentro de la cubierta del cable multiconductor. Se permite que el conductor de puesta a tierra del equipo esté aislado o desnudo.

110-55. Transformadores, interruptores y equipos eléctricos. Se deben proteger de daño físico todos los transformadores, interruptores, controladores de motor, motores, rectificadores y demás equipos instalados bajo el suelo mediante su ubicación o resguardo.

110-56. Partes energizadas. Los terminales de los transformadores, interruptores, controladores de motor y demás equipos, se deben encerrar para evitar el contacto accidental con las partes energizadas.

110-57. Controles del sistema de ventilación. Los controles eléctricos para el sistema de ventilación se deben disponer de manera que el flujo de aire se pueda invertir.

110-58. Medios de desconexión. Para la desconexión de cada transformador o motor se debe instalar un desconectador o un interruptor automático, a la vista desde cada ubicación de un transformador o motor, que abra simultáneamente todos los conductores de fase del circuito. El desconectador o el interruptor automático para un transformador, debe tener una corriente no menor a la ampacidad de los conductores que alimentan al transformador. El desconectador o el interruptor automático para un motor deben cumplir los requisitos aplicables del Artículo 430.

110-59. Envolventes. Los envolventes para uso en túneles deben ser a prueba de goteo, a prueba de intemperie o sumergibles, según se requiera por las condiciones ambientales. Los envolventes del interruptor o contactor no se deben usar como cajas de conexiones ni como canalizaciones para conductores que alimentan a o se derivan de otros interruptores, a menos que los envolventes cumplan con lo indicado en 312-8.

Parte E. Pozos de inspección y otros envolventes eléctricos proyectados para la entrada de personal

110-70. Generalidades. Los envolventes eléctricos proyectados para la entrada de personal y fabricados específicamente para este propósito, deben ser del tamaño suficiente para brindar un espacio de trabajo seguro alrededor del equipo eléctrico que tenga partes vivas que puedan requerir de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras está energizado. Estos envolventes deben tener el tamaño suficiente que permita instalar o retirar fácilmente los conductores empleados, sin daño a los conductores ni al aislamiento, y deben cumplir con las disposiciones de esta parte.

Excepción: Cuando los envolventes eléctricos considerados en la Parte E de este Artículo sean parte de un sistema de alambrado industrial, que funciona bajo condiciones de mantenimiento y supervisión que garantizan que sólo personal calificado vigila y supervisa el sistema, se permite que estos envolventes se diseñen e instalen según las prácticas adecuadas de ingeniería.

110-71. Resistencia. Los pozos de inspección, las bóvedas y sus medios de acceso se deben diseñar bajo la supervisión de Ingeniería calificada, y deben resistir todas las cargas que probablemente se apliquen sobre las estructuras.

110-72. Espacio de trabajo para el cableado. Debe existir un espacio de trabajo libre, con ancho no menor a 90 centímetros cuando los cables se ubican a ambos lados, y no menor a 75 centímetros cuando los cables están en un solo lado. El espacio vertical no debe ser menor a 1.80 metros, a menos que la abertura esté como máximo a 30 centímetros, medidos horizontalmente, con respecto a la pared interior adyacente del envoltorio.

Excepción: Se debe permitir que un pozo de inspección que contenga uno o más de los siguientes elementos, tenga una de las dimensiones horizontales del espacio de trabajo reducida a 60 centímetros, cuando el otro espacio horizontal libre de trabajo se incremente de modo que la suma de las dos dimensiones no sea menor a 1.80 metros:

- (1) Cables de fibra óptica según lo cubierto en el Artículo 770.
- (2) Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada alimentados según lo cubierto en 760-121.
- (3) Circuitos de control remoto y circuitos de señalización Clase 2 o Clase 3, o ambos, alimentados según lo cubierto en 725-121.

110-73. Espacio de trabajo del equipo. Para instalaciones que funcionan a 1000 volts o menos y cuando el equipo eléctrico con partes vivas, que puedan requerir de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras está energizado, esté instalado en un pozo de inspección, una bóveda u otro envoltorio diseñado para el acceso de personal, se debe cumplir lo establecido para el espacio de trabajo y los requisitos asociados en 110-26. Cuando la instalación opere a más de 1000 volts, se debe cumplir lo establecido para el espacio de trabajo y los requisitos asociados en 110-34. Una cubierta para el acceso del pozo de inspección que pese más de 45 kilogramos se debe considerar que cumple con los requisitos de 110-34(c).

110-74. Instalación de los conductores. Los conductores instalados en un pozo de inspección y otros envolventes diseñados para el acceso de personal se deben cablear, montar en bastidores o disponer en una manera aprobada, que proporcione acceso fácil y seguro a las personas que entran para instalación y mantenimiento. La instalación debe cumplir con (a) o (b) siguientes, el que sea aplicable:

a) 1000 volts nominales o menos. El espacio para el doblado de los conductores que operan a 1000 volts nominales o menos, se debe proporcionar según los requisitos de 314-28.

b) Más de 1000 volts nominales. Los conductores que operan a más de 1000 volts nominales se deben proporcionar con espacio para su doblado de acuerdo con 314-71(a) y (b), según corresponda.

Excepción: Cuando se aplica 314-71(b), cada fila o columna de ductos en una pared del envolvente se debe calcular individualmente, y se debe usar la fila o columna que proporcione la distancia máxima.

110-75. Acceso a los pozos de inspección

a) Dimensiones. Las aberturas rectangulares para el acceso no deben ser de menos de 65 x 55 centímetros. Las aberturas circulares para el acceso a un pozo de inspección deben tener un diámetro mínimo de 65 centímetros.

Excepción: Se permite que se reduzca el diámetro mínimo de la cubierta a 60 centímetros, en un pozo de inspección que tenga una escalera fija que no obstruya la abertura, o que contenga uno o más de los siguientes elementos:

- (1) Cables de fibra óptica según lo cubierto en el Artículo 770.
- (2) Circuitos de potencia limitada de alarma contra incendios alimentados como se indica en 760-121.

Circuitos de control remoto y circuitos de señalización Clase 2 o Clase 3, o ambos, alimentados según se indica en 725-121.

b) Obstrucciones. Las aberturas de los pozos de inspección deben estar libres de partes sobresalientes que puedan lesionar al personal o dificultar la salida rápida.

c) Ubicación. Las aberturas de los pozos de inspección para el personal se deben ubicar donde no estén directamente por encima del equipo eléctrico o de los conductores en el envolvente. Cuando esto no es factible, debe haber una escalera fija o una barrera protectora.

d) Tapas. Las tapas deben pesar más de 45 kilogramos o ser de un diseño que requiera el uso de herramientas para abrirlas. Se deben diseñar o contener de manera que no puedan caer dentro del pozo de inspección ni sobresalir lo suficiente como para hacer contacto con los conductores eléctricos o el equipo dentro del pozo de inspección.

e) Marcado. Las tapas de los pozos de inspección deben tener una marca de identificación o un logotipo que indique de modo prominente su función, tal como "eléctrica".

110-76. Acceso a bóvedas y túneles

a) Ubicación. Las aberturas de acceso para el personal deben ubicarse de manera tal que no estén directamente por encima del equipo eléctrico o de los conductores en el envolvente. Se deben permitir otras aberturas por encima del equipo para facilitar la instalación, el mantenimiento o el reemplazo del equipo.

b) Cerraduras. Además del cumplimiento con los requisitos de 110-34, si así corresponde, las aberturas de acceso para el personal deben estar dispuestas de modo que la persona que está en el interior pueda salir cuando la puerta de acceso esté cerrada con seguro desde afuera, o en el caso de estar cerrada con candado, la disposición de cierre debe ser tal que el candado se pueda cerrar en el sistema de cierre y prevenir que la cierren desde afuera.

110-77. Ventilación. Cuando los pozos de inspección, los túneles y las bóvedas tengan aberturas de comunicación en las áreas encerradas usadas por el público, se debe tener ventilación hacia el aire libre, siempre que sea factible.

110-78. Resguardo. Cuando los conductores o el equipo, o ambos, puedan entrar en contacto con objetos cayendo o siendo empujados a través de la rejilla de ventilación, tanto los conductores como las partes vivas se deben proteger según los requisitos de 110-27(a)(2) o la 110-31(b)(1), dependiendo de la tensión.

110-79. Escaleras fijas. Las escaleras fijas deben ser resistentes a la corrosión.

CAPÍTULO 2 ALAMBRADO Y PROTECCIÓN

ARTÍCULO 200

USO E IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES PUESTOS A TIERRA

200-1. Alcance. Este Artículo establece los requisitos para:

- (1) Identificación de las terminales;
- (2) Conductores puestos a tierra en el sistema de alambrado de las edificaciones; y
- (3) Identificación de los conductores puestos a tierra.

NOTA: Para definiciones de Conductor puesto a tierra, Conductor de puesta a tierra de equipos y Conductor del electrodo de puesta a tierra, véase el Artículo 100.

200-2. Generalidades. Los conductores puestos a tierra deben cumplir con (a) y (b).

a) Aislamiento. El conductor puesto a tierra, cuando esté aislado, debe tener un aislamiento:

- (1) Que sea adecuado, de color diferente, a cualquier conductor no puesto a tierra del mismo circuito para sistemas de 1000 volts o menos, para sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia de más de 1000 volts, o
- (2) Tenga una tensión nominal no menor a 600 volts para sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra de más de 1000 volts, tal como se describe en 250-184(a).

b) Continuidad. La continuidad de un conductor puesto a tierra no debe depender de una conexión a una envolvente metálica, a una canalización o a un cable armado.

NOTA: Véase 300-13(b) para información sobre la continuidad de los conductores puestos a tierra usados en circuitos derivados multiconductores.

200-3. Conexión a sistemas puestos a tierra. Las instalaciones de los inmuebles no se deben conectar eléctricamente a la red de suministro a menos que esta última tenga, para cualquier conductor puesto a tierra de la instalación interior, el correspondiente conductor puesto a tierra. Para los fines de esta sección, “conectado eléctricamente” quiere decir que está conectado de modo que es capaz de transportar corriente, a diferencia de la conexión por inducción electromagnética.

Excepción: Se permite que los inversores interactivos aprobados, que actúan con la red del suministrador, identificados para uso en sistemas de generación distribuida tales como los sistemas fotovoltaicos y celdas de combustible, estén conectados al alambrado de los inmuebles sin un conductor puesto a tierra, cuando el alambrado de los inmuebles o el sistema del suministrador incluya un conductor puesto a tierra.

200-4. Conductores neutros.

a) Instalación. No debe usarse un conductor neutro para más de un circuito derivado, para más de un circuito derivado multiconductor o para más de un conjunto de conductores de fase de un alimentador, a menos que se permita en alguna parte de esta NOM.

b) Circuitos múltiples. Donde haya más de un conductor neutro asociado a diferentes circuitos en un envolvente, los conductores de circuitos puestos a tierra de cada uno de los circuitos deben estar identificados o agrupados, a fin de corresponder con el conductor de circuitos no puestos a tierra, mediante marcadores de cables, amarres para cables o medios similares, en al menos un lugar dentro del envolvente.

Excepción 1: Los requisitos para el agrupamiento o identificación no se deben aplicar si el circuito derivado o los conductores del alimentador ingresan desde un cable o una canalización únicos para el circuito, que hagan que el agrupamiento sea obvio.

Excepción 2: Los requisitos para el agrupamiento o identificación no se deben aplicar donde los conductores del circuito derivado pasan a través de una caja sin un bucle, según se describe en la sección 314-16(b)(1) o sin un empalme o terminación.

200-6. Medios de identificación de conductores puestos a tierra

a) Tamaño 13.3 mm² (6 AWG) o menor. Un conductor con aislamiento puesto a tierra de tamaño 13.3 mm² (6 AWG) o menor, debe identificarse por uno de los siguientes medios:

- (1) Cubierta o aislamiento de color blanco en toda su longitud.
- (2) Cubierta o aislamiento de color gris en toda su longitud.

- (3) Tres franjas blancas o grises a lo largo de toda la longitud del conductor, en conductores que tengan aislamiento de color diferente al verde.
- (4) Los alambres que tienen su cubierta exterior blanca o gris pero que lleven hilos de referencia de colores en la trenza conductora identificando el origen de fabricación, se debe considerar que cumplen las disposiciones de esta sección.
- (5) El conductor puesto a tierra de un cable con forro metálico y aislamiento mineral (Tipo MI), debe identificarse en el momento de la instalación mediante marcas claras en sus terminaciones.
- (6) Un cable con un solo conductor con aislamiento resistente a la luz solar y con clasificación de intemperie, que se utilice como conductor puesto a tierra en los sistemas solares fotovoltaicos, tal como se permite en 690-31, debe identificarse en el momento de la instalación mediante una marca blanca distintiva en todas sus terminaciones.
- (7) Los alambres para artefactos deben cumplir con los requisitos para la identificación de conductores puestos a tierra, como se especifica en 402-8.
- (8) Para cables aéreos, la identificación debe hacerse como se indica anteriormente o por medio de una marca en el exterior del cable de tal manera que se pueda identificar.

b) Tamaño 21.2 mm² (4 AWG) o mayores. Un conductor con aislamiento puesto a tierra de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) o mayor, debe identificarse por medio de uno de los siguientes medios:

- (1) Cubierta o aislamiento de color blanco en toda su longitud.
- (2) Cubierta o aislamiento de color gris en toda su longitud.
- (3) Tres franjas blancas o grises a lo largo de toda la longitud del conductor, en conductores que tengan aislamiento de color diferente al verde.
- (4) En el momento de la instalación, por una marca distintiva blanca o gris en sus extremos. Esta marca debe rodear el conductor o el aislamiento.

c) Cordones flexibles. Un conductor con aislamiento que se usa como conductor puesto a tierra, cuando está contenido dentro de un cordón flexible, debe identificarse mediante un acabado exterior blanco o gris claro o por los métodos permitidos en 400-22.

d) Conductores puestos a tierra de diferentes sistemas. Cuando se instalen conductores puestos a tierra de diferentes sistemas en la misma canalización, cable, caja, canal auxiliar u otro tipo de envolvente, cada conductor puesto a tierra se debe identificar por cada sistema. Se permite la identificación distintiva para el conductor puesto a tierra de cada sistema por medio de uno de los siguientes métodos:

- (1) Un conductor puesto a tierra de un sistema debe tener el recubrimiento exterior conforme a 200-6(a) o (b).
- (2) El conductor puesto a tierra del otro sistema debe tener un recubrimiento exterior diferente conforme con 200-6(a) o (b), o mediante un recubrimiento exterior blanco o gris con una franja de color claramente distinguible, que no sea verde, que vaya a lo largo de todo el aislamiento.
- (3) Otros medios diferentes de identificación a los permitidos en 200-6(a) o (b) que distinguirá el conductor puesto a tierra de cada sistema.

El medio de identificación debe documentarse de tal manera que esté disponible y se debe fijar permanentemente donde se originan los conductores de diferentes sistemas.

e) Conductores puestos a tierra de cables multiconductores. Los conductores aislados puestos a tierra en un cable multiconductor, se deben identificar con un acabado exterior blanco o gris, o por tres franjas blancas o grises continuas en toda su longitud en aislamientos que no sean verdes. Será permitido que el cable plano multiconductor 21.2 mm² (4 AWG) o mayor, tenga un borde externo en el conductor puesto a tierra.

Excepción 1: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo será atendida por personas calificadas, se permitirá que los conductores puestos a tierra en cables multiconductores sean identificados permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una marca distintiva blanca u otro medio igualmente efectivo.

Excepción 2: Se permitirá que un conductor puesto a tierra de un cable multiconductor con aislamiento de tela barnizada sea identificado en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una marca blanca distintiva u otro medio igualmente efectivo.

NOTA: Se recomienda tomar precauciones cuando se trabaje en sistemas existentes, dado que en el pasado se pudo haber utilizado el color gris para un conductor no puesto a tierra.

200-7. Uso de aislamiento color blanco o gris o con tres franjas continuas de color blanco o grises continuas.

a) Generalidades. Lo siguiente se debe usar solamente para el conductor puesto a tierra de un circuito, a menos que se permita algo diferente en (b) y (c) siguientes:

- (1) Un conductor con un recubrimiento continuo blanco o gris.
- (2) Un conductor con tres franjas blancas o grises continuas sobre un aislamiento que no sea verde.
- (3) Una marca de color blanco o gris en el extremo.

b) Circuitos de menos de 50 volts. Un conductor con aislamiento de color blanco o gris o tres franjas blancas continuas, o que tiene una marca de color blanco o gris en el extremo, para circuitos de menos de 50 volts, debe estar puesto a tierra únicamente como se exige en 250-20(a).

c) Circuitos de 50 volts o más. Para conductores diferentes de los puestos a tierra para circuitos de 50 volts o más, se permitirá el uso de aislamiento blanco o gris o que tenga tres franjas blancas o grises continuas, solamente como se establece en (1) y (2):

- (1) Si un ensamble de cables tiene el aislamiento permanentemente identificado para indicar su uso como un conductor no puesto a tierra mediante cinta de marcar, pintura u otro medio eficaz en sus terminaciones y en cada lugar en donde el conductor sea visible y accesible, La identificación debe estar alrededor del aislamiento y debe ser de un color diferente del blanco, gris o verde. Si se utiliza para puentes comunes de interruptores de 3 o 4 vías, el conductor identificado con aislamiento blanco o gris o tres franjas blancas o grises continuas, se podrá usar para alimentar el interruptor pero no como conductor de retorno del interruptor a la salida que alimenta.
- (2) Un cordón flexible que tenga un conductor identificado por el acabado exterior blanco o gris, o con tres franjas blancas o grises continuas, o por cualquier otro medio permitido en 400-22, que se use para conectar un aparato o equipo permitido en 400-10. Esto se debe aplicar a los cordones flexibles conectados a salidas, ya sea que dichas salidas estén alimentadas o no por un circuito que tenga un conductor puesto a tierra.

NOTA: Se recomienda tomar precauciones cuando se trabaje en sistemas existentes, dado que en el pasado se pudo haber utilizado el color gris para un conductor no puesto a tierra.

200-9. Medios de identificación de las terminales. La identificación de las terminales a las que va conectado el conductor puesto a tierra debe ser fundamentalmente de color blanco. La identificación de las demás terminales debe ser de un color distinto del blanco.

Excepción: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo es atendida por personas calificadas, se permite que las terminales de los conductores puestos a tierra estén identificadas permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una clara marca blanca u otro medio igualmente eficaz.

200-10. Identificación de las terminales.

a) Terminales de dispositivos. Todos los dispositivos, excluyendo los tableros de alumbrado y control, dotados de terminales para la conexión de conductores y destinados para conectarlos a más de un lado del circuito, deben tener terminales debidamente marcadas para su identificación, a menos que la conexión eléctrica de la terminal destinada para conectarse al conductor puesto a tierra sea evidente.

Excepción: No se requiere la identificación de las terminales para dispositivos que tengan una capacidad normal de corriente mayor que 30 amperes, diferentes a las clavijas polarizadas y los contactos polarizados para clavijas, como se exige en (b) siguiente:

b) Contactos, clavijas y conectores. En los contactos, clavijas polarizadas y conectores de cordones para clavijas polarizadas, debe identificarse la terminal destinada para la conexión del conductor puesto a tierra como sigue:

- (1) La identificación debe hacerse por un metal o recubrimiento metálico de color similar al blanco o con la palabra "Blanco" o cualquiera de las letras "B", "N" o "W" situada cerca de la terminal identificada.
- (2) Si la terminal no es visible, el orificio de entrada del conductor para la conexión debe pintarse de blanco o señalarse con la palabra "Blanco" o cualquiera de las letras "B", "N" o "W".

NOTA: Véase 250-126, para identificación de las terminales de conexión de los conductores de puesta a tierra de equipos.

c) Casquillos roscados. En los dispositivos con casquillo roscado, la terminal del conductor puesto a tierra debe ser la que está conectada al casquillo.

d) Casquillos roscados con terminales. En los dispositivos con casquillo roscado con cables terminales, el conductor unido al casquillo roscado debe tener un acabado blanco o gris. El acabado exterior del otro conductor debe ser de un color sólido que no se confunda con el acabado blanco o gris usado para identificar el conductor puesto a tierra.

NOTA: Se recomienda tomar precauciones cuando se trabaje en sistemas existentes, dado que en el pasado se pudo haber utilizado el color gris para un conductor no puesto a tierra.

e) Aparatos (Electrodomésticos). Los aparatos con un interruptor unipolar o un dispositivo unipolar de protección contra sobrecorriente en el circuito o casquillos roscados conectados en el circuito, y que se tengan que conectar por:

- (1) un método de alambrado permanente, o
- (2) por medio de cordones con clavija con tres o más conductores (incluido el conductor de puesta a tierra de equipos), instalados en sitio.

Deben tener medios para identificar la terminal del conductor del circuito puesto a tierra (si lo hubiera).

200-11. Polaridad de las conexiones. No debe conectarse a ninguna terminal o cable algún conductor puesto a tierra que pueda invertir la polaridad designada.

ARTÍCULO 210

CIRCUITOS DERIVADOS

Parte A. Generalidades

210-1. Alcance. Este Artículo proporciona los requisitos generales para los circuitos derivados.

210-3. Otros Artículos para circuitos derivados con propósitos específicos. En la Tabla 210-3 se enumeran referencias para equipos y aplicaciones específicas que no se encuentran en los Capítulos 5, 6 y 7 que modifican o complementan los requisitos de este Artículo.

Tabla 210-3.- Circuitos derivados de propósito específico

Equipamiento	Artículo	Sección
Ductos con barras (electroductos)		368-17
Equipo de aire acondicionado y refrigeración		440-6
		440-31
		440-32
Equipo de calefacción central eléctrica fijo		424-3
Equipo de calefacción central, excepto de calefacción central eléctrico fijo		422-12
Equipos de calefacción eléctrico fijo para tuberías y recipientes		427-4
Equipo de calefacción industrial por lámparas infrarrojas		422-48
		424-3
Equipo eléctrico exterior fijo de deshielo y fusión de la nieve		426-4
Motores, circuitos de motores y sus controladores	430	
Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control		408-52

210-4. Circuitos derivados multiconductores

a) Generalidades. Se permite que los circuitos derivados reconocidos en este Artículo sean circuitos multiconductores. Se permitirá que un circuito multiconductor sea considerado como circuitos múltiples. Todos los conductores de un circuito derivado multiconductor deben salir del mismo tablero de distribución.

NOTA 1: Un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella, utilizado para alimentar cargas no lineales, puede requerir que el diseño del sistema de alimentación permita corrientes en el conductor neutro con alto contenido de armónicas.

NOTA 2: Ver sección 300-13(b) sobre continuidad de los conductores puestos a tierra en circuitos multiconductores.

b) Medios de desconexión. Cada circuito derivado multiconductor debe tener los medios para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase en el punto donde se origina el circuito derivado.

NOTA: Véase 240-15(b) para información sobre el uso de interruptores automáticos monopolares como medios de desconexión.

c) Cargas de línea a neutro. Los circuitos derivados multiconductores sólo deben alimentar cargas de línea a neutro.

Excepción 1: Un circuito derivado multiconductor que suministre corriente sólo a un equipo de utilización.

Excepción 2: Cuando todos los conductores de fase del circuito derivado multiconductor se abran simultáneamente por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

d) Agrupamiento. Los conductores de fase y los puestos a tierra de cada circuito derivado multiconductor se deben agrupar de acuerdo con 200-4(b).

210-5. Identificación de los circuitos derivados

a) Conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra de un circuito derivado debe identificarse de acuerdo con 200-6.

b) Conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe identificarse de acuerdo con 250-119.

c) Identificación de conductores de fase. Los conductores de fase deben identificarse de acuerdo a 1) o 2), según corresponda.

(1) Circuitos derivados alimentados por más de un sistema de tensión nominal. Cuando el sistema de alambrado de los inmuebles tiene circuitos derivados alimentados por más de un sistema de tensión, cada conductor de fase de un circuito derivado se debe identificar por fase o línea y por sistema en todos los puntos de terminación, conexión y empalme; de acuerdo con (a) y (b) siguientes:

a. Medios de identificación. Se permitirá que los medios de identificación sean por métodos como código de color separado, cinta de marcado, tarjeta u otros medios.

b. Fijación de medios de identificación. El método utilizado para marcar los conductores que se originen dentro de cada tablero de distribución del circuito derivado o en un equipo similar de distribución del circuito derivado, se debe documentar de manera que esté fácilmente disponible o se debe fijar permanentemente a cada tablero de alumbrado y control del circuito derivado o al equipo similar de distribución del circuito derivado. La etiqueta deberá tener una durabilidad suficiente para soportar el medio ambiente y no deberá escribirse a mano.

Excepción: En las instalaciones existentes en las que ya existan sistemas de tensión y se agrega un sistema de tensión diferente, se permitirá marcar solamente el nuevo sistema de tensión. No se requerirá que los sistemas existentes no identificados deban identificarse en cada punto de terminación, conexión y empalme de conformidad con 210-5(c)(1)(a) y (b). Se deberá etiquetar en cada equipo del sistema de distribución para identificar que únicamente se ha marcado un sistema de tensión para un nuevo sistema o sistemas. La etiqueta del nuevo sistema incluirá las palabras "existen otros sistemas no identificados en los inmuebles".

(2) Circuitos derivados alimentados por sistemas de corriente continua. Donde un circuito derivado sea alimentado por un sistema de corriente continua que funcione a más de 60 volts, cada conductor no puesto a tierra de 21.2 mm² (4 AWG) o mayor debe estar identificado por su polaridad en todos los puntos de terminación, conexión y empalme mediante cinta de marcado, etiquetado u otro medio aprobado; cada uno de los conductores no puesto a tierra de 13.3 mm² (6 AWG) o menor debe estar identificado por su polaridad en todos los puntos de terminación, conexión y empalme, de conformidad con lo establecido en la sección 210-5(c)(2)(a) y (b). Los métodos de identificación utilizados para los conductores que se originen dentro de cada panel de distribución de un circuito derivado o equipo similar de distribución de un circuito derivado deben ser documentados de manera que estén fácilmente identificables o deben estar marcados de modo permanente en cada panel de distribución de un circuito derivado o equipo similar de distribución de un circuito derivado.

a. Polaridad positiva, calibres 13.3 mm² (6 AWG) o menores. Donde la polaridad positiva de un sistema de corriente continua no sirva como el punto de conexión para el conductor puesto a tierra, cada conductor positivo no puesto a tierra debe ser identificado mediante uno de los siguientes medios:

(1) Un acabado exterior continuo rojo

(2) Una franja continua roja marcada de manera durable a lo largo de toda la longitud del conductor sobre un aislamiento de un color que no sea verde, blanco, gris ni negro.

(3) Signos “más” (+) o la palabra POSITIVO o POS impresos de manera durable sobre un aislamiento de un color que no sea verde, blanco, gris ni negro, y repetidos a intervalos que no excedan de 610 mm, de acuerdo con lo establecido en la sección 310-120(b).

(4) Un medio de marcado permanente aprobado como forro o tubo retráctil que sea adecuado para el tamaño del conductor, en todos los puntos de terminación, conexión y empalme, con el signo más (+) impreso o la palabra POSITIVO o POS marcada en forma durable en aislamiento de un color diferente del verde, blanco, gris o negro.

b. Polaridad negativa, calibres 13.3 mm² (6 AWG) o menores. Donde la polaridad negativa de un sistema de corriente continua no sirva como el punto de conexión para el conductor puesto a tierra, cada conductor negativo no puesto a tierra debe ser identificado mediante uno de los siguientes medios:

(1) Un acabado exterior continuo negro

(2) Una franja continua negra marcada de manera durable a lo largo de toda la longitud del conductor sobre un aislamiento de un color que no sea verde, blanco, gris ni rojo

(3) Signos “menos” (–) o la palabra NEGATIVO o NEG impresos de manera durable sobre un aislamiento de un color que no sea verde, blanco, gris ni rojo, y repetidos a intervalos que no excedan de 610 mm, de acuerdo con lo establecido en la sección 310-120(b)

(4) Un medio de marcado permanente aprobado como forro o tubo retráctil que sea adecuado para el tamaño del conductor, en todos los puntos de terminación, conexión y empalme, con el signo menos (–) impreso o la palabra NEGATIVO o NEG marcada en forma durable en aislamiento de un color diferente del verde, blanco, gris o rojo.

210-6. Limitaciones de tensión de los circuitos derivados. La tensión de los circuitos derivados no debe exceder los valores permitidos en (a) hasta (e) siguientes:

a) Limitaciones por razón de la ocupación. En las unidades de vivienda y en las habitaciones de huéspedes de los hoteles, moteles y locales similares, la tensión no debe superar 120 volts entre los conductores que suministren corriente a las terminales de:

(1) Luminarias.

(2) Cargas de 1440 voltamperes o menos, o motores de menos de 187 watts (¼ HP), conectadas con cordón y clavija.

b) De 120 (127) volts entre conductores. Está permitido que los circuitos que no superen 120 volts entre conductores suministren energía a:

(1) Las terminales de portalámparas que estén dentro de su rango de tensión.

(2) Los equipos auxiliares de lámparas de descarga eléctrica.

NOTA: Ver Sección 410-137 sobre limitaciones de equipos auxiliares.

(3) Los equipos de utilización conectados con cordón y clavija o permanentemente.

c) De 277 volts a tierra. Está permitido que los circuitos de más 120 volts entre conductores sin exceder 277 volts a tierra suministren energía a:

(1) Luminarias de descarga eléctrica o luminarias del tipo de diodos emisores de luz, debidamente aprobadas.

(2) Luminarias tipo incandescente aprobadas, cuando son alimentadas a 120 volts o menos de la salida de un autotransformador reductor que es un componente integral de la luminaria y la terminal externa del portalámpara esté eléctricamente conectada al conductor puesto a tierra del circuito derivado.

(3) Equipo de alumbrado equipado con portalámparas de base mogul.

(4) Portalámparas diferentes de los de casquillo roscados, dentro de su rango de tensión.

(5) Equipo auxiliar de lámparas de descarga eléctrica

NOTA: Ver Sección 410-137 sobre limitaciones de equipos auxiliares.

(6) Equipo de utilización conectado con cordón y clavija o permanentemente.

d) De 600 volts entre conductores. Está permitido que los circuitos que excedan 277 volts nominales a tierra y no excedan 600 volts nominales entre conductores, suministren energía a:

(1) Equipo auxiliar de lámparas de descarga, montado en luminarias permanentemente instaladas, cuando estas luminarias están montadas de acuerdo con alguno de los siguientes métodos:

- a. A no menos de 6.70 metros de altura en postes o estructuras similares para el alumbrado de exteriores, como autopistas, carreteras, puentes, campos deportivos o estacionamientos.
- b. A no menos de 5.50 metros de altura en otras estructuras, como túneles.

NOTA: Ver Sección 410-137 sobre limitaciones de equipos auxiliares.

- (2) Equipo de utilización conectado permanentemente o con cordón y clavija, que no sean luminarias.
- (3) Luminarias alimentadas por sistemas de corriente continua cuando cualquiera de lo siguiente aplique:
 - a. Las luminarias contienen un balastro de corriente continua aprobado, que proporcione aislamiento entre la fuente de alimentación de corriente continua y el circuito de la lámpara y la protección contra descarga eléctrica cuando se cambian las lámparas.
 - b. Las luminarias contienen un balastro de corriente continua aprobado y no tiene provisión para el cambio de lámparas.

Excepción 1 a los anteriores incisos (b), (c) y (d): Para portalámparas de aparatos infrarrojos para calefacción industrial, como se establece en 425-14.

Excepción 2 a los anteriores incisos (b), (c) y (d): Para las propiedades ferroviarias descritas en 110-19.

e) Más de 600 volts entre conductores. Se permite que los circuitos de más de 600 volts entre conductores alimenten equipos de utilización en instalaciones donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación sólo será atendida por personas calificadas.

210-7. Circuitos derivados múltiples. Cuando dos o más circuitos derivados alimenten dispositivos o equipos en el mismo yugo o soporte de montaje, debe haber un medio, en el punto donde se origina el circuito derivado, para desconectar simultáneamente los conductores de fase que alimentan a dichos dispositivos.

210-8. Protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra. Se debe brindar protección a las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra tal y como se exige en (a) a (e) siguientes. El interruptor de circuito por falla a tierra se debe instalar en un lugar fácilmente accesible.

NOTA 1: Véase 215-9 para la protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra en los circuitos alimentadores.

NOTA 2: Véase 422.5 (a) para los requisitos interruptor de circuito de falla a tierra (GFCI) para aparatos.

Para los efectos de esta sección, al determinar la distancia desde los contactos, la distancia se medirá como la trayectoria más corta que seguiría el cordón de un aparato conectado al contacto sin perforar un piso, una pared, un techo o una barrera fija o pasar por una puerta, claro de puerta o ventana.

a) Unidades de vivienda. Todos los contactos en instalaciones monofásicas de 120 volts de 15 y 20 amperes, instalados en los lugares que se especifican en los incisos (1) hasta (10) siguientes, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra:

- (1) Cuartos de baño.
- (2) Cocheras y también edificios auxiliares con un nivel situados sobre o debajo del nivel del piso, que no estén previstos como cuartos habitables y estén limitados a áreas de almacenamiento, áreas de trabajo y áreas de uso similar.
- (3) En exteriores.

Excepción a (1), (2) y (3): Se permite utilizar contactos normales si se instala protección por falla a tierra al principio del circuito derivado.

Excepción a (3): Está permitido instalar contactos que no sean fácilmente accesibles y estén alimentados desde un circuito derivado dedicado para equipos de fusión de nieve, deshielo o para calentar tuberías y tanques, según establece en 426-28 o 427-22, según sea aplicable.

- (4) Espacios de poca altura situados a nivel del suelo o por debajo de él.
- (5) Áreas o partes sin acabar del sótano que no se destinan como habitaciones.

Excepción a (5): No se requiere que los contactos que alimenten únicamente a una alarma contra incendios instalada permanentemente o a un sistema de alarma contra robo, tengan protección con interruptores de circuito por falla a tierra.

NOTA: Véase 760-41(b) y 760-121(b) para los requerimientos de energía para sistemas de alarma contra incendios.

No se debe considerar que los contactos instalados bajo las excepciones a la Sección 210-8(a)(5), cumplen con los requisitos de la Sección 210-52(g).

- (6) Cocinas. Cuando los contactos estén instalados en la cubierta del mueble de cocina.
- (7) Fregaderos. Cuando los contactos se instalen a menos de 1.8 metros del borde superior interno de la tarja del fregadero.
- (8) Cobertizos para botes.
- (9) Tinas o duchas. Donde se instalen contactos dentro de 1.8 m del borde exterior de la tina o ducha.
- (10) Áreas de lavandería

b) Edificios que no sean viviendas. Todos los contactos en instalaciones monofásicas de 150 volts a tierra o menos, de 50 amperes o menos y los contactos trifásicos de 150 volts a tierra o menos de 100 amperes o menos instalados en los lugares siguientes, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra:

- (1) Cuartos de baño.
- (2) Cocinas.
- (3) Azoteas.

Excepción: No se requiere que los contactos situados en azoteas sean fácilmente accesibles desde otros lugares que no sea la azotea.

- (4) En exteriores.

Excepción 1 a (3) y (4): Está permitido instalar contactos que no sean fácilmente accesibles y estén alimentados desde un circuito derivado especial dedicado para equipos de deshielo o fusión de nieve, o para calentar tuberías y tanques, según establece la Sección 426-28 o 427-22, según sea aplicable

Excepción 2 a (4): En establecimientos industriales únicamente, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación sólo será atendida por personas calificadas, se permite un programa de aseguramiento para el conductor de puesta a tierra de equipos, como se especifica en 590-6(b)(3), sólo para aquellas salidas de contacto para alimentar equipos que podrían crear un peligro mayor, si se interrumpe el suministro o que tienen un diseño que no es compatible con la protección con interruptor de circuito por falla a tierra.

- (5) Fregaderos. Cuando los contactos se instalen a menos de 1.8 metros del borde superior interno de la tarja del fregadero.

Excepción 1 a (5): En laboratorios industriales, se permite que los contactos usados para alimentar equipos en los cuales el corte de la alimentación introduciría un peligro mayor, se instalen sin protección con interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 2 a (5): No será requerida protección con interruptor de circuito por falla a tierra para los contactos localizados en ubicaciones de camas para pacientes en áreas de cuidado general (Categoría 2) o espacios de cuidados críticos (Categoría 1) en instalaciones médicas que no sean las que se tratan en el inciso (1) anterior.

- (6) Instalaciones interiores húmedas.
- (7) Vestidores con su correspondiente área de regaderas.
- (8) Garajes, bahías de servicio automotriz y áreas similares que no sean salones de exposición ni antenas de exhibición de vehículos.
- (9) Semisótanos - en o por debajo del nivel del piso
- (10) Las porciones o áreas sin acabar del sótano que no se destinan como habitaciones.

c) Grúas para botes. Se debe proporcionar protección con interruptor de circuito por falla a tierra para las salidas que no excedan de 240 volts y que alimentan a grúas para botes, instaladas en lugares de unidades de vivienda.

d) Circuito derivado de lavavajillas de cocina. Debe brindarse protección con interruptor de protección de falla a tierra (GFCI) para salidas que alimenten lavavajillas instalados en lugares de unidades de vivienda.

e) Salidas de iluminación en semisótanos. Se debe proveer protección con interruptores de circuito por falla a tierra para salidas de iluminación que no excedan los 120 volts instalados en espacios estrechos.

210-9. Circuitos derivados de autotransformadores. Los circuitos derivados no deben partir de autotransformadores, a no ser que el circuito tenga un conductor que esté conectado eléctricamente a un conductor puesto a tierra del sistema que está alimentando al autotransformador.

Excepción 1: Se permite un autotransformador sin la conexión a un conductor puesto a tierra, cuando se transforme de 208 a 240 volts de suministro o similarmente de 240 a 208 volts.

Excepción 2: En edificios industriales en los que se asegure que el mantenimiento y supervisión de las instalaciones deben hacerse sólo por personas calificadas, se permiten autotransformadores que suministren energía a cargas en 600 volts a partir de sistemas de 480 volts y a cargas en 480 volts a partir de sistemas de 600 volts, sin la conexión a un conductor puesto a tierra similar.

210-10. Conductores de fase derivados de sistemas puestos a tierra. Se permitirá que se deriven circuitos de dos conductores en corriente continua y de dos o más conductores de fase en corriente alterna desde conductores de fase de circuitos con neutro puesto a tierra. Los dispositivos de desconexión en cada circuito derivado deben tener un polo en cada conductor no puesto a tierra. Todos los polos de los dispositivos de desconexión multipolares, cuando se accionan manualmente deben abrir en forma simultánea cuando tales dispositivos sirvan también como medio de desconexión, como se exige en lo siguiente:

- (1) Sección 410-93 para portalámparas con interruptores de dos polos.
- (2) Sección 410-104 (b) para dispositivos de interrupción de los equipos auxiliares de lámparas de descarga eléctrica.
- (3) Sección 422-31 (b) para un aparato electrodoméstico.
- (4) Sección 424-20 para una unidad fija de calefacción de ambiente.
- (5) Sección 426-51 para equipo eléctrico de deshielo y fusión de nieve.
- (6) Sección 430-85 para un controlador de motor.
- (7) Sección 430-103 para un motor.

210-11. Circuitos derivados requeridos. Se deben instalar circuitos derivados para iluminación y para aparatos (electrodomésticos), incluidos aparatos operados a motor, para alimentar las cargas calculadas de acuerdo con 220-10. Además, se deben instalar circuitos derivados para cargas específicas no cubiertas por 220-10 cuando se requiera en cualquier otra parte de esta NOM, y para cargas de unidades de vivienda, como se especifica en 210-11(c).

a) Número de circuitos derivados. El número mínimo de circuitos derivados se debe determinar a partir de la carga total calculada y del tamaño o la capacidad nominal de los circuitos utilizados. En todas las instalaciones, el número de circuitos debe ser suficiente para alimentar la carga servida. En ningún caso la carga, en cualquier circuito, excederá la máxima especificada en 220-18.

b) Carga distribuida uniformemente entre circuitos derivados. Cuando la carga se calcule con base en voltamperes por metro cuadrado, el sistema de alambrado hasta e inclusive el tablero de distribución del circuito derivado, se debe dimensionar para servir como mínimo a la carga calculada. Esta carga debe estar distribuida uniformemente, dentro del tablero de distribución, entre los circuitos derivados de varias salidas. Sólo se requiere instalar los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados y los circuitos necesarios para alimentar la carga conectada.

c) Unidades de vivienda

1) Circuitos derivados para aparatos pequeños (electrodomésticos). Además del número de circuitos derivados exigidos en otras partes de esta sección, se deben instalar dos o más circuitos derivados de 20 amperes para aparatos pequeños (electrodomésticos), para los contactos especificados en 210-52 (b).

2) Circuitos derivados para lavadora. Además del número de circuitos derivados exigidos en otras partes de esta sección, se debe instalar al menos un circuito derivado de 20 amperes para alimentar los contactos de la lavadora que se exigen en 210-52 (f). Este circuito no debe tener otras salidas.

3) Circuitos derivados para cuartos de baño. Además del número de circuitos derivados exigidos en otras partes de esta sección, se debe instalar al menos un circuito derivado de 120 volts y de 20 amperes para alimentar los contactos del cuarto de baño. Estos circuitos no deben tener otras salidas.

Excepción 1: Para unidades de vivienda de hasta 60 m² se debe tener, como mínimo, cuatro circuitos derivados, de los cuales, tres serán conforme a lo establecido en los incisos 1 y 2 anteriores y uno de uso general

Excepción 2: Cuando un circuito de 20 amperes alimenta un solo cuarto de baño, se permitirán otras salidas para otros equipos dentro del mismo cuarto de baño de acuerdo con 210-23(a)(1) y (a)(2).

4) Circuitos derivados del garage. Además del número de circuitos derivados requeridos por otras partes de esta sección, se instalará al menos un circuito derivado de 120 volts de 20 amperes para alimentar, con energía eléctrica, las tomas de los contactos en los garajes adjuntos y en los garajes aislados. Este circuito no tendrá otras salidas.

Excepción: Se permitirá que este circuito alimente contactos al aire libre fácilmente accesibles.

210-12. Protección con interruptor de circuito por falla de arco (AFCI). Se puede brindar protección con interruptores de circuito por falla de arco, según lo requerido en (a), (b) y (c) siguientes. El interruptor de circuito por falla de arco se debe instalar en un lugar fácilmente accesible.

a) Unidades de vivienda. Todos los circuitos derivados de 120 volts, de 15 y 20 amperes que alimenten salidas o dispositivos instalados en cocinas, habitaciones familiares, comedores, salas de estar, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, alcobas, solarios, salones para recreación, armarios, áreas de lavandería, pasillos o cuartos o áreas similares, se deben proteger mediante alguno de los medios descritos a continuación:

(1) Un interruptor de circuito por falla de arco aprobado, instalado para brindar protección a todo el circuito derivado.

(2) Un AFCI de tipo de alimentación/derivado, instalado en el origen del circuito derivado, combinado con un interruptor de circuito por falla de arco de tipo de circuito derivado de salida, instalado en la primera caja de salida, sobre el circuito derivado. La primera caja de salida del circuito derivado debe estar marcada con el fin de indicar que es la primera salida del circuito.

(3) Un interruptor suplementario de circuito de protección de arco, instalado en el origen del circuito derivado, combinado con un interruptor de circuito por falla de arco de tipo de circuito derivado de salida, instalado en la primera caja de salida, sobre el circuito derivado, donde se cumplan todas las siguientes condiciones:

a. El cableado del circuito derivado debe ser continuo desde el dispositivo contra sobrecorriente del circuito derivado hasta el interruptor de circuito por falla de arco del circuito derivado de salida.

b. La longitud máxima del cableado del circuito derivado desde el dispositivo contra sobrecorriente del circuito derivado hasta la primera salida no debe exceder de 15.2 m para un conductor de 14 AWG o de 21.3 m para un conductor de 12 AWG.

c. La primera caja de salida del circuito derivado debe estar marcada con el fin de indicar que es la primera salida del circuito.

NOTA: Los dispositivos AFCI también pueden ser capaces de realizar otras funciones tales como protección contra sobrecorriente, interrupción del circuito de falla a tierra y supresión de sobretensiones. Se reconoce actualmente cuatro tipos de AFCI: Derivación / alimentador, cordón, caja de salida del circuito derivado y portátil.

(4) Un interruptor de circuito por falla de arco de tipo de circuito derivado de salida, instalado en la primera salida, sobre el circuito derivado, combinado con un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado, donde se cumplan todas las siguientes condiciones:

a. El cableado del circuito derivado debe ser continuo desde el dispositivo contra sobrecorriente del circuito derivado hasta el interruptor de circuito por falla de arco del circuito derivado de salida.

b. La longitud máxima del cableado del circuito derivado desde el dispositivo contra sobrecorriente del circuito derivado hasta la primera salida no debe exceder de 15.2 m para un conductor de 14 AWG o de 21.3 m para un conductor de 12 AWG.

c. La primera caja de salida del circuito derivado debe estar marcada con el fin de indicar que es la primera salida del circuito.

d. La combinación del dispositivo contra sobrecorriente del circuito derivado y el AFCI del circuito derivado de salida debe estar identificada para indicar que cumple con los requisitos de un AFCI de tipo combinado de un sistema y debe estar aprobado como tal.

(5) Cuando se instalan tubo conduit metálico pesado RMC, IMC, EMT, cable tipo MC o cable armado de acero, tipo AC, que cumplan con los requisitos de la sección 250-118, mediante el uso de canalizaciones metálicas para cables, canaletas metálicas auxiliares y cajas metálicas de salida y de conexiones para la porción del circuito derivado entre el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado y la primera salida, debe permitirse la instalación de un AFCI de tipo de circuito derivado de salida en la primera salida para brindar protección para la porción restante del circuito derivado.

(6) Donde una tubería o conduit metálico o no metálico o cable de tipo MC está en una envoltura de un mínimo de 50 mm de concreto para la porción del circuito derivado entre el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado y la primera salida, debe permitirse instalar un circuito derivado de salida tipo AFCI en la primera salida para brindar protección para la porción restante del circuito derivado.

Excepción: Se permite omitir la protección de interruptor de circuito por falla de arco, cuando un circuito derivado individual para un sistema de alarma contra incendio instalado según 760-41(b) o 760-121(b), se instala en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico ligero, o cables armados de acero tipo AC o MC, cumpliendo con los requisitos de 250-118 y utilizando cajas metálicas de salida y de conexiones.

NOTA: Ver Sección 760-41(b) y 760-121 (b) sobre requisitos de la fuente de alimentación para sistemas para alarmas contra incendio.

b) Dormitorios. Todos los circuitos derivados monofásicos de 120 volts, de 15 y 20 amperes que alimentan salidas y dispositivos instaladas en habitaciones dormitorio, salas de estar, antesalas, armarios, cuartos de baño y habitaciones similares deben estar protegidos por cualquiera de los medios descritos en las secciones 210-12(a)(1) hasta (6).

c) Habitaciones y suites para huéspedes. Todos los circuitos de 120 volts, monofásicos, de 15 y 20 amperes que alimentan salidas y dispositivos instalados en habitaciones y suites de hoteles y moteles deberán estar protegidos por cualquiera de los medios descritos en 210-12(a)(1) a (6).

d) Modificaciones o extensiones de circuitos derivados-Unidades de vivienda y dormitorios. En cualquiera de las áreas especificadas en (a) o (b) anteriores, cuando el alambrado del circuito derivado se modifica, reemplaza o amplía, se podrá proteger el circuito derivado con una de las siguientes opciones:

- (1) Un interruptor de circuito por falla de arco tipo combinación aprobado, localizado en el origen del circuito derivado.
- (2) Un interruptor de circuito por falla de arco tipo circuito derivado de salida aprobado, localizado en la primera salida de contacto del circuito derivado existente.

Excepción: No debe requerirse protección AFCI donde la extensión de los conductores existentes no sea mayor de 1.8 m y no incluya ningún dispositivo o salida adicional.

210-13. Equipos de protección contra fallas a tierra. Cada desconectador de un circuito derivado de 1000 amperes nominales o más e instalado en un sistema en estrella sólidamente puesto a tierra, con una tensión a tierra de más de 150 volts, pero que no exceda de 600 volts entre fases, debe estar dotado con equipos de protección contra fallas a tierra, de acuerdo con las disposiciones de la Sección 230-95.

NOTA: Para edificios que albergan instalaciones para cuidado de la salud, ver los requisitos de la sección 517-17.

Excepción 1: Las disposiciones de esta sección no se deben aplicar a un medio de desconexión para un proceso industrial continuo donde una interrupción no ordenada introducirá riesgos mayores o adicionales.

Excepción 2: Las disposiciones de esta Sección no se deben aplicar si la protección del equipo contra fallas a tierra se suministra en el lado de alimentación del circuito derivado y en el lado de carga de cualquier transformador que alimente al circuito derivado.

210-17. Habitaciones y suites para huéspedes. Las habitaciones y las suites de huéspedes que se proporcionan con instalaciones permanentes para cocinar tendrán circuitos derivados que cumplan las reglas para las unidades de la vivienda.

Parte B. Clasificación de los circuitos derivados

210-18. Clasificación. Los circuitos derivados reconocidos por este artículo deben ser clasificados de acuerdo con la capacidad de conducción de corriente en amperes máxima permitida o el ajuste del dispositivo de sobrecorriente. La clasificación para los circuitos derivados distintos de los circuitos derivados individuales será de 15 hasta 50 amperes. Cuando se utilicen conductores de mayor ampacidad por cualquier razón, la capacidad o ajuste del dispositivo de sobrecorriente especificado determinará la clasificación del circuito.

Excepción: Se permitirá que los circuitos derivados de salida múltiple superiores a 50 amperes alimenten cargas que no sean de iluminación en edificios industriales donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo las personas calificadas reparen el equipo.

210-19. Conductores. Ampacidad y tamaño mínimos.

a) Circuitos derivados de hasta 600 volts

NOTA 1: Ver la Sección 310-15 para la clasificación de los conductores por su ampacidad.

NOTA 2: Ver la Parte B del Artículo 430 para la ampacidad mínima de los conductores de los circuitos derivados de motores.

NOTA 3: Ver Sección 310-15(a)(3) para las limitaciones de temperatura de los conductores.

NOTA 4: Los conductores de circuitos derivados como están definidos en el Artículo 100, dimensionados para evitar una caída de tensión mayor que 3 por ciento en la salida más lejana que alimente a cargas de calefacción, de fuerza, de alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión combinada de los circuitos alimentadores y los circuitos derivados hasta el contacto más lejano no supere 5 por ciento, proporcionarán una razonable eficiencia de funcionamiento. Para la caída de tensión de los conductores de los circuitos alimentadores, ver la NOTA 2 de la Sección 215-2(a)(1).

1) Generalidades. Los conductores de los circuitos derivados deben tener una ampacidad no menor que la correspondiente a la carga máxima que será alimentada. Los conductores se deben dimensionar para conducir un valor no menor del mayor valor establecido en (1) o (2) siguientes:

a) Donde un circuito derivado suministra cargas continuas o una combinación de cargas continuas y no-continuas, el tamaño mínimo del conductor del circuito derivado, antes de la aplicación de cualquier factor de ajuste o de corrección, deberá tener una ampacidad permisible no menor que la carga no-continua más el 125 por ciento de la carga continua.

b) El tamaño mínimo del conductor del circuito derivado debe tener una ampacidad permitida no menor que la carga máxima que se va a alimentar después de la aplicación de cualquier factor de ajuste o de corrección.

Excepción 1: Si el conjunto, incluidos los dispositivos de sobrecorriente que protegen los circuitos derivados, está aprobado para operación al 100 por ciento de su capacidad nominal, se permitirá que la ampacidad de los conductores del circuito derivado no sea menor a la suma de las cargas continuas más las cargas no-continuas.

2) Circuitos derivados con más de un contacto. Los conductores de circuitos derivados que alimentan más de un contacto para cargas portátiles conectadas por cordón y clavija deben tener una ampacidad no menor a la capacidad nominal del circuito derivado.

3) Estufas y aparatos de cocción. Los conductores de los circuitos derivados que alimentan estufas domésticas, hornos montados en la pared, unidades para cocinar montadas en la cubierta y otros aparatos de cocción, deben tener una ampacidad no menor a la nominal del circuito derivado y no menor a la carga máxima que deban alimentar. Para estufas de 8.75 kilowatts o más, la capacidad mínima del circuito derivado debe ser de 40 amperes.

Excepción 1: Los conductores derivados de un circuito derivado de 50 amperes que alimentan estufas eléctricas, hornos eléctricos montados en la pared y unidades para cocinar montadas en la cubierta, deben tener una ampacidad mínima de 20 amperes, y ser suficiente para la carga que va a alimentar. Estos conductores en derivación incluyen cualquier conductor que sea parte de las terminales suministradas con el aparato que son más pequeñas que los conductores del circuito derivado. Las derivaciones no deben ser más largas de lo necesario para alimentar al aparato.

Excepción 2: Está permitido que el conductor neutro de un circuito derivado de tres conductores para alimentar una estufa eléctrica doméstica, parrillas eléctricas montadas en la cubierta del mueble de cocina o para un horno montado en la pared, sea de menor tamaño que los conductores de fase cuando la demanda máxima de una cocina de 8.75 kilowatts o más se haya calculado según la columna C de la Tabla 220-55, pero tal conductor debe tener una ampacidad no menor a 70 por ciento de la capacidad nominal del circuito derivado y tamaño no menor a 5.26 mm² (10 AWG).

4) Otras cargas. Los conductores de un circuito derivado que alimenten cargas diferentes de las especificadas en 210-3 y otros aparatos diferentes de los de cocción, que se especifican en (a)(3) anterior, deben tener una ampacidad suficiente para las cargas conectadas y no deben ser más pequeños al tamaño 2.08 mm² (14 AWG).

Excepción 1: Los conductores en derivación deben tener una ampacidad suficiente para la carga conectada. Además, deben tener una ampacidad no menor de 15 amperes para circuitos de capacidad nominal de menos de 40 amperes, y no menor de 20 amperes para circuitos con capacidad nominal de 40 o 50 amperes y sólo cuando esos conductores en derivación alimenten cualquiera de las siguientes cargas:

- a. Portalámparas o luminarias individuales con derivaciones no mayores de 45 centímetros desde cualquier parte del portalámparas o de la luminaria.
- b. Luminarias con conductores derivados como se indica en 410-117.
- c. Salidas individuales, que no sean contactos, con derivaciones no mayores de 45 centímetros de largo.
- d. Artefactos de calefacción industrial con lámparas de luz infrarroja.
- e. Terminales no calentadoras de deshielo y cables derretidores de nieve.

Excepción 2: Se permitirá que los alambres y cordones flexibles de las lámparas sean de tamaño menor que 2.08 m² (14 AWG), como se permite en 240-5.

b) Circuitos derivados de más de 600 volts. La ampacidad de los conductores debe estar acorde con 310-15 y 310-60, según aplique. Los conductores de circuitos derivados de más de 600 volts se deben dimensionar de acuerdo con (1) o (2) siguientes.

1) Generalidades. La ampacidad de los conductores de circuitos derivados no debe ser menor al 125 por ciento de la carga potencial de diseño del equipo de utilización que será operado simultáneamente.

2) Instalaciones supervisadas. Para instalaciones supervisadas, se permite que el tamaño del conductor del circuito derivado sea determinado por personal calificado bajo supervisión de ingeniería. Las instalaciones supervisadas se definen como aquellas partes de la instalación en donde se cumplen las dos condiciones siguientes:

- (1) Las condiciones de diseño e instalación se determinan bajo la supervisión de ingeniería.
- (2) Personas calificadas con capacitación y experiencia documentada en sistemas de más de 600 volts proveen el mantenimiento, el monitoreo y el mantenimiento del sistema.

210-20. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de circuitos derivados y los equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal o ajuste que cumpla lo establecido en (a) hasta (d) siguientes.

a) Cargas continuas y no continuas. Cuando un circuito derivado alimenta cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no-continuas, la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente no debe ser menor a la carga no-continua más el 125 por ciento de la carga continua.

Excepción: Cuando el conjunto, incluidos los dispositivos de sobrecorriente que están protegiendo el circuito derivado, esté aprobado para funcionamiento al 100 por ciento de su valor nominal, se permitirá que el valor nominal en amperes del dispositivo de sobrecorriente no sea menor que la suma de la carga continua más la carga no-continua.

b) Protección del conductor. Los conductores se deben proteger de acuerdo con 240-4. Los alambres y cordones flexibles de las lámparas deben estar protegidos según 240-5.

c) Equipo. La capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe exceder la especificada en los Artículos aplicables para el equipo, que se indican en la Tabla 240-3.

d) Dispositivos de salida. El valor nominal o ajuste no debe exceder lo especificado en 210-21 para dispositivos de salida.

210-21. Dispositivos de salida. Los dispositivos de salida deben tener una capacidad nominal de corriente no menor que la carga que van a alimentar y deben cumplir lo establecido en los siguientes incisos (a) y (b):

a) Portalámparas. Cuando estén conectados a un circuito derivado de más de 20 amperes, los portalámparas deben ser del tipo para servicio pesado. Un portalámparas para servicio pesado debe tener una capacidad nominal no menor a 660 watts si es de tipo admedium/ (designación de casquillo E29) y no menor a 750 watts si es de cualquier otro tipo.

b) Contactos

1) Contacto sencillo instalado en un circuito derivado individual. Un contacto sencillo instalado en un circuito derivado individual debe tener una capacidad nominal no menor que la de dicho circuito.

Excepción 1: Si está instalado según se indica en 430-81(b).

Excepción 2: Está permitido que un contacto instalado exclusivamente para usar un equipo de soldadura por arco conectado con cordón y clavija tenga una capacidad nominal de corriente no menor a la ampacidad mínima de los conductores del circuito derivado, determinada como se establece en 630-11(a) para las máquinas de soldar por arco.

NOTA: Ver la definición de contacto en el Artículo 100.

2) Carga total conectada con cordón y clavija. Cuando dos o más contactos o salidas estén conectados a un circuito derivado, un contacto no debe alimentar una carga total conectada con cordón y clavija que exceda el máximo especificado en la Tabla 210-21(b)(2).

Tabla 210-21 (b)(2).- Carga máxima conectada a un contacto por medio de un cordón y clavija.

Capacidad nominal del circuito	Capacidad nominal del contacto	Carga máxima
Amperes		
15 ó 20	15	12
20	20	16
30	30	24

3) Valor nominal del contacto. Cuando se conecten dos o más contactos o salidas a un circuito derivado, la capacidad nominal de los contactos debe corresponder a los valores de la Tabla 210-21(b)(3) o, si es de más de 50 amperes, la capacidad nominal del contacto no debe ser menor a la capacidad nominal del circuito derivado.

Excepción 1: Se permite que los contactos instalados exclusivamente para usar una o más máquinas de soldar por arco conectadas con cordón y clavija, tenga una capacidad nominal no menor a la ampacidad mínima de los conductores del circuito derivado, tal como se permite en 630-11(a) o (b) para las máquinas de soldar por arco.

Excepción 2: Se permite que el valor nominal en amperes de un contacto instalado para iluminación con lámparas de descarga eléctrica se base en lo que se indica en 410-62(c).

4) Valor nominal de contacto para estufa. Se permite que la capacidad nominal de un contacto para estufa se base en la carga demandada de una sola estufa, tal como se especifica en la Tabla 220-55.

210-22. Cargas permisibles de circuitos derivados individuales. Debe permitirse que un circuito derivado individual alimente a cualquiera de las cargas dentro de su capacidad, aunque en ningún caso debe la carga exceder el valor nominal del circuito derivado en amperes

210-23. Cargas permisibles de circuitos derivados con múltiples salidas. En ningún caso la carga debe exceder a la capacidad nominal del circuito derivado en amperes. Está permitido que un circuito derivado individual alimente cualquier carga dentro de su valor nominal. Un circuito derivado que suministre energía a dos o más contactos o salidas, sólo debe alimentar las cargas de acuerdo con su tamaño, como se especifica en (a) hasta (d) y como se resume en 210-24 y en la Tabla 210-24.

a) Circuitos derivados de 15 y 20 amperes. Se permite que los circuitos derivados de 15 o 20 amperes alimenten a unidades de alumbrado, otros equipos de utilización o una combinación de ambos y debe cumplir con lo que se establece en (1) y (2) siguientes.

Excepción: Los circuitos derivados para aparatos pequeños, los circuitos derivados para lavadora y los circuitos derivados para cuartos de baño exigidos para las unidades de vivienda en 210-11(c)(1), (c)(2) y (c)(3), sólo deben alimentar las salidas de contactos especificadas en esa sección.

Tabla 210-21(b)(3).- Capacidad nominal de contactos en circuitos de varias capacidades

Capacidad nominal del circuito	Capacidad nominal del contacto
Amperes	
15	No más de 15
20	15 o 20
30	30
40	40 o 50
50	50

1) Equipo conectado con cordón y clavija que no está fijo en un lugar. La carga nominal de cualquier equipo individual de utilización conectado mediante cordón y clavija que no esté fijo en un lugar no debe superar el 80 por ciento de la capacidad nominal en amperes del circuito derivado.

2) Equipo de utilización fijo en un lugar. La carga nominal total del equipo de utilización fijo en un lugar, que no sean luminarias, no debe superar el 50 por ciento de la capacidad nominal en amperes del circuito derivado, cuando también se alimenten unidades de alumbrado o equipos de utilización conectados con cordón y clavija no fijos en un sitio, o ambos.

b) Circuitos derivados de 30 amperes. Se permite que los circuitos derivados de 30 amperes suministren energía a unidades fijas de alumbrado con portalámparas de servicio pesado, en lugares que no sean viviendas o equipo de utilización en cualquier lugar. La capacidad nominal de cualquier equipo de utilización conectado con cordón y clavija no debe exceder 80 por ciento de la capacidad nominal del circuito derivado.

c) Circuitos derivados de 40 y 50 amperes. Se permite que un circuito derivado de 40 o 50 amperes suministre energía a equipo de cocina fijo en cualquier lugar. En edificios que no sean viviendas, se permite que tales circuitos suministren energía a unidades de alumbrado fijas con portalámparas de servicio pesado, unidades de calefacción por infrarrojos u otros equipos de utilización.

d) Circuitos derivados de más de 50 amperes. Los circuitos de más de 50 amperes sólo deben suministrar energía a cargas que no sean salidas para alumbrado.

210-24. Requisitos para los circuitos derivados-Resumen. En la Tabla 210-24 se resumen los requisitos para los circuitos que tengan dos o más contactos o salidas distintos a los circuitos de contactos indicados en 210-11(c)(1), (c)(2) y (c)(3). Esta tabla sólo brinda un resumen de los requisitos mínimos. Véase 210-19, 210-20 y 210-21 para los requisitos específicos que se aplican a los circuitos derivados.

210-25. Circuitos derivados en edificios con más de una vivienda.

a) Circuitos derivados en unidades de vivienda. Los circuitos derivados en cada unidad de vivienda sólo deben alimentar cargas dentro de esa unidad o a las asociadas únicamente con esa unidad.

b) Circuitos derivados para áreas comunes. Los circuitos derivados instalados para propósitos de alumbrado, alarmas centrales, señales, comunicaciones u otros propósitos para áreas públicas o comunes de viviendas bifamiliares, viviendas multifamiliares o edificios con varios lugares con distintos usos, no se deben alimentar de equipos que den suministro a una unidad de vivienda individual o a un espacio rentable.

Tabla 210-24.- Resumen de requisitos de los circuitos derivados

Valor nominal del circuito (amperes)	15 o 16		20		30 o 32		40		50	
Conductores (tamaño mínimo)	mm ²	AWG	mm ²	AWG	mm ²	AWG	mm ²	AWG	mm ²	AWG
Conductores del circuito*	2.08	14	3.31	12	5.26	10	8.37	8	13.3	6
Derivaciones	2.08	14	2.08	14	2.08	14	3.31	12	3.31	12
Cables y cordones de artefactos eléctricos, véase 240-5										
Protección contra sobrecorriente (amperes)	15		20		30		40		50	
Dispositivos de salida:										
Portalámparas permitidos	De cualquier tipo		De cualquier tipo		Servicio pesado		Servicio pesado		Servicio pesado	
Capacidad nominal del contacto, en amperes**	15 máx.		15 o 20		30		40 o 50		50	
Carga Máxima (amperes)	15		20		30		40		50	
Carga Permisible	Ver		Ver		Ver		Ver		Ver	
	210-23(a)		210-23(a)		210-23(b)		210-23(c)		210-23 (c)	

* Estos tamaños se refieren a conductores de cobre.

** Para la capacidad de los contactos instalados para alumbrado de descarga conectados con cordón y clavija, véase 410-62(c).

Parte C. Salidas necesarias

210-50. Generalidades. Las salidas de contactos deben instalarse como se especifica en 210-52 a 210-64.

a) Cordón colgante. Un conector de cordón que es alimentado por un cordón colgante instalado permanentemente se considera como salida para contacto.

b) Conexiones de cordón. Debe instalarse una salida para contacto siempre que se utilicen cordones flexibles con clavija de conexión. Cuando se permita que los cordones flexibles estén conectados permanentemente, se permite suprimir los contactos para dichos cordones.

c) Salidas para contactos de aparatos (electrodomésticos). Las salidas para contactos para aparatos específicos instaladas en una vivienda, tales como equipo de lavado, deben instalarse a no más de 1.80 metros del lugar destinado para colocar el aparato.

210-52. Salidas para contactos en unidades de vivienda. Esta sección proporciona los requisitos para las salidas de contactos de 120 volts, 15 y 20 amperes. Los contactos exigidos por esta sección deben ser adicionales a cualquier contacto que:

- (1) Sea parte de un aparato o una luminaria,
- (2) Esté controlado por apagador de pared según 210-70(a)(1), Excepción 1,
- (3) Se instale en gabinetes o armarios,
- (4) Se instale a más de 1.70 metros sobre el nivel del piso.

Los calefactores eléctricos tipo-zoclo instalados permanentemente, equipados con salidas de contactos instaladas en fábrica o salidas suministradas como un ensamble separado por el fabricante, se permitirán como los contactos requeridos para el espacio de pared utilizado por estos calefactores instalados en forma permanente. Estas salidas de contacto no se deben conectar a los circuitos del calefactor.

NOTA: Los calentadores eléctricos tipo zoclo aprobados, incluyen instrucciones que pueden prohibir su instalación debajo de las salidas de contactos.

a) Generalidades. En las unidades de vivienda, en cada cuarto de cocina, sala de estar, sala, salón, biblioteca, cuarto de estudio, solarío, comedor, recibidor, vestíbulo, biblioteca, terraza, recámara, cuarto de recreo o cualquier habitación similar, deben instalarse salidas para contactos de acuerdo con las disposiciones siguientes:

1) Separación. Las salidas para contactos deben instalarse de modo que ningún punto medido horizontalmente a largo de la línea del piso de cualquier espacio de pared esté a más de 1.80 metros, de una salida para contacto.

2) Espacio de pared. Para los efectos de este Artículo debe entenderse "espacio de pared" lo siguiente:

- (1) Cualquier espacio de 60 centímetros o más de ancho incluyendo el espacio que se mida en las esquinas y no interrumpido por aberturas de puertas o aberturas similares, chimeneas y gabinetes fijos que no tengan cubiertas o superficies de trabajo similares.
- (2) El espacio ocupado por paneles fijos en paredes, excepto los paneles deslizantes.
- (3) El espacio creado por divisores fijos de cuartos tales como mostradores autosoportados tipo bar o barandillas.

3) Contactos de piso. Los contactos de piso no deben contarse como parte del número requerido de salidas de contactos, a menos que estén localizados a una distancia no mayor de 45 centímetros de la pared.

4) Contactos en las cubiertas y salidas de contactos en superficies de trabajo similares. Los contactos instalados sobre las cubiertas y superficies de trabajo similares, tal y como se especifica en el inciso (c) siguiente no se deben considerar como una salida de contactos exigidos por este inciso (a).

b) Aparatos pequeños.

1) Alimentación para salidas para contactos. En la cocina, despensa, comedor, desayunador o área similar de una unidad de vivienda, los dos o más circuitos derivados de 20 amperes para aparatos pequeños que exige 210-11(c)(1), deben alimentar todas las salidas de contactos de pared y de piso a las que se refiere el inciso (a) de esta sección, todas las salidas de cubiertas a las que se refiere el inciso (c) de esta sección y las salidas de contactos para equipos de refrigeración.

Excepción 1: Además de los contactos exigidos enumerados en 210-52, se permitirá que sean alimentados por un circuito derivado de uso general los contactos controlados con interruptor, como se define en 210-70(a)(1), Excepción 1.

Excepción 2: Además de las salidas de contactos requeridas especificadas en 210-52, se permite que una salida de contactos para un aparato específico se alimente de un circuito derivado independiente de 15 amperes o mayor.

2) Ninguna otra salida. Los dos o más circuitos derivados para aparatos pequeños especificados en 210-52(b)(1) no deben tener otras salidas.

Excepción 1: Un contacto instalado exclusivamente para la alimentación y soporte de un reloj eléctrico en cualquiera de los cuartos especificados en (b)(1) anterior.

Excepción 2: Los contactos instalados para conectar equipos e iluminación suplementarios de estufas de gas, hornos de gas y parrillas de gas montadas sobre la cubierta.

3) Requisitos para contactos en la cocina. Los contactos instalados en las cubiertas de una cocina deben estar alimentados cuando menos por dos circuitos derivados de aparatos pequeños, se permitirá que cada uno de estos circuitos, o ambos, también alimenten salidas de contacto en el mismo cuarto de cocina y en otros cuartos especificados en (b)(1). Se permitirán circuitos derivados adicionales que alimenten las salidas de contactos de la cocina y de otras habitaciones especificadas en (b)(1). Ningún circuito derivado para pequeños aparatos debe alimentar más de una cocina.

c) Cubiertas y superficies de trabajo. En los cuartos de cocinas, despensas, desayunador, comedores y áreas similares de las unidades de vivienda se deben instalar salidas de contacto para las cubiertas y superficies de trabajo, de acuerdo con (1) a (5) siguientes.

1) Espacio de pared de la cubierta y superficies de trabajo. Se debe instalar un contacto en cada espacio de pared de la cubierta y superficie de trabajo que tenga 30 centímetros o más de ancho. Las salidas de contacto se deben instalar de modo que ningún punto a lo largo de la línea de la pared quede a más de 60 centímetros, medido horizontalmente, desde un contacto en ese espacio.

Excepción: No se requieren salidas de contactos en una pared directamente por detrás de una estufa, una parrilla de cubierta o un fregadero en la instalación que se describe en la Figura 210-52(c)(1).

2) Espacios en las cubiertas de isla. Se debe instalar por lo menos un contacto en cada cubierta de isla por cada espacio cuya dimensión más larga tenga 60 centímetros o más y la más corta 30 centímetros o más.

3) Espacios en las cubiertas de península. En cada cubierta de península, cuya dimensión más larga tenga 60 centímetros o más y la más corta 30 centímetros o más, se debe instalar por lo menos una salida de contacto en el espacio de la dimensión más larga. Una cubierta de península se mide desde la pared perpendicular conectada.

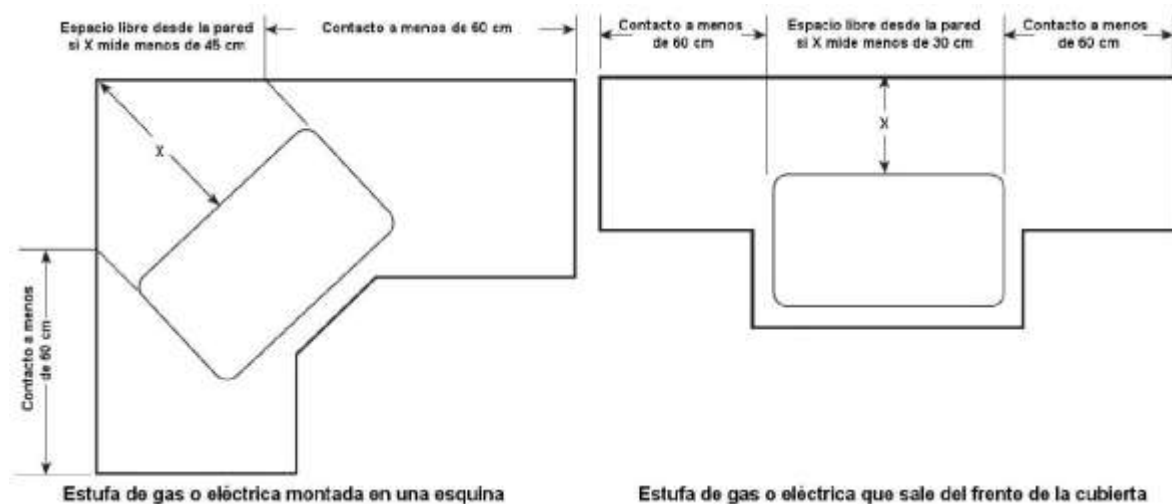


Figura 210-52(c)(1).- Determinación del espacio detrás de una estufa de gas, una parrilla eléctrica montada en la cubierta o un fregadero

4) Espacios separados. Para aplicar los requisitos del inciso (1) anterior, se deben considerar como espacios separados las cubiertas separados por estufas, refrigeradores o fregaderos. Si una estufa, una parrilla de cubierta o un fregadero son instalados en cubiertas de isla o de península y la profundidad de la cubierta por detrás de la estufa, parrilla de cubierta o fregadero es menor a 30 centímetros, se debe considerar que la estufa, la parrilla de cubierta o el fregadero dividen el espacio de la cubierta en dos espacios de cubiertas separadas. Cada espacio separado de cubiertas debe cumplir con los requisitos aplicables de este inciso(c).

5) Ubicación de las salidas de contacto. Las salidas de contacto deben estar ubicadas en o sobre las cubiertas, pero a no más de 50 centímetros por encima de la cubierta o superficie de trabajo. Se permite que ensambles de salidas de contactos aprobados para uso en cubiertas o superficies de trabajo se instalen en las cubiertas o superficies de trabajo. Las salidas de contactos que no queden fácilmente accesibles debido a aparatos fijos, alacenas, fregadero o estufa sobrepuesta como los cubiertos en (c)(1), Excepción, o por aparatos que ocupen un espacio dedicado, no se deben considerar como parte de las salidas exigidas.

NOTA: Véase 406-5(e) y 406-5(g) para los requisitos para la instalación de contactos en las cubiertas. y 406-5(f) y 406-5(g) para requisitos de instalación de contactos en superficies de trabajo.

Excepción a (5): Para cumplir las condiciones especiales especificadas en (1) o (2), se permitirá que las salidas de contacto vayan montadas a no más de 30 centímetros por debajo de la cubierta o superficies de trabajo. Los contactos montados por debajo de la cubierta o superficies de trabajo, de acuerdo con esta excepción, no se deben localizar donde la cubierta o superficies de trabajo sobresalga más de 15 centímetros de su base de apoyo:

- (1) Construcción para personas discapacitadas
- (2) En cubiertas tipo isla o península, cuando la cubierta o superficies de trabajo son planas en toda su superficie (sin salpicaderos, divisores, etc.) y no hay medios para montar un contacto dentro de los 50 centímetros por encima de la cubierta, como por ejemplo un gabinete de techo.

d) Cuartos de baño. En los cuartos de baño de unidades de vivienda se debe instalar por lo menos un contacto a no más de 90 centímetros del borde exterior de cada lavabo. Las salidas de contacto se deben localizar en una pared o una división que sea adyacente al lavabo o a la cubierta del lavabo, localizadas en la cubierta, o se debe instalar en la superficie lateral o en el frente del gabinete del lavabo. En ningún caso debe el contacto estar a más de 30 centímetros por debajo del lavabo o a la cubierta del lavabo. Se permite que los ensambles de salidas de contacto aprobados para uso en cubiertas sean instalados en las cubiertas.

NOTA: Véase 406-5(e) y (g) para los requisitos para la instalación de contactos en las cubiertas.

e) Salidas exteriores. Las salidas de contactos en los exteriores de la vivienda se deben instalar de acuerdo con (1) a (3) siguientes. Véase 210-8(a)(3).

1) Viviendas unifamiliares y bifamiliares. En una vivienda unifamiliar y en cada unidad de una vivienda bifamiliar que estén a nivel del suelo, se debe instalar al menos una salida de contacto fácilmente accesible desde el nivel del suelo y ubicada a no más de 2.00 metros por encima del nivel del suelo, en la parte frontal y posterior de la vivienda.

2) Viviendas multifamiliares. En cada unidad de vivienda de una unidad multifamiliar donde la unidad de vivienda esté a nivel del suelo y tenga entradas/salidas exteriores individuales, se debe instalar por lo menos una salida de contacto fácilmente accesible desde el nivel del suelo y a no más de 2.00 metros por encima del nivel del suelo.

3) Balcones, terrazas y pórticos. Los balcones, terrazas y pórticos accesibles desde el interior de la vivienda deben tener por lo menos una salida de contacto instalada dentro del perímetro del balcón, la terraza o el pórtico. El contacto no debe estar a más de 2.00 metros por encima de la superficie del balcón, terraza o pórtico.

f) Áreas de lavandería. En las unidades de vivienda se debe instalar como mínimo una salida de contacto en las áreas destinadas para la instalación de equipos de lavandería.

Excepción 1: En una unidad de vivienda que sea un apartamento o área de vivienda en un edificio multifamiliar, en la que haya instalaciones de lavado en el mismo inmueble disponibles para todos los ocupantes del mismo, no se exigirá el contacto para lavadora.

Excepción 2: En viviendas distintas de las unifamiliares en las que no haya o no estén permitidas instalaciones de lavandería, no es necesario un contacto para lavadora.

g) Garajes, edificios accesorios y sótanos. En las viviendas unifamiliares deben instalarse por lo menos una salida de contacto en las áreas especificadas en los incisos (1) hasta (3) siguientes. Estos contactos deben ser adicionales a los contactos requeridos para equipos específicos:

- (1) Garajes. En cada garaje adjunto y en cada garaje independiente que cuente con energía eléctrica, se instalará por lo menos un contacto en cada cajón de estacionamiento y no más de 1.7 m por encima del piso.
- (2) Edificios accesorios. En cada edificio accesorio que tengan instalación eléctrica
- (3) Sótanos. En cada parte independiente no terminada de un sótano.

h) Pasillos. En las unidades de vivienda, los pasillos de 3.00 metros o más de longitud deben tener por lo menos una salida de contacto.

Para efectos de esta subsección, la longitud del pasillo se mide a lo largo de la línea central del pasillo, sin pasar por ninguna puerta.

i) Vestíbulos. Los vestíbulos que no son parte de un pasillo de acuerdo con (h) anterior y que tienen una superficie mayor que 5.60 m² deben tener un contacto localizado en cada espacio de pared de 90 centímetros o más de ancho, no deben considerarse espacios de pared las entradas, ventanas del piso al techo y aberturas similares.

210-60. Habitaciones de huéspedes, suites de huéspedes, dormitorios y alojamientos similares.

a) Generalidades. Las habitaciones o suites de huéspedes de los hoteles, moteles, los cuartos de dormir en los dormitorios y en alojamientos similares deben tener instaladas salidas de contacto, de acuerdo con 210-52(a) y 210-52(d). Las habitaciones o suites de huéspedes que tengan servicios de cocina permanentes deben tener salidas de contacto instaladas de acuerdo con todas las reglas aplicables de 210-52.

b) Ubicación del contacto. Aplicando las disposiciones de 210-52(a), el número total de salidas de contactos no debe ser inferior al número mínimo que cumpla con las disposiciones de esa sección. Se permitirá ubicar convenientemente estas salidas de contacto de acuerdo con la disposición permanente de los muebles. Debe haber al menos dos salidas de contacto fácilmente accesibles.

Cuando los contactos estén instalados detrás de la cama, el contacto se debe ubicar de manera que se evite el contacto de la cama con cualquier clavija de conexión que pueda instalarse, o el contacto se debe proteger adecuadamente.

210-62. Aparadores. Directamente por encima de un aparador debe instalarse por lo menos una salida para contacto monofásico de 125 volts y 15 o 20 amperes dentro de una distancia de 45 cm de la parte superior del aparador por cada 3.70 metros lineales o más del aparador, medidos horizontalmente en su parte más ancha.

210-63. Salidas para equipos de calefacción, aire acondicionado y refrigeración. Debe instalarse una salida para contacto monofásica de 120 volts y 15 o 20 amperes en un lugar accesible para el mantenimiento de los equipos de calefacción, refrigeración y aire acondicionado. La salida para contacto debe estar situada al mismo nivel y a una distancia no mayor de 7.50 metros del equipo de calefacción, refrigeración o aire acondicionado. La salida para contacto no debe conectarse del lado de la carga del medio de desconexión del equipo.

NOTA: Ver la Sección 210-8 para los requisitos de interruptores de circuito por falla a tierra.

Excepción: No se exigirá un contacto en viviendas unifamiliares y bifamiliares, para el mantenimiento de enfriadores evaporativos.

210-64. Área del interruptor general. Debe instalarse al menos una salida de contacto monofásica, de 125 volts y de 15 o 20 amperes nominales en un lugar accesible dentro de los 7.5 m del equipo del interruptor general. La salida de contacto requerida debe estar localizada dentro del mismo cuarto o área del interruptor general.

Excepción 1: No debe requerirse que se instale la salida del contacto en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

Excepción 2: Cuando la tensión de servicio sea superior a 120 volts a tierra, no se requerirá una salida de contacto para los servicios dedicados a los equipos cubiertos en los Artículos 675 y 682.

210-70. Salidas requeridas para alumbrado. Las salidas para alumbrado deben instalarse de acuerdo a lo especificado en (a), (b) y (c) siguientes:

a) Unidades de vivienda. En las unidades de vivienda, las salidas de alumbrado deben instalarse de acuerdo a las disposiciones (1), (2) y (3) siguientes.

1) Cuartos habitables. Debe instalarse al menos una salida para alumbrado controlada por un apagador, en todos los cuartos habitables, cocina y cuartos de baño.

Excepción 1: En otros lugares diferentes de cocinas y cuartos de baño se permite uno o más contactos controlados mediante apagador en lugar de salidas de alumbrado.

Excepción 2: Se permite que las salidas de alumbrado estén controladas por sensores de presencia que (1) Sean complementarios a los apagadores, o (2) estén situados donde se instalan normalmente los apagadores y estén equipados con un control manual adicional que permita que el sensor funcione como apagador.

2) Lugares adicionales. Se deben instalar salidas de alumbrado adicionales de acuerdo con a), b) y c) siguientes:

- (1) Por lo menos una salida de alumbrado controlada con un apagador, en pasillos, escaleras, garajes adjuntos y garajes separados con energía eléctrica.
- (2) Para unidades de vivienda, garajes adjuntos y garajes independientes con energía eléctrica, se debe instalar por lo menos una salida de alumbrado controlada por apagador para iluminar el lado exterior de las entradas o salidas con acceso a nivel del piso. Una puerta vehicular en un garaje no se debe considerar como una entrada o salida exterior.

- (3) Cuando estén instaladas una o más salidas de alumbrado en escaleras interiores, debe haber un apagador al nivel de cada piso y en cada nivel del descanso que incluya una entrada, para controlar las salidas de alumbrado, en todos los casos cuando la escalera entre niveles sea de seis escalones o más.

Excepción a (1), (2) y (3) anteriores: En pasillos, escaleras y accesos exteriores, se permite el control remoto, central o automático del alumbrado.

- (4) Las salidas de iluminación controladas de acuerdo con la Sección 210.70 (a)(2)(3) no deben ser controladas por el uso de atenuadores, a menos que proporcionen la gama completa de control de atenuación en cada ubicación.

3) Espacios para almacenamiento o equipo. En desvanes, sótanos, espacios bajo el piso, cuartos de servicio y cuartos de máquinas, debe instalarse al menos una salida para alumbrado con interruptor colgante o controlado por un apagador, en donde estos espacios se utilizan para almacenamiento o para contener equipo que requiere reparación. Al menos un apagador debe estar en el punto habitual de entrada a estos espacios. La salida de alumbrado debe instalarse en el o cerca del equipo que requiere servicio.

b) Habitaciones de huéspedes. En las habitaciones de huéspedes y suites de huéspedes de los hoteles, moteles o lugares similares, debe haber al menos una salida para alumbrado controlada por un apagador en cada cuarto habitable y en el cuarto de baño.

Excepción 1: En otros lugares diferentes de cuartos de cocina y cuartos de baño se permitirán uno o más contactos controlados mediante un apagador en lugar de una salida de alumbrado.

Excepción 2: Se permitirá que las salidas de alumbrado estén controladas por sensores de presencia que: (1) sean adicionales a los apagadores o (2) estén situados donde se instalan normalmente los apagadores y estén equipados con un control manual adicional que permita que el sensor funcione como apagador.

c) Todos los lugares. En los áticos, espacios bajo el piso, cuartos de servicio y sótanos que albergan equipos que requieren servicio, debe instalarse al menos una salida de alumbrado con interruptor colgante o controlada por un apagador debe instalarse donde estos espacios se utilicen para almacén o que tengan equipo que requieran mantenimiento. Al menos un apagador debe estar en el punto habitual de entrada a estos espacios. La salida de alumbrado debe instalarse en el o cerca del equipo que necesita servicio.

210-71 Salas de reuniones.

a) Generalidades. Cada sala de reuniones de no más de 93 m² en unidades que no sean unidades de vivienda tendrá salidas para contactos de tipo no bloqueable, de 125 volts, de 15 o 20 amperes. Las salidas se instalarán de acuerdo con 210-71(b). Cuando una habitación o espacio esté provisto de divisiones móviles, cada tamaño de la habitación se determinará con la división en la posición que resulte en la sala de reuniones de tamaño más pequeño.

NOTA 1: Para los efectos de esta Sección, las salas de reuniones suelen estar diseñadas o destinadas para la reunión de ocupantes sentados para propósitos tales como conferencias, debates o propósitos similares, en donde es posible que se ocupen equipos electrónicos portátiles como computadoras, proyectores o equipos similares.

NOTA 2: Ejemplos de salas que no son salas de reuniones incluyen auditorios, aulas y cafeterías.

b) Salidas de contactos requeridas. El número total de salidas de contactos, incluidas las salidas en el piso y las salidas de contactos en los muebles fijos, no será inferior al determinado en los apartados 1 y 2 siguientes. Se permitirá que estas salidas de contacto estén ubicadas según lo determinado por el diseñador o propietario del edificio.

(1) Contactos en pared fija. Las tomas de los contactos se instalarán de acuerdo con 210-52(a)(1) a (a) (4).

(2) Salidas de contactos en el piso. Una sala de reuniones que tenga una anchura mínima de 3.7 metros y que tenga una superficie mínima de 20 m² deberá tener al menos una salida de contacto situada en el piso a una distancia no inferior a 1.8 metros de cualquier pared fija para cada 20 m² o la mayor porción de espacio del piso.

NOTA 1: Ver la Sección 314-27(b) para cajas de piso utilizadas para contactos situados en el suelo.

NOTA 2: Ver el Artículo 518 para lugares de reunión para 100 o más personas.

ARTÍCULO 215

ALIMENTADORES

215-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos de instalación, de protección contra sobrecorriente, y la ampacidad y tamaño mínimo de los conductores para los alimentadores.

Excepción: Alimentadores para celdas electrolíticas de los que trata 668-3(c)(1) y (c)(4).

215-2. Capacidad y tamaños mínimos del conductor.

a) Alimentadores de hasta 600 volts.

1) Generalidades. Los conductores de los alimentadores deben tener una ampacidad no menor que la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas de acuerdo a las Partes C, D y E del Artículo 220. El tamaño mínimo del conductor del circuito alimentador debe estar dimensionado para conducir no menos que el valor más alto de los siguientes:

(a) Donde un alimentador abastece cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, el calibre mínimo del conductor del alimentador debe tener una ampacidad permisible no menor a la carga no continua, más el 125 por ciento de la carga continua.

Excepción 1: Si el conjunto, incluyendo los dispositivos de sobrecorriente que protegen al (los) alimentador (es), está aprobado para operar al 100 por ciento de su corriente nominal, se permitirá que la ampacidad admisible de los conductores del alimentador no sea menor que la suma de la carga continua más la carga no continua.

Excepción 2: Cuando una parte de un alimentador esté conectada en sus extremos al de suministro y al de carga mediante conectores a presión instalados separadamente como se indica en 110-14(c)(2), se permitirá tener una ampacidad admisible no menor a la suma de la carga continua más la carga no continua. Ninguna porción de un alimentador instalado bajo las provisiones de esta excepción se extenderá dentro de un recinto que contenga ya sea el alimentador de suministro o las terminales de carga de alimentación, como se describe en 110-14(c)(1).

Excepción 3: Los conductores puestos a tierra que no estén conectados a un dispositivo de sobrecorriente deberán ser dimensionados al 100 por ciento de la carga continua y no continua.

(b) El calibre mínimo del conductor del alimentador debe tener una ampacidad permitida no menor que la carga máxima que se va a alimentar después de la aplicación de cualquier factor de ajuste o de corrección.

NOTA 1: Los conductores para alimentadores, tal como se definen en el Artículo 100, dimensionados para evitar una caída de tensión superior al 3 por ciento en la salida más alejada de las cargas de potencia, calefacción e iluminación o combinaciones de tales cargas y donde la caída de tensión total máxima en alimentadores y circuitos derivados a la salida más alejada no exceda el 5 por ciento, proporcionarán una eficiencia razonable de operación.

NOTA 2: Véase 210-19(a), NOTA 4, para la caída de tensión en los circuitos derivados.

2) Conductor puesto a tierra. El tamaño del conductor puesto a tierra del circuito alimentador no debe ser menor al exigido en 250-122, excepto que no se debe aplicar 250-122(f) cuando los conductores puestos a tierra estén instalados en paralelo.

Los calibres mínimos adicionales deben ser como se especifican en la Sección 215-2 (a)(3) bajo las condiciones estipuladas

3) Ampacidad relativa a los conductores de acometida. La ampacidad de los conductores del alimentador no debe ser menor a la de los conductores de acometida cuando los conductores del alimentador lleven el total de la carga alimentada por los conductores de acometida, con una ampacidad de 55 amperes o menos.

b) Alimentadores de más de 600 volts. La ampacidad de los conductores debe estar acorde con 310-15 y 310-60, según corresponda. El tamaño del conductor puesto a tierra del circuito alimentador, cuando esté instalado, no debe ser menor al exigido en 250-122, excepto que no se debe aplicar 250-122(f) cuando los conductores puestos a tierra estén instalados en paralelo. Los conductores de los alimentadores de más de 600 volts se deben dimensionar de acuerdo con (1), (2) o (3) siguientes.

1) Alimentadores a transformadores. Cuando únicamente se alimentan transformadores, la ampacidad de los conductores de los alimentadores no debe ser menor a la suma de las capacidades nominales indicadas en las placas de los transformadores alimentados.

2) Alimentadores a transformadores y a equipo de utilización. La ampacidad de los alimentadores que dan suministro a una combinación de transformadores y equipo de utilización no debe ser menor a la suma de las capacidades nominales indicadas en las placas de los transformadores alimentados, y el 125 por ciento de la carga de diseño prevista del equipo de utilización que funcionará simultáneamente.

3) Instalaciones supervisadas. En instalaciones supervisadas, se debe permitir que las dimensiones del tamaño del conductor del alimentador sean determinadas por personas calificadas bajo la supervisión de ingeniería. Las instalaciones supervisadas se definen como aquellas partes de la instalación en donde se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Las condiciones de diseño e instalación se suministran bajo la supervisión de ingeniería.
- (2) Personas calificadas con capacitación y experiencia, documentadas, en sistemas de más de 600 volts proveen el mantenimiento, el monitoreo y el servicio del sistema.

215-3. Protección contra sobrecorriente. Los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en la Parte A del Artículo 240. Cuando un alimentador suministra cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor a la carga no continua, más el 125 por ciento de la carga continua.

Excepción 1: Cuando el ensamble, incluidos los dispositivos que protegen el alimentador contra sobrecorriente, esté aprobado para funcionamiento al 100 por ciento de su capacidad nominal, se permitirá que la capacidad nominal en amperes del dispositivo de sobrecorriente no sea menor que la suma de la carga continua más la carga no continua.

Excepción 2: La protección contra sobrecorriente para los alimentadores de entre 600 y 1000 volts debe cumplir con lo establecido en las Partes A a H del Artículo 240. Los alimentadores de más de 1000 volts, nominales, deben cumplir con lo establecido en la Parte I del Artículo 240

215-4. Alimentadores con conductor neutro común

a) Alimentadores con neutro común. Se permitirá que hasta tres grupos de alimentadores de tres hilos o dos grupos de alimentadores cuatro o cinco hilos utilicen un neutro común.

b) En canalizaciones o envoltentes metálicas. Cuando estén instalados en una canalización u otra envoltente metálica, todos los conductores de todos los alimentadores con neutro común deben estar encerrados en la misma canalización o envoltente, como se exige en 300-20.

215-5. Diagrama unifilar de alimentadores. Antes de la instalación de los circuitos alimentadores debe de elaborarse un diagrama unifilar que muestre los detalles de dichos circuitos. Este diagrama debe mostrar la superficie en metros cuadrados del edificio u otra estructura alimentada por cada alimentador; la carga total conectada antes de aplicar los factores de demanda; los factores de demanda aplicados; la carga calculada después de aplicar los factores de demanda y el tipo y tamaño de los conductores utilizados.

215-6. Conductor de puesta a tierra de equipos del alimentador. Cuando un alimentador suministre energía a circuitos derivados que requieran conductores de puesta a tierra de equipos, el alimentador debe incluir o proporcionar un conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con lo establecido en 250-134, al que se deben conectar los conductores de puesta a tierra de equipos de los circuitos derivados. Cuando el alimentador suministre energía a un edificio o estructura independiente, se deben aplicar los requisitos de 250-32(b).

215-7. Conductores de fase derivados de sistemas puestos a tierra. Se permite derivar circuitos de corriente continua de dos conductores y de corriente alterna de dos o más conductores de fase, desde los conductores de fase de circuitos que tengan un conductor neutro puesto a tierra. Los dispositivos de desconexión en cada circuito derivado deben tener un polo en cada conductor no puesto a tierra.

215-9. Protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra. Se permite que los alimentadores que proporcionen energía a circuitos derivados de 15 y 20 amperes para contactos que estén protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra, o mediante un interruptor diferencial por corriente residual, instalado en un lugar fácilmente accesible en vez de lo establecido para tales interruptores en 210-8 y 590-6(a).

215-10. Protección de equipos contra fallas a tierra. Cada desconectador de un alimentador, con una corriente de desconexión de 1000 amperes o más, instalado en un sistema conectado en estrella y sólidamente conectado a tierra, con una tensión de más de 150 volts a tierra, pero que no supere 600 volts entre fases, debe estar dotado de equipo de protección contra fallas a tierra de acuerdo con las disposiciones de 230-95.

NOTA: Para edificios que tienen lugares para cuidado de la salud, ver los requisitos de 517-17.

Excepción 1: Las disposiciones de esta sección no se deben aplicar a medios de desconexión para un proceso industrial continuo, cuando una parada no programada introducirá peligros mayores o adicionales.

Excepción 2: Las disposiciones de esta sección no se deben aplicar si la protección del equipo contra fallas a tierra se provee en el lado de suministro del alimentador y en el lado de carga de cualquier transformador que suministre al alimentador.

215-11. Circuitos derivados de autotransformadores. Los alimentadores no deben derivarse de autotransformadores, a menos que el sistema alimentado tenga un conductor que esté conectado eléctricamente a un conductor puesto a tierra de la instalación de suministro del autotransformador.

Excepción 1: Se permitirá un autotransformador sin conexión a un conductor puesto a tierra, cuando transforme de 208 a 240 volts o similarmente de 240 a 208 volts.

Excepción 2: En edificios industriales donde se asegure que el mantenimiento y la supervisión de las instalaciones deben hacerse sólo por personal calificado, se permiten autotransformadores que suministren energía a cargas de 600 volts a partir de sistemas de 480 volts y a cargas de 480 volts a partir de sistemas de 600 volts, sin conexión con un conductor similar puesto a tierra similar.

215-12. Identificación de los alimentadores.

a) Conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra de un alimentador, si está aislado, se debe identificar según lo establecido en 200-6.

b) Conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos se debe identificar según lo establecido en 250-119.

c) Identificación de los conductores de fase. Se deben identificar de acuerdo con lo siguiente:

(1) Alimentadores abastecidos por más de un sistema de tensión nominal. Donde el sistema de alambrado de los inmuebles tenga alimentadores suministrados por más de una tensión nominal, cada conductor de fase de un alimentador se debe identificar por fase o línea y por sistema, en todos los puntos de terminación, conexión y empalme, de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

(a) Medios de identificación. Se debe permitir que los medios de identificación sean por métodos como código de color por separado, cinta de marcado, etiquetado u otros medios aprobados.

(b) Aviso de los medios de identificación. El método utilizado para conductores que se originen dentro de cada tablero de distribución del alimentador o en un equipo similar de distribución de un alimentador, se debe documentar de manera que esté fácilmente disponible o se debe fijar permanentemente a cada tablero de distribución del alimentador o equipo similar.

(2) Alimentadores abastecidos por sistemas de corriente continua. Donde un alimentador sea abastecido por un sistema de corriente continua que funcione a más de 60 volts, cada conductor no puesto a tierra de 21.2 mm² (4 AWG) o mayor debe estar identificado por su polaridad en todos los puntos de terminación, conexión y empalme mediante cinta de marcado, etiquetado u otro medio aprobado; cada uno de los conductores no puesto a tierra de 13.3 mm² (6 AWG) o menor debe ser identificado por su polaridad en todos los puntos de terminación, conexión y empalme, de conformidad con lo establecido en (a) y (b) siguientes. Los métodos de identificación utilizados para los conductores que se originen dentro de cada panel de distribución de un alimentador o equipo similar de distribución de un alimentador deben ser documentados de manera que estén fácilmente disponibles o deben ser publicados de modo permanente en cada panel de distribución de un alimentador o equipo similar de distribución de un alimentador.

(a) Polaridad positiva, calibres 13.3 mm² (6 AWG) o menores. Donde la polaridad positiva de un sistema de corriente continua no sirva como el punto de conexión para el conductor puesto a tierra, cada conductor positivo no puesto a tierra debe ser identificado mediante uno de los siguientes medios:

(1) Un acabado exterior continuo rojo

(2) Una franja continua roja marcada de manera durable a lo largo de toda la longitud del conductor sobre un aislamiento de un color que no sea verde, blanco, gris ni negro

(3) Signo "más" (+) o la palabra POSITIVO o POS impresos de manera durable sobre un aislamiento de un color que no sea verde, blanco, gris ni negro, y repetidos a intervalos que no excedan de 61 cm, de acuerdo con lo establecido en la sección 310-120(b)

(4) Un medio de marcado permanente, tal como forro o tubo retráctil, que sea adecuado para el tamaño del conductor, en todos los puntos de terminación, conexión y empalme, con signos positivos impresos (+) o la palabra POSITIVO o POS marcado de manera duradera en el aislamiento de un color que no sea verde, blanco, gris o negro.

(b) Polaridad negativa, calibres 13.3 mm² (6 AWG) o menores. Donde la polaridad negativa de un sistema de corriente continua no sirva como el punto de conexión para el conductor puesto a tierra, cada conductor negativo no puesto a tierra debe ser identificado mediante uno de los siguientes medios:

- (1) Un acabado exterior continuo negro
- (2) Una franja continua negra marcada de manera durable a lo largo de toda la longitud del conductor sobre un aislamiento de un color que no sea verde, blanco, gris ni rojo
- (3) Signo “menos” (–) o la palabra NEGATIVO o NEG impresos de manera durable sobre un aislamiento de un color que no sea verde, blanco, gris ni rojo, y repetidos a intervalos que no excedan de 61 cm, de acuerdo con lo establecido en la sección 310-120(b)
- (4) Un medio de marcado permanente, tal como forro o tubo retráctil, adecuado para el tamaño del conductor, en todos los puntos de terminación, conexión y empalme, con signos negativos impresos (–) o la palabra NEGATIVO o NEG marcado de manera duradera en el aislamiento de un color que no sea verde, blanco, gris o rojo.

ARTÍCULO 220

CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS

Parte A. Generalidades

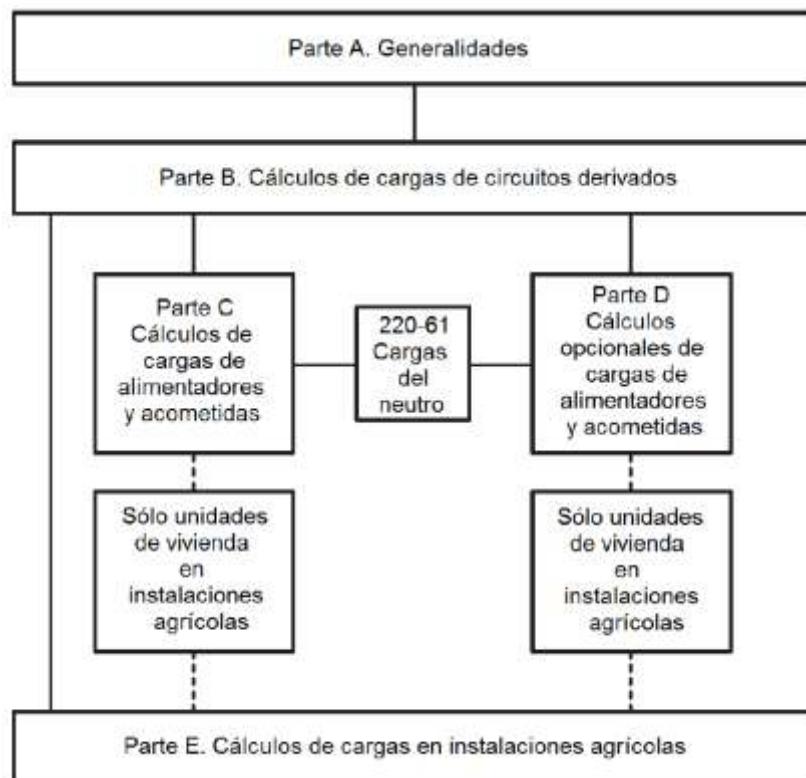


Figura 220-1.- Métodos de cálculo para circuitos derivados, alimentadores y acometidas

220-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para calcular las cargas de los circuitos derivados, de los alimentadores y de las acometidas. La Parte A proporciona los requisitos generales para los métodos de cálculo. La Parte B suministra los métodos de cálculo para las cargas de los circuitos derivados. Las Partes C y D proporcionan los métodos de cálculo para los alimentadores y acometidas. La Parte E proporciona los métodos de cálculo para instalaciones agrícolas.

NOTA: Ver la Figura 220-1 relacionada con información sobre la organización del Artículo 220.

220-3. Otros Artículos para cálculos de propósito específico. La Tabla 220-3 proporciona referencias para los requisitos de cálculo de propósito específico que no se encuentren en los Capítulos 5, 6 o 7 que modifican o completan los requisitos de este Artículo.

Tabla 220-3.- Referencias para el cálculo de propósito específico

Cálculo	Artículo	Sección o Parte
Calentadores de agua tipo almacenamiento	422	422-11 (e)
Cálculos de circuitos derivados de más de 600 volts	210	210-19 (b)
Cálculos del alimentador de más de 600 volts	215	215-2 (b)
Conductores - convertidores de fase	455	455-6
Dimensionado del circuito derivado - equipos eléctricos fijos de calefacción para tuberías y recipientes	427	427-4
Dimensionado del circuito derivado - equipos eléctricos fijos exteriores para deshielo y fusión de nieve	426	426-4
Dimensionado del circuito derivado - equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente	424	424-3
Dimensionado del conductor del circuito derivado - equipos de aire acondicionado y de refrigeración	440	Parte D
Motores, equipos de carga combinada y de motores múltiples	430	430-25
Motores, factores de demanda del alimentador	430	430-26
Motores, varios motores o un(os) motor(es) y otra(s) carga(s)	430	430-24

220-5. Cálculos.

a) Tensiones. Si no se especifican otras tensiones, para el cálculo de cargas del alimentador y de los circuitos derivados, deben aplicarse las tensiones de 120, 120/240, 220Y/127, 208Y/120, 220, 240, 347, 440, 460, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 volts.

b) Fracciones de un ampere. Cuando los cálculos den como resultado una fracción decimal se permitirá redondear al ampere entero más cercano. Cuando la fracción decimal es menor que 0.5 se redondeará hacia abajo.

Parte B. Cálculo de cargas de circuitos derivados.

220-10. Generalidades. Las cargas de los circuitos derivados deben calcularse como se indica en 220-12, 220-14 y 220-16.

220-12. Cargas de alumbrado para lugares específicos. La carga mínima de alumbrado por cada metro cuadrado de superficie del piso debe ser mayor o igual que la especificada en la Tabla 220-12 para los lugares específicos indicados en la misma. El área del piso de cada planta debe calcularse a partir de las dimensiones exteriores del edificio, unidad de vivienda u otras áreas involucradas. Para las unidades de vivienda, el área calculada del piso no debe incluir los patios abiertos, las cocheras ni los espacios no utilizados o sin terminar, que no sean adaptables para su uso futuro.

NOTA: Los valores unitarios de estos cálculos se basan en condiciones de carga mínima y un factor de potencia del 100 por ciento y puede ser que no provean la capacidad suficiente para la instalación considerada.

220-14. Otras cargas para todo tipo de construcciones. En todas las construcciones, la carga mínima de cada salida de contacto de uso general y salidas no utilizadas para alumbrado general no debe ser menor a las calculadas en (a) hasta (l) siguientes, las cargas indicadas se basan en la tensión de los circuitos derivados:

Excepción: Se deben descartar de los cálculos las cargas de las salidas que alimentan tableros de distribución y conmutadores telefónicos.

Tabla 220-12.- Cargas de alumbrado general por tipo del inmueble

Tipo del inmueble	Carga unitaria (VA/m ²)
Bancos	39 ^b
Casas de huéspedes	17
Clubes	22
Cuarteles y auditorios	11
Depósitos (almacenamiento)	3
Edificios de oficinas	39 ^b
Edificios industriales y comerciales (lugares de almacenamiento)	22
Escuelas	33
Estacionamientos comerciales	6
Hospitales	22
Hoteles y moteles, incluidos apartamentos sin cocineta	22
Iglesias	11
Juzgados	22
Peluquerías y salones de belleza	33
Restaurantes	22
Tiendas	33
Unidades de vivienda ^a	33
En cualquiera de las construcciones anteriores, excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:	
Vestíbulos, pasillos, closets, escaleras	6
Lugares de reunión y auditorios	11
Bodegas	3

^a Ver 220-14(j)^b Ver 220-14(k)

a) Aparatos o cargas específicas. Una salida para un aparato específico u otra carga no incluida en 220-14(b) hasta (l) se debe calcular con base en la corriente del aparato o carga conectada.

b) Secadoras eléctricas y aparatos eléctricos de cocción en unidades de vivienda y electrodomésticos de cocina usados en programas educativos. Se permitirá efectuar los cálculos de las cargas como se especifica en 220-54 para secadoras eléctricas y en 220-55, para estufas eléctricas y otros aparatos de cocción.

c) Cargas de motor. Las salidas para cargas de motor se deben calcular de acuerdo con los requisitos de 430-22, 430-24 y 440-6.

d) Luminarias. Una salida que alimenta luminarias se debe calcular con base en el valor máximo en voltamperes del equipo y las lámparas para las que esté designada dicha luminaria.

e) Portalámparas de trabajo pesado. Las salidas para portalámparas de trabajo pesado se deben calcular con un mínimo de 600 voltamperes.

f) Alumbrado de anuncios y de contorno. Las salidas para iluminación de anuncios e iluminación de contorno se deben calcular con una carga mínima de 1200 voltamperes para cada circuito derivado exigido, como se especifica en 600-5(a).

g) Aparadores. Los aparadores se deben calcular de acuerdo con cualquiera de los siguientes numerales:

- (1) La carga unitaria por salida, como se exige en otras disposiciones de esta sección.
- (2) 200 voltamperes por cada 30 centímetros lineales de aparador.

h) Ensamblajes fijos de múltiples salidas. Los ensamblajes fijos de múltiples salidas usados en edificios que no sean unidades de vivienda, habitaciones de huéspedes o suites de huéspedes en hoteles o moteles, se deben calcular de acuerdo con (1) o (2) siguientes. Para los propósitos de esta sección, se permitirá que el cálculo se base en la parte que contiene las salidas de contacto.

- (1) En el caso que sea improbable que se usen simultáneamente varios aparatos, por cada sección 1.50 metros o fracción de cada longitud separada y continua, se debe considerar una salida de cuando menos 180 voltamperes.
- (2) En el caso de aparatos que sea probable que se usen simultáneamente, cada 30 centímetros o fracción se debe considerar como una salida de cuando menos 180 voltamperes.

i) Salidas para contactos. Excepto como se establece en (j) y (k) siguientes, las salidas de contactos se deben considerar cuando menos de 180 voltamperes para cada contacto sencillo o múltiple instalado en el mismo yugo. Un contacto múltiple compuesto de cuatro o más contactos se debe calcular con no menos de 90 voltamperes por cada contacto. Esta disposición no se debe aplicar a salidas para contactos especificadas en 210-11(c)(1) y (c)(2).

j) Alojamientos. En viviendas unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares y en habitaciones de huéspedes o suites de huéspedes de hoteles y moteles, las salidas especificadas en este mismo subinciso están incluidas en los cálculos de carga de alumbrado general de 220-12. No se deben exigir cálculos de carga adicionales para estas salidas.

- (1) Todas las salidas de contactos para uso general de 20 amperes nominales o menos, incluidos los contactos conectados a los circuitos, en 210-11(c)(3).
- (2) Las salidas de contactos especificadas en 210-52(e) y (g).
- (3) Las salidas de alumbrado especificadas en 210-70(a) y (b).

k) Bancos y edificios de oficinas. En bancos o edificios de oficinas, las cargas de contactos se deben calcular de modo que sean superiores a las que se indican en los numerales (1) o (2), siguientes:

- (1) La carga calculada a partir de 220-14(i)
- (2) 11 voltamperes/m²

l) Otras salidas. Otras salidas no cubiertas en (a) hasta (k) de esta sección se deben calcular con base en 180 voltamperes por salida.

220-16. Cargas para ampliación de las instalaciones existentes.

a) Unidades de vivienda. Las cargas agregadas a unidades de vivienda existentes deben cumplir con lo siguiente, según corresponda:

- (1) Las cargas para ampliaciones estructurales de una unidad de vivienda existente o de una parte de una unidad de vivienda en la que no existía instalación, si superan 46.50 m², se deben calcular de acuerdo con 220-12 y 220-14.
- (2) Las cargas de circuitos nuevos o ampliaciones en unidades de vivienda con una instalación existente, se deben calcular de acuerdo con 220-12 o 220-14, según corresponda.

b) Inmuebles que no sean viviendas. Las cargas para circuitos nuevos o ampliaciones en inmuebles que no sean viviendas se deben calcular de acuerdo con 220-12 o 220-14, según corresponda.

220-18. Cargas máximas. La carga total no debe exceder el valor nominal del circuito derivado y no debe exceder las cargas máximas especificadas en (a) hasta (c) siguientes, bajo las condiciones especificadas aquí.

a) Cargas accionadas por motor y combinadas. Cuando un circuito alimenta solamente cargas accionadas por motor, se debe aplicar el Artículo 430. Cuando un circuito alimenta solamente equipo de aire acondicionado, equipo de refrigeración, o ambos, se debe aplicar el Artículo 440.

Para circuitos que alimentan cargas que consisten de un equipo de utilización accionado por motor que está fijo en su sitio y que tiene un motor de más de 93.25 watts ($\frac{1}{8}$ HP) en combinación con otras cargas, la carga total calculada se debe basar en el 125 por ciento de la carga del motor más grande más la suma de las otras cargas.

b) Cargas de alumbrado inductivas y de diodo emisor de luz. Para circuitos que alimentan unidades de alumbrado que tengan balastros, transformadores o autotransformadores o diodos emisores de luz, la carga calculada se debe basar en el valor nominal de corriente total de estas unidades, en amperes, y no en el total de watts de las lámparas.

c) Cargas de estufas. Se permitirá aplicar los factores de demanda para cargas de estufas de acuerdo con la Tabla 220-55, incluida la NOTA 4.

Parte C. Cálculos de cargas del alimentador y de la acometida.

220-40. Generalidades. La carga calculada de un alimentador o de una acometida no debe ser menor a la suma de las cargas en los circuitos derivados alimentados, como se determina en la Parte B de este Artículo, después de aplicar cualquier factor de demanda aplicable y permitido por las Partes C o D, o exigidos por la Parte E.

NOTA: Véase 220-18(b) para la carga máxima en amperes, permitida para unidades de alumbrado que operan a menos de 100 por ciento del factor de potencia.

220-42. Alumbrado general. Los factores de demanda especificados en la Tabla 220-42 se deben aplicar a la parte de alumbrado general de la carga total calculada del circuito derivado. Esos factores no se deben aplicar para calcular el número de circuitos derivados para iluminación general.

Tabla 220-42.- Factores de demanda de cargas de alumbrado

Tipo de inmueble	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (voltamperes)	Factor de demanda (%)
Almacenes	Primeros 12 500 o menos	100
	A partir de 12 500	50
Hospitales*	Primeros 50 000 o menos	40
	A partir de 50 000	20
Hoteles y moteles, incluyendo los apartamentos sin cocina para los inquilinos*	Primeros 20 000 o menos	50
	De 20 001 a 100 000	40
	A partir de 100 000	30
Unidades de vivienda	Primeros 3000 o menos	100
	De 3001 a 120 000	35
	A partir de 120 000	25
Todos los demás	Voltamperes totales	100

* Los factores de demanda de esta Tabla no se deben aplicar a la carga calculada de los alimentadores que dan suministro a las zonas de hospitales, hoteles y moteles en las que es posible que se deba utilizar todo el alumbrado al mismo tiempo, como salas de operaciones, comedores y salas de baile.

220-43. Alumbrado de aparadores y riel de alumbrado.

a) Aparadores. Para el alumbrado de aparadores debe incluirse una carga no menor a 600 voltamperes/metro lineal de aparador, medido horizontalmente a lo largo de su base.

NOTA: Para los circuitos derivados que alimentan los aparadores, véase 220-14 (g).

b) Rieles de alumbrado. Para rieles de alumbrado en sitios diferentes de unidades de vivienda o habitaciones o alcobas de huéspedes en hoteles o moteles, se debe incluir una carga adicional de 150 voltamperes por cada 60 centímetros o fracción de riel de alumbrado. Cuando se instalan rieles multicircuitos, se debe considerar que la carga está dividida uniformemente entre los circuitos del riel.

Excepción: Si los rieles de alumbrado son alimentados a través de un dispositivo que limita la corriente a los rieles, se permitirá que la carga sea calculada con base en el valor nominal del dispositivo empleado para limitar la corriente.

220-44. Cargas para contactos en inmuebles que no sean de vivienda. En inmuebles que no sean de vivienda, se permite que las cargas para contactos sean calculadas de acuerdo con 220-14(h) e (i), sujetas a los factores de demanda de la Tabla 220-42 o la Tabla 220-44.

Tabla 220-44.- Factores de demanda para cargas de contactos en inmuebles que no son unidades de vivienda

Parte de la carga de contactos a la que se aplica el factor de demanda (voltamperes)	Factor de demanda (%)
Primeros 10 kVA o menos	100
A partir de 10 kVA	50

220-50. Motores. Las cargas de motores se deben calcular de acuerdo con 430-24, 430-25 y 430-26. Y con 440-6 para motores de compresores herméticos de refrigeración.

220-51. Calefacción eléctrica fija de ambiente. Las cargas para calefacción eléctrica fija de ambiente se deben calcular al 100 por ciento de la carga total conectada. No obstante, en ningún caso el valor nominal de la corriente de carga de la acometida o del alimentador debe ser menor al valor nominal del circuito derivado alimentado más grande.

Excepción: Cuando resulten cargas menores en los conductores debido a que los equipos funcionan de acuerdo con ciclos de servicio, continua o intermitentemente o no funcionen todos a la vez, los conductores del alimentador y de la acometida pueden tener una ampacidad menor a 100 por ciento, siempre que los conductores tengan una ampacidad para la carga así calculada.

220-52. Cargas de aparatos pequeños y lavadoras en unidades de vivienda.

a) Cargas del circuito de aparatos pequeños. En cada unidad de vivienda, la carga del alimentador debe calcularse a 1500 voltamperes por cada circuito derivado de 2 hilos para aparatos pequeños como se especifica en 210-11(c)(1). Cuando la carga se divida entre dos o más alimentadores, la carga calculada para cada uno debe incluir no menos de 1500 voltamperes por cada circuito de 2 hilos para aparatos pequeños. Se permite que estas cargas se incluyan con la carga de alumbrado general y se apliquen los factores de demanda permitidos en la Tabla 220-42.

Excepción: Se permite excluir de los cálculos exigidos en esta sección, a los circuitos derivados individuales permitidos por 210-52(b)(1), Excepción 2.

b) Carga del circuito de lavadora. Una carga de cuando menos 1500 voltamperes se debe incluir por cada circuito derivado de 2 hilos para lavadora instalado de tal forma como se establece en 210-11(c)(2). Se permite que esta carga se incluya con la carga de alumbrado general y se le apliquen los factores de demanda permitidos en la Tabla 220-42.

220-53. Carga para aparatos en unidades de vivienda. En viviendas unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares se permite aplicar un factor de demanda del 75 por ciento a la capacidad nominal indicada en la placa de datos, de cuatro o más aparatos fijos conectados al mismo alimentador, que no sean estufas eléctricas, secadoras de ropa, equipo de calefacción eléctrica o de aire acondicionado.

220-54. Secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda. La carga para secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda debe ser de 5000 voltamperes o la potencia nominal indicada en la placa de datos, la que sea mayor, para cada secadora conectada. Se permite aplicar factores de demanda indicados en la Tabla 220-54 Cuando dos o más secadoras monofásicas sean alimentadas por un alimentador de 3 fases, 4 hilos, la carga total se debe calcular con base en el doble del número máximo de secadoras conectadas entre dos fases cualesquiera. Para las cargas calculadas en esta sección, los kilovoltamperes se deben considerar equivalentes a los kilowatts.

220-55. Aparatos eléctricos de cocción en unidades de vivienda y electrodomésticos de cocina usados en programas educativos. Se permite aplicar los factores de demanda de acuerdo con la Tabla 220-55, para calcular la carga de estufas eléctricas domésticas, hornos de pared y otros aparatos de cocción con capacidad individual mayor que 1.75 kilowatts. Para las cargas calculadas en esta sección, los kilovoltampere (kVA) equivalen a kilowatts (kW).

Cuando haya dos o más estufas monofásicas alimentadas por un alimentador o una acometida de 3 fases, 4 hilos, la carga total se debe calcular sobre la base del doble del número máximo de estufas conectadas entre dos fases cualesquiera.

NOTA. 2: Véase la Tabla 220-56 para equipos de cocción comerciales.

220-56. Equipos de cocina en inmuebles que no son unidades de vivienda. Se permitirá calcular las cargas de los equipos eléctricos de cocción comerciales, calentadores del agua de los lavaplatos, otros calentadores de agua y otros equipos de cocina, de acuerdo con la Tabla 220-56. Los factores de demanda de esta Tabla se deben aplicar a todos los equipos de cocina controlados por termostato o de uso intermitente. No se deben aplicar a equipos de calefacción eléctrica, ventilación o aire acondicionado.

No obstante, en ningún caso, la carga calculada del alimentador o de la acometida no deberá ser menor que la suma de las cargas de los dos equipos de cocina más grandes.

220-60. Cargas no coincidentes. Al calcular la carga total del alimentador o de la acometida, cuando no sea probable que se utilicen simultáneamente dos o más cargas no coincidentes, se puede omitir la más pequeña de las dos.

Tabla 220-54.- Factores de demanda para secadoras domésticas de ropa

Número de secadoras	Factor de demanda (%)
1-4	100
5	85
6	75
7	65
8	60
9	55
10	50
11	47
12-23	47% menos 1% por cada secadora que exceda el número de 11
24-42	35% menos 0.5% por cada secadora que exceda el número de 23
De 43 en adelante	25

220-61. Carga del neutro del alimentador o de la acometida.

a) Cálculo básico. La carga del neutro del alimentador o de la acometida debe ser el máximo desequilibrio de la carga determinado por este Artículo. La carga de máximo desequilibrio debe ser la carga neta máxima calculada entre el neutro y cualquier otro conductor de fase.

Excepción. La carga así obtenida, se debe multiplicar por 140 por ciento para sistemas de 2 fases, 3 hilos o 2 fases 5 hilos.

b) Reducciones permitidas. Se permitirá que un alimentador que alimente las siguientes cargas tenga un factor de demanda adicional de 70 por ciento que se aplica a la cantidad indicada en el numeral (1) o una parte de la cantidad indicada en el numeral (2) siguientes, determinada por los siguientes cálculos básicos:

- (1) Para un alimentador que alimente estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, estufas montadas en la cubierta del mueble de cocina y secadoras eléctricas, cuando la carga máxima no equilibrada se ha determinado según la Tabla 220-55 para estufas y la Tabla 220-54 para secadoras.
- (2) La parte de la carga desbalanceada mayor de 200 amperes cuando el suministro del alimentador proviene de un sistema de corriente continua de 3 hilos o de corriente alterna de 1 fase; o un sistema de 4 hilos 3 fases, sistema de 3 hilos 2 fases; o un sistema de 5 hilos 2 fases.

c) Reducciones prohibidas. No debe reducirse la ampacidad del conductor neutro o del conductor puesto a tierra que se aplique a la cantidad indicada en el numeral (1) siguiente o la parte de la cantidad indicada en el numeral (2) que abajo se indica, con respecto a la determinada mediante el cálculo básico:

- (1) Ninguna parte de un circuito de 3 hilos que esté formado por el conductor neutro y dos conductores de fase de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella.
- (2) Aquella parte que conste de cargas no lineales alimentadas por un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella.

NOTA: Un sistema de potencia de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella utilizado para alimentar cargas no lineales, puede requerir que el sistema de potencia esté proyectado de modo que permita que pasen por el conductor neutro corrientes con alto contenido de armónicas.

Tabla 220-55.- Factores de demanda y cargas para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, parrillas eléctricas montadas en la superficie del mueble de cocina y otros aparatos de cocción de más de 1.75 kilowatts (kW). (La columna C debe aplicarse en todos los casos, excepto lo permitido de otra forma en la Nota 3).

Número de aparatos	Factor de demanda (%)		Columna C Demanda máxima (kW) no más de 12 kW)
	Columna A (menos de 3 ½ kW)	Columna B (de 3 ½ kW hasta 8 ¾ kW)	
1	80	80	8
2	75	65	11
3	70	55	14
4	66	50	17
5	62	45	20
6	59	43	21
7	56	40	22
8	53	36	23
9	51	35	24
10	49	34	25
11	47	32	26
12	45	32	27
13	43	32	28
14	41	32	29
15	40	32	30
16	39	28	31
17	38	28	32
18	37	28	33
19	36	28	34
20	35	28	35
21	34	26	36
22	33	26	37
23	32	26	38
24	31	26	39
25	30	26	40
26-30	30	24	15 kW + 1 kW por cada estufa
31-40	30	22	
41-50	30	20	25 kW + ¾ kW por cada estufa
51-60	30	18	
De 61 en adelante	30	16	

1.- Todas las estufas del mismo valor nominal y de más de 12 kW hasta 27 kW. Para estufas individuales de más de 12 kW pero no más de 27 kW, se debe aumentar la demanda máxima de la columna C un 5 por ciento por cada kW adicional o fracción por encima de los 12 kW.

2.- Las estufas de más de 8.75 kW hasta 27 kW de distinto valor nominal. Para estufas con potencia individual de más de 8.75 kW y de diferente capacidad nominal, pero que no superen los 27 kW, se debe calcular un valor promedio sumando las capacidades nominales de todas las estufas para obtener la carga total conectada (utilizando 12 kW por cada estufa de menos de 12 kW) y dividiendo entre el número total de estufas. Después se debe aumentar la demanda máxima de la columna C un 5 por ciento por cada kW o fracción en que este valor promedio exceda de 12 kW.

3.- De más de 1.75 kW hasta 8.75 kW. En lugar del método de la columna C, se permite añadir la potencia nominal de todos los aparatos de cocción de más de 1.75 kW, pero no más de 8.75 kW y multiplicar la suma por los factores de demanda de las columnas A o B, según el número de aparatos. Cuando la potencia nominal de los aparatos de cocción corresponda a las columnas A y B, se deben aplicar los factores de demanda de cada columna a los aparatos de esa columna y sumar los resultados.

4.- Carga del circuito derivado: Se permite calcular la carga del circuito derivado de una estufa según la Tabla 220-55. La carga del circuito de un horno de pared o de una estufa montada en la superficie del mueble de cocina debe ser el valor de la placa de datos del aparato. La carga de un circuito derivado de una estufa montada en la superficie del mueble de cocina y no más de dos hornos de pared, conectados todos al mismo circuito derivado y situados en la misma cocina, debe calcularse sumando los valores de la placa de datos de cada aparato y considerando ese total como equivalente a una estufa.

5.- Esta Tabla se aplica también a aparatos de cocción de más de 1.75 kW utilizados en programas de instrucción.

Tabla 220-56.- Factores de demanda para equipos de cuartos de cocina diferentes a unidades de vivienda.

Número de unidades de equipo	Factor de demanda (%)
1	100
2	100
3	90
4	80
5	70
6 y más	65

Parte D. Cálculos opcionales para cargas de alimentadores y acometidas

220-80. Generalidades. Se permitirán los cálculos opcionales de las cargas del alimentador y de la acometida de acuerdo con esta Parte D.

220-82. Unidades de vivienda.

a) Carga del alimentador y de la acometida. Esta sección se aplica a unidades de vivienda cuya carga total conectada esté alimentada por un solo conjunto de tres conductores a 120/240 o 220Y/127 volts en el alimentador o en la acometida con una ampacidad de 100 amperes o más. Está permitido calcular las cargas del alimentador y de la acometida de acuerdo con esta sección en lugar del método especificado en la Parte C de este Artículo. La carga calculada debe ser el resultado de sumar las cargas de 220-82(b) y (c). Se permite que los conductores de los alimentadores y de la entrada de la acometida cuya carga calculada sea determinada por este cálculo opcional, tengan la carga del neutro determinada como se indica en 220-61.

b) Cargas generales. La carga general calculada no debe ser menor al 100 por ciento de los primeros 10 kilovoltamperes más el 40 por ciento del remanente de las siguientes cargas:

- (1) 33 voltamperes/m² para alumbrado general y contactos de uso general. El área del suelo de cada piso se debe calcular a partir de las dimensiones exteriores de la unidad de vivienda. La superficie calculada del suelo no debe incluir los pórticos abiertos, los estacionamientos ni los espacios no utilizados o sin terminar que no sean adaptables para su uso futuro.
- (2) 1500 voltamperes por cada circuito derivado de 2 conductores de 20 amperes para aparatos pequeños aparatos, y por cada circuito derivado para lavadora contemplados en 210-11(c)(1) y (c)(2).
- (3) El valor nominal de la placa de datos de los siguientes elementos:
 - a. Todos los aparatos que estén fijos en su sitio, conectados permanentemente o localizados para conectarlos a un circuito específico.
 - b. Estufas, hornos de pared, estufas montadas en la cubierta del mueble de cocina.
 - c. Secadoras de ropa que no están conectadas al circuito derivado de lavandería que se especifica en el numeral (2).
 - d. Calentadores de agua.
- (4) El valor nominal de la placa de datos en amperes o en kilovoltamperes de todos los motores conectados permanentemente que no se incluyen en el numeral (3).

c) Cargas de calefacción y aire acondicionado. Se debe incluir la mayor de las seis posibilidades siguientes (carga en kilovoltamperes):

- (1) 100 por ciento de los valores nominales de placa de datos del equipo de aire acondicionado y del equipo de refrigeración.
- (2) 100 por ciento de los valores nominales de placa de datos de las bombas de calor cuando éstas se utilizan sin ningún calentador eléctrico complementario.
- (3) 100 por ciento de los valores nominales de placa de datos del compresor de la bomba de calor y 65 por ciento del calentador eléctrico complementario para los sistemas eléctricos centrales de calefacción de ambiente. Si se evita que el compresor de la bomba de calor funcione al mismo tiempo que el calentador complementario, no es necesario considerar éste en la carga total de la calefacción central de ambiente.

- (4) 65 por ciento de los valores nominales de placa de datos de la calefacción eléctrica de ambiente, si son menos de cuatro unidades controladas separadamente.
- (5) 40 por ciento de los valores nominales de placa de datos de la calefacción eléctrica de ambiente, si son cuatro o más unidades controladas separadamente.
- (6) 100 por ciento de los valores nominales de placa de datos del almacenamiento térmico eléctrico y otros sistemas de calefacción en los que se espera que la carga usual sea continuamente el valor total de la placa de datos. En los sistemas que se calculan considerando esta opción, no se debe aplicar ninguna otra de las opciones anteriores.

220-83. Unidades de vivienda existentes. Se permitirá utilizar esta sección para determinar si el alimentador o la acometida existentes tienen capacidad suficiente para alimentar cargas adicionales. Cuando la unidad de vivienda es alimentada por una acometida de 3 conductores a 120/240 o 208Y/120 volts, se permite calcular la carga total de acuerdo con los incisos (a) o (b) siguientes:

a) Cuando no se va a instalar equipo adicional de aire acondicionado o de calefacción eléctrica de ambiente. Se deben usar los siguientes porcentajes para cargas existentes y nuevas cargas adicionales.

Carga (kVA)	Porcentaje de carga
Primeros 8 kVA de carga al	100
Carga restante al	40

En los cálculos de la carga se debe incluir lo siguiente:

- (1) Iluminación general y contactos de uso general a 33 voltamperes/m² determinados según 220-12.
- (2) 1500 voltamperes por cada circuito derivado de 2 conductores de 20 amperes para pequeños aparatos, y por cada circuito derivado para lavadora, como se especifica en 210-11(c)(1) y (c)(2).
- (3) El valor nominal de placa de datos de los siguientes aparatos:
 - a. Todos los aparatos que estén fijos en su sitio, conectados permanentemente o localizados para conectarlos a un circuito específico.
 - b. Estufas, hornos de pared, estufas montadas en la cubierta del mueble de cocina.
 - c. Secadoras de ropa que no están conectadas al circuito derivado de la lavadora que se especifica en el numeral (2).
 - d. Calentadores de agua.

b) Cuando se va a instalar equipo adicional de aire acondicionado o de calefacción eléctrica de ambiente. Se deben usar los siguientes porcentajes para cargas existentes y nuevas cargas adicionales. Se debe usar la mayor carga conectada de aire acondicionado o de calefacción de ambiente, pero no ambas.

Carga	Porcentaje de carga
Equipo de aire acondicionado	100
Equipo de calefacción central eléctrica de ambiente	100
Menos de cuatro unidades de calefacción de ambiente controladas independientemente	100
Primeros 8 kilovoltamperes de todas las demás cargas	100
Resto de todas las demás cargas	40

Las otras cargas deben incluir las siguientes:

- (1) Contactos de alumbrado general y contactos de uso general a 33 voltamperes/m² determinados según 220-12.
- (2) 1500 voltamperes por cada circuito derivado de 2 conductores de 20 amperes para pequeños aparatos, y por cada circuito derivado para lavadora, como se especifica en 210-11(c)(1) y (c)(2).
- (3) El valor nominal de la placa de datos de los siguientes elementos:
 - a. Todos los aparatos, que estén fijos en su sitio, conectados permanentemente o localizados para conectarlos a un circuito específico.
 - b. Estufas, hornos de pared, estufas montadas en la cubierta del mueble de cocina.

- c. Secadoras de ropa que no están conectadas al circuito derivado de la lavadora que se especifica en el numeral (2).
- d. Calentadores de agua.

Tabla 220-84.- Cálculo opcional. Factores de demanda para unidades multifamiliares con tres o más viviendas

Número de unidades de vivienda	Factor de demanda (%)
3-5	45
6-7	44
8-10	43
11	42
12-13	41
14-15	40
16-17	39
18-20	38
21	37
22-23	36
24-25	35
26-27	34
28-30	33
31	32
32-33	31
34-36	30
37-38	29
39-42	28
43-45	27
46-50	26
51-55	25
56-61	24
De 62 en adelante	23

220-84. Viviendas multifamiliares

a) Carga del alimentador o de acometida. Se permite calcular la carga del alimentador o de la acometida que alimenta tres o más unidades de una vivienda multifamiliar según se indica en la Tabla 220-84 en lugar de la Parte C de este Artículo, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) Ninguna unidad de vivienda esté alimentada por más de un alimentador.
- (2) Cada unidad de vivienda tiene equipo eléctrico de cocción.

Excepción: Cuando la carga calculada para viviendas multifamiliares sin aparatos eléctricos de cocción, según la Parte C de este Artículo supere la calculada según la Parte D para igual carga, más los aparatos eléctricos de cocción (con base en 8 kilowatts por unidad), se permite aplicar la menor de las dos cargas.

- (3) Cada unidad de vivienda está equipada con calefacción eléctrica de ambiente, aire acondicionado o ambos.

Los conductores de los alimentadores y de la acometida cuya carga calculada sea determinada mediante este cálculo opcional, pueden tener la carga del neutro determinada tal como se establece en 220-61.

b) Cargas de la vivienda. Las cargas de la vivienda se deben calcular según la Parte C de este Artículo y se deben sumar a las cargas de unidades de viviendas calculadas según lo indicado en la Tabla 220-84.

c) Cargas calculadas. La carga calculada a la que se aplican los factores de demanda de la Tabla, 220-84, debe incluir lo siguiente:

- (1) 33 voltamperes/m² para alumbrado general y contactos de uso general.
- (2) 1500 voltamperes por cada circuito derivado de 2 conductores de 20 amperes para aparatos pequeños y por cada circuito derivado para lavadora, como se especifica en 210-11(c)(1) y (c)(2)
- (3) El valor nominal de placa de datos de los siguientes elementos:
 - a. Todos los aparatos fijos, conectados permanentemente o colocados para conectarlos a un circuito específico: estufas, hornos de pared, secadoras de ropa y calentadores de agua.
 - b. Estufas, hornos de pared, estufas montadas en la cubierta del mueble de cocina.
 - c. Secadoras de ropa que no están conectadas al circuito derivado de la lavadora que se especifica en el numeral (2).
 - d. Calentadores de agua.
- (4) El valor nominal en amperes o en kilovoltamperes de la placa de datos de todos los motores conectados permanentemente y que no se incluyen en el numeral (3).
- (5) La mayor de las cargas del equipo de aire acondicionado o de la carga fija eléctrica de calefacción de ambiente.

220-85. Viviendas dúplex. Cuando haya viviendas dúplex alimentadas por un solo alimentador y la carga calculada bajo la Parte C de este Artículo supere la de tres unidades idénticas, calculada según se indica en 220-84, se permite usar la menor de las dos cargas.

220-86. Instituciones de enseñanza. Se permite hacer el cálculo de la carga de un alimentador o una acometida para escuelas según se indica en la Tabla 220-86, en lugar de la Parte C de este Artículo, cuando estén equipadas con calefacción eléctrica de ambiente, aire acondicionado o ambos. La carga conectada a la que se aplican los factores de demanda indicados en la Tabla 220-86 debe incluir todas las cargas de alumbrado interior y exterior, fuerza, calentadores de agua, equipos de cocción, otras cargas y la mayor carga del aire acondicionado o calefacción eléctrica de ambiente del edificio o estructura.

Se permite que los conductores de los alimentadores y las acometidas cuya carga calculada sea determinada por este cálculo opcional, tengan una carga para el conductor neutro determinada como se indica en 220-61. Cuando se calcule la carga del edificio o estructura por este método opcional, los alimentadores dentro del edificio o estructura deben tener la ampacidad como se permite en la Parte C de este Artículo; no obstante, no se requiere que la ampacidad de un alimentador individual sea mayor que la ampacidad de todo el edificio.

Esta Sección no se aplica a edificios portátiles salones de clase.

Tabla 220-86.- Método opcional - Factores de demanda para conductores de alimentadores y de acometidas para instituciones educativas.

Carga conectada en VA/m ²	Factor de demanda (%)
Los primeros 33	100
Desde 33 hasta 220	75
Más de 220	25

220-87. Cargas adicionales en instalaciones existentes. El cálculo de la carga de los alimentadores y las acometidas en instalaciones existentes, se permite hacerlo con la demanda máxima actual a fin de determinar la carga existente, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) Que existan datos de la demanda máxima de todo un año.

Excepción: Si no existen datos de demanda máxima de todo un año, se permite calcular la carga en base a la demanda máxima (el mayor promedio en kilowatts que se alcanza y mantiene durante un periodo de 15 minutos) registrada continuamente durante 30 días consecutivos como mínimo. El equipo registrador debe estar conectado a la fase de mayor carga del alimentador con base en la carga inicial al comienzo del registro. Para que los datos reflejen la demanda máxima verdadera del alimentador, dichas mediciones deben ser tomadas con el edificio ocupado y deben incluir, por medición o por cálculo, la mayor carga de los equipos de calefacción o aire acondicionado y otras cargas que pueden ser de naturaleza periódica debido a condiciones dadas por cambios climáticos o condiciones similares.

- (2) Que el 125 por ciento de la demanda máxima más la nueva carga, no supere la ampacidad del alimentador, ni de la acometida.
- (3) Que el alimentador tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente según se establece en 240-4 y la acometida tenga una protección contra sobrecarga de acuerdo con 230-90.

220-88. Restaurantes nuevos. Se permite hacer el cálculo de la carga del alimentador de un restaurante nuevo cuando el alimentador suministra la carga total, según se indica en la Tabla 220-88 en lugar de la Parte C de este Artículo.

La protección contra sobrecarga de los conductores debe cumplir lo establecido en 230-90 y 240-4.

No se requiere que los conductores del alimentador sean de mayor ampacidad que los de la acometida.

Los conductores del alimentador cuya carga sea determinada por este cálculo opcional, pueden tener la carga del neutro determinada como se indica en 220-61.

Tabla 220-88.- Método opcional - Cálculos de la carga permitida para los conductores del alimentador para restaurantes nuevos.

Carga total conectada kVA	Restaurante con todo el equipo eléctrico (kilovoltamperes)	Restaurante con equipo eléctrico y no eléctrico (kilovoltamperes)
0-200	80 %	100 %
201-325	10 % (de la diferencia con 200) + 160.0	50% (de la diferencia con 200) + 200.0
326-800	50 % (de la diferencia con 325) + 172.5	45% (de la diferencia con 325) + 262.5
Más de 800	50 % (de la diferencia con 800) + 410.0	20% (de la diferencia con 800) + 476.3

Para calcular la carga total conectada, sume todas las cargas eléctricas, incluyendo tanto las de la calefacción como las de refrigeración. Seleccione de la Tabla el factor de demanda aplicable y calcule la carga permitida.

Parte E. Cálculos de cargas en instalaciones agrícolas

220-100. Generalidades. Las cargas en instalaciones agrícolas se deben calcular según la Parte E.

220-102. Cargas en instalaciones agrícolas - Edificios y otras cargas.

a) Unidades de vivienda. La carga del alimentador de una vivienda en una granja se debe calcular según lo establecido en la Parte C o D de este Artículo. Si la vivienda tiene calefacción eléctrica y la instalación agrícola tiene instalaciones eléctricas para el secado del grano, no se debe aplicar la Parte D de este Artículo para calcular la carga de la vivienda, cuando las cargas de la vivienda y de la instalación agrícola son alimentadas por una acometida común.

b) Unidades diferentes de las de vivienda. Cuando un alimentador o una acometida abastecen a un edificio de la instalación agrícola u otra carga alimentada por dos o más circuitos derivados, la carga de los conductores del alimentador y de la acometida se debe calcular con factores de demanda no menores a los indicados en la Tabla 220-102.

Tabla 220-102.- Método para calcular las cargas de instalaciones agrícolas que no sean unidades de vivienda

Carga en amperes a 240 volts máximo	Factor de demanda (%)
Lo mayor de lo siguiente:	
Todas las cargas que se espera operen simultáneamente o	100
125% de la corriente a plena carga del motor más grande o	
los primeros 60 amperes de la carga.	
Siguientes 60 amperes de todas las demás cargas	50
Resto de las demás cargas	25

220-103. Cargas en instalaciones agrícolas - carga total. La carga total de los conductores de acometida y del equipo de acometida de las instalaciones agrícolas, se debe calcular según la carga de la unidad de vivienda de la instalación agrícola y de los factores de demanda especificados en la Tabla 220-103. Cuando haya equipos en dos o más edificios de la instalación agrícola o cargas que tengan la misma función, dichas cargas se deben calcular según la Tabla 220-102 y se permite combinarlas como una sola carga para poder aplicar la Tabla 220-103 y calcular la carga total.

Tabla 220-103.- Método para calcular la carga total de una instalación agrícola

Cargas individuales calculadas según la Tabla 220-102	Factor de demanda (%)
Carga más grande	100
Segunda carga más grande	75
Tercera carga más grande	65
Cargas restantes	50

A esta carga total se suma la carga de la unidad de vivienda de la instalación agrícola calculada según las Partes C o D de este Artículo. Si la unidad de vivienda tiene calefacción eléctrica y la instalación agrícola tiene sistemas de secado eléctrico de grano, no se debe aplicar la Parte D de este Artículo para calcular la carga de la vivienda.

ARTÍCULO 225

CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES EXTERIORES

225-1. Alcance. Este Artículo cubre de los requisitos que deben cumplir los alimentadores y circuitos derivados exteriores instalados sobre o entre dos edificios, estructuras o postes en los inmuebles; y de los equipos eléctricos y el alambrado para la alimentación de los equipos de utilización que estén situados en, o fijos a, la parte exterior de los edificios, estructuras o postes

225-2. Definiciones.

Subestación. Es un conjunto de equipos (interruptores automáticos, desconectadores, barras principales y transformadores) bajo el control de personas calificadas, a través del cual, la energía eléctrica circula con el propósito de modificar sus características o conectar y desconectar.

225-3. Otros Artículos. La aplicación de otros Artículos, incluidos los requisitos adicionales para casos específicos de equipo y conductores se indica en la Tabla 225-3.

Tabla 225-3.- Otros Artículos

Equipo/Conductores	Artículo
Acometidas	230
Alambrado sostenido por cable mensajero	396
Alambre a la vista sobre aisladores de	398
Alimentadores	215
Anuncios luminosos eléctricos e iluminación de contorno	600
Casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos de casas móviles	550
Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada	725
Circuitos de comunicaciones	800
Circuitos derivados	210
Conductores para alambrado general	310
Construcciones flotantes	553
Equipo de radio y televisión	810
Equipo eléctrico fijo exterior para deshielo y fusión de nieve	426

Equipo/Conductores	Artículo
Lugares peligrosos(clasificados)	500
Lugares peligrosos (clasificados) - Específicos	510
Máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente	675
Marinas y muelles	555
Más de 1000 volts, generalidades	490
Piscinas, fuentes e instalaciones similares	680
Protección contra sobrecorriente	240
Sistemas de alarma contra incendios	760
Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión	820
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Unión y puesta a Tierra	250
Uso e identificación de conductores puestos a tierra	200

Parte A. Generalidades

225-4. Cubierta de los conductores. Cuando estén a una distancia de 3.00 metros o menos de cualquier edificio u otra estructura diferente de postes o torres, los conductores aéreos montados en línea abierta deben estar aislados o cubiertos para la tensión nominal. El aislamiento de los conductores en cables o canalizaciones, excepto los cables de tipo MI, deberá ser termofijo o de tipo termoplástico y en lugares mojados deben cumplir lo establecido en 310-10(c). El aislamiento de los conductores para iluminación con guirnaldas debe ser del tipo de cubierta de hule o termoplástico.

Excepción: Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos y los conductores puestos a tierra de los circuitos estén desnudos o cubiertos, como sea permitido específicamente en otra parte de esta NOM.

225-5. Tamaño de los conductores de 600 volts o menos. La ampacidad de los conductores de los circuitos derivados y de los conductores de alimentadores exteriores debe cumplir lo establecido en 310-15, con base en las cargas determinadas de acuerdo con 220-10 y la Parte C del Artículo 220.

225-6. Tamaño y soporte de los conductores.

a) Claros interpostes. Los conductores en circuitos aéreos abiertos no deben ser de tamaños menores a los siguientes:

- (1) Para 1000 volts o menos, de cobre tamaño 5.26 mm² (10 AWG) o de aluminio 8.37 mm² (8 AWG) para claros hasta de 15.00 metros y de cobre tamaño 8.37 mm² (8 AWG) o de aluminio 13.3 mm² (6 AWG) para un claro más largo, a menos que estén soportados por un alambre mensajero.
- (2) Para más de 1000 volts, de cobre tamaño 13.30 mm² (6 AWG) o de aluminio 21.2 mm² (4 AWG) en caso de conductores individuales abiertos, y cobre tamaño 8.37 mm² (8 AWG) o aluminio 13.3 mm² (6 AWG) cuando están cableados.

b) Iluminación con guirnaldas. Los conductores aéreos de la iluminación con guirnaldas no deben ser menores al tamaño 3.31 mm² (12 AWG), a menos que los conductores estén sostenidos por alambres mensajeros. En todos los tramos de más de 12 metros, los conductores deben ir sostenidos por alambre mensajero. El alambre mensajero debe ir sostenido por aisladores que soporten la tensión mecánica. Los conductores o los alambres mensajeros no deben estar unidos a ninguna salida de emergencia de incendio, ni a un conducto de desagüe ni a tuberías de agua.

225-7. Equipo de alumbrado instalado en el exterior.

a) Generalidades. Los circuitos derivados para la alimentación de equipos de alumbrado instalados en el exterior deben cumplir con el Artículo 210 y los incisos (b) hasta (d).

b) Neutro común. La ampacidad del conductor neutro no debe ser menor a la corriente de la carga neta calculada entre el conductor neutro y todos los conductores de fase conectados a cualquier fase del circuito.

c) 277 volts a tierra. Se pueden emplear circuitos de más de 120 volts entre conductores y que no excedan 277 volts a tierra, para alimentar luminarias para la iluminación de áreas exteriores de edificios industriales, edificios de oficinas, instituciones de enseñanza, tiendas y otros edificios públicos o comerciales.

d) 1000 volts entre conductores. Se permitirá emplear circuitos de más de 277 volts a tierra y que no excedan 1000 volts entre conductores, para alimentar los equipos auxiliares de lámparas de descarga eléctrica, de acuerdo con 210-6(d)(1).

225-8. Cálculo de cargas de 1000 volts o menos.

a) Circuitos derivados. La carga en los circuitos derivados exteriores debe ser como se determina en el Artículo 220-10.

b) Alimentadores. La carga en los alimentadores exteriores debe ser como se determina en la Parte C del Artículo 220.

225-10. Alambrado de los edificios (u otras estructuras). Se permitirá la instalación de alambrado exterior sobre las superficies de los edificios (u otras estructuras) para circuitos de no más de 1000 volts nominales, de la siguiente manera:

- (1) Canales auxiliares
- (2) Electroductos
- (3) charolas portacables
- (4) Canalizaciones prealambradas
- (5) Tubo conduit metálico ligero (EMT)
- (6) tubo conduit metálico flexible (FMC)
- (7) tubo conduit metálico semipesado (IMC)
- (8) tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC),
- (9) tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC)
- (10) cables sostenidos por cables mensajeros
- (11) cables multiconductores
- (12) línea abierta sobre aisladores
- (13) tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC)
- (14) tubo conduit metálico pesado (RMC)
- (15) tubo conduit rígido de policloruro de vinilo (PVC)
- (16) cable de Tipo MC
- (17) Cable de tipo MI
- (18) Cable de tipo UF
- (19) Canalizaciones

Los circuitos de más de 1000 volts se deben instalar como se indica en 300-37.

225-11. Conductores de alimentadores y circuitos derivados que entran, salen o van adjuntos a edificios o estructuras. Los conductores de alimentadores y circuitos derivados que ingresan o salen de edificios o estructuras deben ser instalados de acuerdo con los requisitos de la sección 230-52. Los alimentadores y circuitos derivados aéreos adjuntos a edificios o estructuras deben ser instalados de acuerdo con los requisitos de la sección 230-54.

225-12. Soportes de los conductores a la vista. Los conductores a la vista deben estar soportados en aisladores, armazones, perchas, abrazaderas o aisladores que soporten tensión mecánica que estén hechos de vidrio, porcelana u otros materiales aprobados.

225-14. Separación de los conductores de línea abierta.

a) De 1000 volts nominales o menos. Los conductores de 1000 volts nominales o menos deben cumplir las separaciones establecidas en 230-51(c).

b) De más de 1000 volts nominales. Los conductores de más de 1000 volts nominales deben cumplir las separaciones establecidas en 110-36 y 490-24.

c) Separación de otros circuitos. Los conductores en línea abierta deben estar separados de los conductores en línea abierta de otros circuitos o sistemas cuando menos 10 centímetros.

d) Conductores en postes. Los conductores en postes, cuando no estén instalados en bastidores o abrazaderas, deben tener una separación no menor a 30 centímetros. Los conductores soportados en postes deben dejar un espacio horizontal para subir, de cuando menos lo siguiente:

- (1) Conductores de energía por debajo de conductores de comunicaciones – 75 centímetros.
- (2) Conductores de energía, solos o sobre conductores de comunicaciones:
 - a. 300 volts o menos – 60 centímetros
 - b. Más de 300 volts – 75 centímetros
- (3) Conductores de comunicaciones por debajo de los conductores de energía - Igual que (1) anterior.
- (4) Conductores de comunicaciones solos - Sin requisitos.

225-15. Soportes sobre edificios. Los soportes sobre edificios deben cumplir con 230-29.

225-16. Fijación en los edificios

a) Punto de fijación. El punto de fijación al edificio debe estar de acuerdo a 230-26.

b) Medios de fijación. Los medios de fijación al edificio deben estar de acuerdo a 230-27.

225-17. Mástiles como soportes. Se permite que únicamente los conductores de circuitos derivados o alimentadores que se especifican en esta sección se fijen al mástil del alimentador o del circuito derivado. Los mástiles que se utilicen para soportar los tramos finales de los alimentadores o de los circuitos derivados se deben instalar de acuerdo con lo siguiente:

a) Resistencia. El mástil debe tener la resistencia adecuada o estar sujeto mediante abrazaderas o tensores que soporten con seguridad el esfuerzo impuesto por el tramo aéreo de alimentadores o circuitos derivados. Los bujes que se destinan para utilizarse con un tubo que sirve como mástil para soporte de los conductores del alimentador o del circuito derivado deben estar identificados para uso con mástiles.

b) Fijación. Los conductores de alimentadores y circuitos derivados no deben estar sujetos a un mástil, cuando la conexión esté entre una mufa o el final del tubo conduit y la conexión, donde la conexión esté ubicada por encima del punto final de fijación al edificio u otra estructura o donde esté ubicada por encima del edificio u otra estructura.

225-18. Libramiento para conductores y cables aéreos. Los tramos aéreos de conductores en línea abierta y cables multiconductores en línea abierta de no más de 1000 volts nominales deben tener un libramiento no menor que las siguientes:

- (1) 3.00 metros sobre el piso terminado, aceras o cualquier plataforma o saliente que permitiera contacto con las personas, cuando la tensión no sea mayor que 150 volts a tierra y sean accesibles sólo a los peatones.
- (2) 3.70 metros sobre propiedades residenciales y accesos vehiculares y sobre las áreas comerciales no sujetas a tráfico de camiones, cuando la tensión no exceda 300 volts a tierra.
- (3) 4.50 metros para las áreas mencionadas en el inciso (2) anterior cuando la tensión sea mayor que 300 volts a tierra.
- (4) 5.50 metros sobre calles, callejones, avenidas o carreteras públicas, áreas de estacionamiento con tráfico de camiones, accesos vehiculares a lugares distintos de las propiedades residenciales y otros lugares por donde atraviesan vehículos, como las áreas de cultivo, pastizales, bosques y huertos.
- (5) 7.50 metros sobre los rieles de vías de ferrocarril.

225-19. Libramientos desde los edificios para conductores de 1000 volts nominales o menos.

a) Sobre los techos. Los tramos aéreos de conductores de línea abierta y cables multiconductores de línea abierta, deben estar a una distancia vertical no menor a 2.70 metros por encima de la superficie de los techos. La distancia vertical sobre el nivel del techo se debe mantener en una distancia no menor a 90 centímetros hacia afuera del borde del techo en todas las direcciones.

Excepción 1: El área sobre la superficie de un techo por la que pueda haber tráfico de peatones o de vehículos, debe tener un libramiento vertical desde la superficie del techo de acuerdo con los requisitos de libramientos de 225-18.

Excepción 2: Cuando la tensión entre conductores no exceda 300 volts y el techo tenga una pendiente de 10 centímetros en 30 centímetros o mayor, se permitirá una reducción en el libramiento de 90 centímetros.

Excepción 3: Cuando la tensión entre conductores no exceda 300 volts, se permitirá una reducción del libramiento a no menos de 45 centímetros únicamente sobre la parte que sobresalga del techo, si: (1) no más de 1.80 metros de los conductores, 1.20 metros horizontalmente, pasan sobre la parte saliente del techo y (2) terminan en una canalización que atraviesa el techo o en un soporte aprobado.

Excepción 4: El requisito de mantener un libramiento vertical de 90 centímetros desde el borde del techo no se debe aplicar al claro final donde los conductores se fijan al edificio.

b) Desde estructuras distintas de edificios o diferentes de puentes. El libramiento vertical, diagonal y horizontal hasta anuncios, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras estructuras que no sean ni edificios ni puentes, no debe ser menor de 90 centímetros.

c) Libramiento horizontal. El libramiento horizontal no debe ser menor de 90 centímetros.

d) Claros finales. Los claros finales de los alimentadores o de los circuitos derivados deben cumplir con lo que se indica en (1), (2) y (3) siguientes.

1) Libramiento desde las ventanas. Se permitirá que los claros finales al edificio al que dan suministro o desde el que se alimentan, se fijen al edificio, pero deben mantenerse cuando menos 90 centímetros de las ventanas que se puedan abrir, de puertas, pórticos, balcones, escaleras, peldaños, salidas de incendios o similares.

Excepción: Se permitirá que los conductores que pasan por encima del nivel superior de una ventana estén a menos de los 90 centímetros exigidos.

2) Libramiento vertical. El libramiento vertical de los claros finales, por encima o dentro de 90 centímetros medidos horizontalmente, hasta plataformas, proyecciones o superficies desde las cuales se puedan alcanzar, se deben mantener de acuerdo con 225-18.

3) Aberturas en edificios. No se deben instalar conductores aéreos de alimentadores o circuitos derivados por debajo de aberturas a través de las que se puedan pasar materiales, como las aberturas de los edificios agrícolas y comerciales, y no se deben instalar donde obstruyan la entrada a esas aberturas.

e) Zona para escaleras de incendios. En los edificios que tienen más de tres plantas o más de 15.00 metros de altura, las líneas aéreas se deben tender, siempre que sea posible, de modo que quede un espacio (o zona) libre de cuando menos 1.80 metros de ancho junto al edificio o que comience a no más de 2.50 metros del edificio, para facilitar el uso de escaleras contra incendios cuando sea necesario.

225-20. Protección contra daño físico. Los conductores instalados en edificios, estructuras o postes deben estar protegidos contra daños físicos según lo establecido para las acometidas en 230-50.

225-21. Cables multiconductores en las superficies externas de las construcciones. Los soportes para cables multiconductores en las superficies exteriores de las construcciones deben estar de acuerdo con lo establecido en 230-51.

225-22. Canalizaciones sobre las superficies exteriores de edificios u otras estructuras. Las canalizaciones sobre las superficies exteriores de edificios u otras estructuras deben disponer de drenajes y ser apropiadas para utilizarse en lugares mojados.

225-24. Portalámparas exteriores. Cuando los portalámparas exteriores estén sujetos como colgantes, las conexiones a los alambres del circuito deben estar escalonadas. Cuando esos portalámparas tengan terminales de un tipo que perfore el aislamiento para hacer contacto con los conductores, se deben conectar únicamente a conductores del tipo trenzado.

225-25. Ubicación de las lámparas exteriores. Las lámparas para alumbrado exterior deben estar situadas por debajo de todos los conductores, transformadores u otros equipos eléctricos de utilización energizados, a menos que aplique una de las siguientes condiciones:

- (1) Existan libramientos u otras medidas de seguridad para las operaciones de reemplazo de lámparas.
- (2) El equipo está controlado por un medio de desconexión que se pueda bloquear en posición abierta.

225-26. Vegetación como soporte. La vegetación, tal como árboles, no se debe utilizar como soporte de los claros aéreos de conductores.

225-27. Sellado de canalizaciones. Cuando una canalización entre a un edificio o estructura desde el exterior se deberá sellar de conformidad con 300-5(g). Las canalizaciones de repuesto o que no se utilicen también se deben sellar. Los selladores deben ser adecuados para usarlos con el aislamiento de cables, aislamiento del conductor, conductores desnudos, la pantalla u otros componentes.

Parte B. Edificios u otras estructuras alimentados por alimentadores o circuitos derivados

225-30. Número de alimentadores. Cuando en una misma propiedad haya más de un edificio u otra estructura bajo la misma administración, cada edificio u otra estructura adicional que sea alimentada por un alimentador o circuito derivado en el lado de carga de los medios de desconexión de acometida debe ser alimentada por sólo un alimentador o un circuito.

Cuando un alimentador o circuito derivado se origine en estos edificios adicionales u otras estructuras, solamente se permitirá que un solo alimentador o circuito derivado alimente de energía al edificio o estructura original, a no ser que se permita en las disposiciones de (a), (c), (d) y (e).

a) Condiciones especiales. Se permitirá que alimentadores o circuitos derivados adicionales alimenten lo siguiente:

- (1) Bombas contra incendio.
- (2) Sistemas de emergencia.
- (3) Sistemas de reserva legalmente exigidos.
- (4) Sistemas de reserva opcionales.
- (5) Sistemas paralelos de producción de energía
- (6) Sistemas diseñados para conexión de múltiples fuentes de alimentación con el fin de mejorar la confiabilidad.
- (7) Sistemas de carga de vehículos eléctricos aprobados, etiquetados e identificados para más de un sólo circuito derivado o alimentador

c) Requisitos de capacidad. Se permitirán alimentadores o circuitos derivados adicionales en donde los requisitos de capacidad excedan 2000 amperes a una tensión de alimentación de 1000 volts o menos.

d) Características diferentes. Se permitirán alimentadores o circuitos derivados adicionales para diferentes tensiones, frecuencias o fases, o para diferentes usos, tales como el control del alumbrado exterior de varios lugares.

e) Procedimientos documentados de desconexión. Se permitirán alimentadores o circuitos derivados adicionales para alimentar instalaciones bajo la misma administración, en donde se haya establecido y se mantengan procedimientos de interrupción seguros y documentados, para desconexión.

225-31. Medio de desconexión. Se deben instalar medios para desconectar todos los conductores de fase que alimentan o pasan a través del edificio o estructura.

225-32. Ubicación. Los medios de desconexión se deben instalar ya sea en la parte interior o exterior del edificio o estructura alimentada, o donde los conductores pasan a través del edificio o estructura. Los medios de desconexión deben estar en un lugar fácilmente accesible y lo más cercano posible del punto de entrada de los conductores. Para los propósitos de esta sección, se deben utilizar los requerimientos de 230-6.

Excepción 1: Se permitirá que los medios de desconexión estén localizados en cualquier otra parte del inmueble, para instalaciones con una sola administración, en donde, para la desconexión, hay establecidos y se mantienen procedimientos de interrupción seguros y documentados y la instalación es monitoreada por personas calificadas.

Excepción 2: Se permitirá ubicar los medios de desconexión en cualquier otra parte del inmueble, para edificios u otras estructuras calificadas por las disposiciones del Artículo 685.

Excepción 3: Se permitirá que los medios de desconexión estén ubicados en cualquier punto del inmueble, para torres o postes usados como soportes de alumbrado,

Excepción 4: Se permitirá que los medios de desconexión se ubiquen en cualquier punto del inmueble, para postes o estructuras similares usadas solamente para soportar los anuncios instalados de acuerdo con el Artículo 600.

225-33. Número máximo de desconectadores.

a) Generalidades. Los medios de desconexión para cada suministro permitido en 225-30 deben constar de máximo seis interruptores automáticos de circuito o seis interruptores montados en una sola envolvente, en un grupo de envolventes separadas o sobre o dentro de un tablero de distribución. No debe haber más de seis desconectadores por suministro agrupados en cualquier lugar.

Excepción: Para el propósito de esta sección, los medios de desconexión usados únicamente para el circuito de control del sistema de protección contra falla a tierra o el circuito de control del medio de desconexión de la alimentación, operado eléctricamente, instalados como parte del equipo aprobado, no se deben considerar como medio de desconexión del suministro.

b) Unidades de un polo. Se permitirán dos o tres interruptores o interruptores automáticos de un polo de operación individual en circuitos multiconductores, un polo para cada conductor de fase, en lugar de un desconectador multipolar, siempre y cuando estén equipados con un enlace de las manijas identificado o una manija maestra para desconectar todos los conductores de fase con no más de seis operaciones de la mano.

225-34. Agrupamiento de desconectores.

a) Generalidades. Los dos a seis desconectores permitidos en 225-33 deben estar agrupados. Cada desconector se debe marcar para indicar la carga que alimenta.

Excepción: Se permitirá colocar uno de los dos a seis medios de desconexión permitidos en 225-33, alejado de los otros medios de desconexión, cuando se usa solamente para una bomba de agua, con la intención de brindar protección contra incendios.

b) Medios adicionales de desconexión. Los medios adicionales de desconexión para las bombas contra incendios o para sistemas de emergencia, de reserva legalmente exigidos o de reserva opcionales permitidos en 225-30, se deben instalar lo suficientemente alejados de los uno a seis medios de desconexión del suministro normal, con el fin de reducir al mínimo la posibilidad de interrupción simultánea del suministro.

225-35. Acceso a los inquilinos. En un edificio con usos múltiples, cada inquilino debe tener acceso a los medios de desconexión de su suministro.

Excepción: En un edificio con múltiples inquilinos, en donde el suministro y el mantenimiento eléctrico los brinda la administración del edificio y en donde se encuentran bajo supervisión continua de la administración, se permitirá que el medio de desconexión del suministro sea accesible solamente a personal autorizado de la administración.

225-36. Tipo de medios de desconexión. Los medios de desconexión especificados en 225-31 deben estar compuestos por un interruptor automático de circuito, un interruptor de caja moldeada, un interruptor de uso general, un interruptor de acción rápida u otros medios aprobados. Cuando se apliquen conforme a lo establecido en la sección 250-32 (b) excepción 1, los medios de desconexión deben ser adecuados para uso como equipo de acometida.

225-37. Identificación. Cuando un edificio o estructura tiene una combinación de alimentadores, circuitos derivados o acometidas que pasan a través de ellos o que los alimentan, se debe instalar una placa o directorio permanente en la ubicación de cada desconector del alimentador y del circuito derivado, que indique todas las otras acometidas, alimentadores o circuitos derivados que alimentan ese edificio o estructura o que pasan a través de ellas, y el área alimentada por cada uno.

Excepción 1: No se exigirá una placa o directorio para instalaciones industriales con múltiples edificios de gran capacidad, que funcionan bajo una sola administración, en donde se asegure que la desconexión se puede llevar a cabo estableciendo y manteniendo procedimientos de desconexión seguros.

Excepción 2: Esta identificación no se exigirá para circuitos derivados instalados desde una unidad de vivienda a un segundo edificio o estructura.

225-40. Acceso a los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Cuando un dispositivo de protección contra sobrecorriente de un alimentador no es fácilmente accesible, se deben instalar dispositivos de sobrecorriente de circuitos derivados en el lado de carga, en un sitio fácilmente accesible, y su valor nominal en amperes debe ser menor que la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador.

Parte C. Más de 1000 volts

225-50. Tamaño de los conductores. El tamaño de los conductores de más de 1000 volts debe estar de acuerdo con 210-19(b) para circuitos derivados y 215-2(b) para alimentadores.

225-51. Interruptores seccionadores. Cuando interruptores en aceite, o interruptores automáticos en aire, aceite, vacío o hexafluoruro de azufre constituyen el medio de desconexión en el edificio, se debe instalar un desconector con contactos de apertura visibles en el lado fuente del medio de desconexión y todo el equipo asociado, que cumpla con 230-204(b), (c) y (d).

Excepción: No se exigirá el desconector cuando el medio de desconexión está montado sobre una unidad removible o en unidades de tablero metálico, que no se puedan abrir a menos que el circuito esté desconectado, y que cuando se retiran de su posición de operación normal, desconectan automáticamente el interruptor automático o el desconector de todas las partes energizadas.

225-52. Medios de Desconexión.

a) Ubicación. Un medio de desconexión de un edificio o estructura se debe ubicar de acuerdo con 225-32, o si no fuera fácilmente accesible, debe ser operable mediante conexión mecánica desde un punto fácilmente accesible. Para instalaciones industriales con múltiples edificios que estén bajo una sola administración se permite que se opere eléctricamente mediante un dispositivo de control remoto fácilmente accesible de un edificio o estructura separados.

b) Tipo. Cada desconectador de edificio o estructura debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase de la acometida que controla y debe tener un valor nominal de cierre contra falla no menor a la máxima corriente de cortocircuito disponible en sus terminales.

Excepción: Cuando los medios de desconexión individuales consisten en cortacircuitos con fusibles, no se requerirá la desconexión simultánea de todos los conductores de fase de la acometida si hay un medio para desconectar la carga antes de abrir los cortacircuitos. Se debe instalar un letrero legible permanente adyacente a los cortacircuitos con fusibles con la siguiente inscripción: DESCONECTAR LA CARGA ANTES DE ABRIR LOS CORTACIRCUITOS.

Quando se instalen interruptores con fusibles incorporados o fusibles montados separadamente, se permitirá que las características del fusible contribuyan para definir el valor nominal de cierre con falla del medio de desconexión.

c) Bloqueo. Los medios de desconexión deben poder bloquearse de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

Excepción: Cuando un medio de desconexión individual consista en desconectadores con fusibles, se debe instalar en un lugar conveniente para los cortacircuitos con fusibles una envolvente adecuada, que pueda ser bloqueada y dimensionada para contener todos los portafusibles.

d) Indicación. Los medios de desconexión deben indicar claramente si están en posición abierta o en posición cerrada.

e) Posición Uniforme. Cuando las manijas de los medios de desconexión se operan verticalmente, la posición superior de la manija debe ser la posición de cerrado.

Excepción: Un dispositivo de interrupción que tiene más de una posición "cerrado", tal como un interruptor de doble tiro, no se exigirá que cumpla con este requerimiento.

f) Identificación. Cuando un edificio o estructura tiene una combinación de alimentadores, circuitos derivados o acometidas que pasan a través de ellos o que los alimentan, se debe instalar una placa o directorio permanente en la ubicación de cada desconectador del alimentador y del circuito derivado, que indique todas las otras acometidas, alimentadores o circuitos derivados que alimentan ese edificio o estructura o que pasan a través de ellas y el área alimentada por cada uno.

225-60. Libramientos sobre carretera, andadores, rieles, agua y áreas abiertas.

- a) 22 kilovolts a tierra o menos.** Los libramientos sobre carreteras, andadores, rieles, agua y áreas abiertas para conductores y partes energizadas hasta 22 kilovolts a tierra o menos no deben ser menores a los valores que se indican en la Tabla 225-60.
- b) De más de 22 kilovolts a tierra.** Los libramientos de las categorías que se indican en la Tabla 225-60 se deben incrementar en 1 centímetro por cada kilovolt por encima de 22 kilovolts.
- c) Casos especiales.** Para casos especiales, tales como cruces sobre lagos, ríos o áreas que usan vehículos grandes como los de operaciones en minas, se deben hacer diseños específicos que tomen en consideración las circunstancias especiales.

NOTA: Véase Capítulo 9.

Tabla 225-60.- Libramientos sobre carretera, pasillos, rieles, agua y campo abierto

Ubicación	Libramiento (metros)
Áreas abiertas sometidas a paso de vehículos, cultivo o pastoreo	5.60
Áreas acuáticas no aptas para botes	5.20
Carretera, vías vehiculares lotes de estacionamiento y callejones	5.60
Espacios y vías para peatones y tráfico restringido	4.40
Pasillos	4.10
Rieles	8.10

225-61. Libramientos sobre edificios y otras estructuras.

a) 22 kilovolts a tierra o menos. Los libramientos sobre edificios y otras estructuras de conductores y partes vivas hasta de 22 kilovolts a tierra o menos no deben ser menores a los valores que se indican en la Tabla 225-61.

Tabla 225-61.- Libramientos sobre edificios y otras estructuras

Libramientos de conductores o partes vivas provenientes de:	Horizontal	Vertical
	metros	
Balcones, pasarelas y áreas similares accesibles al público	2.30	4.10
Paredes, salientes y ventanas de edificios	2.30	-
Por encima de techos accesibles a camiones	-	5.60
Por encima de techos accesibles a vehículos, pero no a camiones	-	4.10
Por encima o por debajo de techos o salientes no accesibles fácilmente al público	-	3.80
Otras estructuras	2.30	-

b) De más de 22 kilovolt a tierra. Los libramientos para las categorías que se indican en la Tabla 225-61 se deben incrementar en 1 centímetro por cada kilovolt por encima de 22 kilovolts.

NOTA: Véase Capítulo 9.

225-70. Subestaciones

a) Letreros de advertencia

1) Generalidades. Un aviso de advertencia permanente y legible que lleve las palabras “PELIGRO – ALTA TENSIÓN” o similar se deberá colocar en un lugar visible en las siguientes áreas:

- En las entradas a las bóvedas de equipos eléctricos, y en las áreas, cuartos o envolventes de equipos eléctricos.
- En los puntos de acceso a los conductores en todos los sistemas de cables y sistemas de tubo conduit de alta tensión.
- En todas las charolas portacables que contengan conductores de alta tensión, colocando avisos de advertencia cuando menos cada 3.00 metros.

2) Equipo de apertura sin carga. Se deben instalar marcas legibles permanentes en los equipos de apertura sin carga, advirtiendo que no se operen cuando llevan carga, a menos que el equipo esté bloqueado para que no pueda ser operado bajo carga.

3) Ubicación de los fusibles. Se deben colocar letreros de advertencia adecuados en un lugar visible junto a los fusibles, advirtiendo a los operadores que no reemplacen los fusibles mientras el circuito esté energizado.

4) Retroalimentación. Se deben seguir los siguientes pasos cuando exista la posibilidad de retroalimentación:

- Cada medio de desconexión o cuchilla desconectadora de operación en grupo debe tener un letrero de advertencia, indicando que los contactos de cualquier lado del dispositivo pueden estar energizados.
- Se debe colocar en un lugar visible y al alcance de la vista en cada punto de conexión, un diagrama unifilar permanente y legible, identificando claramente el arreglo de los puntos de conexión en la sección de alta tensión de la subestación.

5) Tablero con envolvente y blindaje metálico. Cuando se instale un tablero con envolvente metálica, se deben seguir los siguientes pasos:

- Se debe colocar en un lugar fácilmente visible al alcance de la vista del tablero, un diagrama unifilar permanente y legible del tablero, y este diagrama debe identificar claramente los bloqueos, medios de aislamiento y todas las posibles fuentes de alimentación de la instalación bajo condiciones normales o de emergencia, incluyendo todos los equipos contenidos en cada cubículo, y las indicaciones en el tablero deben coincidir del diagrama.

Excepción: No se requerirán diagramas cuando el equipo consista exclusivamente de una subestación unitaria con un solo tablero o un solo cubículo conteniendo solamente un juego de dispositivos de interrupción de alta tensión.

- b. Se deben instalar letreros legibles permanentes en los paneles o puertas que dan acceso a las partes vivas de más de 600 volts, y deben tener la frase “PELIGRO – ALTA TENSIÓN” o similares para advertir sobre el peligro de abrirlas mientras esté energizado el equipo.
- c. Cuando el panel brinde acceso a las partes que sólo pueden ser desenergizadas y aisladas visiblemente por la empresa suministradora, la advertencia deberá incluir que el acceso está limitado a la empresa suministradora o una vez que la empresa suministradora haya otorgado la autorización.

ARTÍCULO 230

ACOMETIDAS

230-1. Alcance. Este Artículo cubre a los conductores de acometida y equipos de recepción del suministro, dispositivos para el control, medición y protección de las acometidas, así como de los requisitos para su instalación.

NOTA: Ver figura 230-1.

Generalidades	Parte A
Conductores de acometida aérea	Parte B
Conductores de acometida subterránea	Parte C
Conductores de acometida	Parte D
Equipo de acometida – Generalidades	Parte E
Equipo de acometida – Medios de desconexión	Parte F
Equipo de acometida – Protección contra sobrecorriente	Parte G
Acometidas de más de 600 volts nominales	Parte H

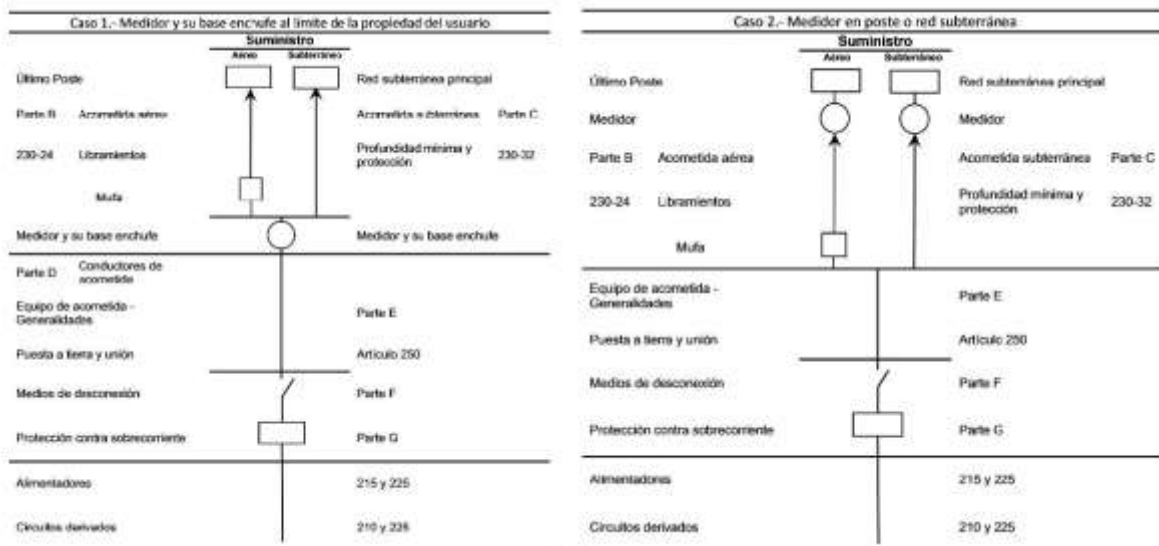


Figura 230-1.- Acometidas

Parte A. Generalidades

230-2. Número de acometidas. En general, un edificio u otra estructura a la que se suministre energía deben tener sólo una acometida, excepto lo que se permita en (a), (c) y (d) siguientes.

a) Condiciones especiales. Se permitirán acometidas adicionales que alimenten a:

- (1) Bombas contra incendios.
- (2) Sistemas de emergencia.
- (3) Sistemas de reserva legalmente obligatorios.
- (4) Sistemas de reserva opcionales.
- (5) Sistemas generadores en paralelo.
- (6) Sistemas diseñados para la conexión a múltiples fuentes de alimentación con el fin de mejorar la confiabilidad.

c) Requisitos de capacidad. Se permiten acometidas adicionales bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Los requisitos de capacidad son superiores a 2000 amperes a una tensión de alimentación de 1000 volts o menos.
- (2) Los requisitos de carga de una instalación monofásica son mayores que los que el suministrador suministra normalmente a través de una sola acometida.

d) Características diferentes. Se permitirán acometidas adicionales para diferentes tensiones, frecuencias o fases o para diferentes usos, como por ejemplo diferentes esquemas tarifarios.

e) Identificación. Cuando un edificio o infraestructura esté alimentado por más de una acometida o por una combinación de circuitos derivados, alimentadores y acometidas, se debe instalar una placa o un directorio permanente en cada lugar de conexión de acometida, identificando todas las demás acometidas, los alimentadores y los circuitos derivados que alimenten al inmueble o estructura y el área cubierta por cada uno de ellos. Véase 225-37.

230-3. Un edificio u otra infraestructura no debe estar alimentado desde otro. Los conductores de acometida de un edificio u otra infraestructura no deben pasar a través del interior de otro edificio o infraestructura.

230-6. Conductores considerados fuera del edificio. Se debe considerar que los conductores están fuera de un inmueble u otra infraestructura en cualquiera de las siguientes circunstancias:

- (1) Si están instalados con 5 centímetros o más de concreto por debajo del inmueble u otra infraestructura
- (2) Si están instalados en un edificio u otra infraestructura en una canalización empotrada en 5 centímetros o más de concreto o tabique, o
- (3) Si están instalados en cualquier bóveda que cumpla los requisitos del Artículo 450, Parte C.
- (4) Si están instalados en una tubería a no menos de 45 centímetros bajo el nivel del piso del edificio o estructura.
- (5) Si están instalados dentro de tubo conduit metálico pesado Tipo RMC o tubo conduit metálico semipesado Tipo IMC, que se utilicen para cumplir los requisitos de espaciamiento establecidos en la sección 230-24 y llevados directamente a través de la marquesina, pero no de una pared de un edificio.

230-7. Otros conductores en canalizaciones o cables. No se deben instalar otros conductores en la misma canalización de la acometida, ni en el cable de acometida.

Excepción 1: Se permitirán dentro de la canalización de acometida los conductores del electrodo de puesta a tierra o puentes de unión o conductores del lado de la acometida.

Excepción 2: Se permitirán dentro de la canalización de acometida los conductores de equipo de control de carga que tenga protección contra sobrecorriente.

230-8. Aplicado de selladores en las canalizaciones. Cuando una canalización de acometida entra a un edificio o estructura desde un sistema de distribución subterránea, se deben utilizar selladores de acuerdo con 300-5(g). También se deben aplicar selladores a las canalizaciones de reserva o no utilizadas. Los selladores deben estar identificados para utilizarse con el aislamiento del cable, blindaje u otros componentes.

230-9. Distancia encima de los edificios. Los conductores de acometida y los tramos finales deben cumplir con (a), (b) y (c) siguientes.

a) Libramientos. Los conductores de acometida instalados como conductores expuestos o cables multiconductores sin una cubierta, deben tener una separación mínima de 90 centímetros de las ventanas que se puedan abrir, puertas, porches, balcones, escaleras, peldaños, salidas de incendio o similares.

Excepción: Se permitirá que los conductores que pasan por encima de la parte superior de una ventana estén a menos de los 90 centímetros exigidos.

b) Libramiento vertical. El libramiento vertical de los tramos finales sobre o dentro de 90 centímetros medidos horizontalmente, de plataformas, proyecciones o superficies que permitan el contacto de personas se debe mantener de acuerdo con 230-24(b).

c) Aberturas en edificios. Los conductores de acometida aérea no se deben instalar por abajo de claros a través de los cuales puedan moverse materiales, como claros en edificios agrícolas y comerciales, y no se deben instalar en donde obstruyan dichos claros.

230-10. Vegetación como soporte. La vegetación, tal como árboles, no se debe utilizar como soporte de los conductores o del equipo de acometida aérea.

Parte B. Conductores de acometida aérea

230-22. Aislamiento o cubierta. Los conductores individuales deben estar aislados o tener cubierta.

Excepción: Está permitido que el conductor puesto a tierra de un cable multiconductor sea desnudo.

230-23. Tamaño y ampacidad del conductor

a) Generalidades. Los conductores deben tener suficiente ampacidad para conducir la corriente de la carga alimentada de acuerdo con las especificaciones aprobadas del suministrador y deben tener suficiente resistencia mecánica.

b) Tamaño mínimo del conductor. Los conductores deben tener un tamaño no menor que 8.37 mm² (8 AWG) si son de cobre o 13.3 mm² (6 AWG) si son de aluminio.

Excepción: En instalaciones que tengan únicamente cargas limitadas de un solo circuito derivado, como un pequeño calentador de agua de varias fases con regulación de potencia y cargas similares, los conductores no deben ser menores a 3.31 mm² (12 AWG) de cobre.

c) Conductores puestos a tierra. El conductor puesto a tierra debe tener un tamaño del conductor no menor que el requerido por 250-24(c).

230-24. Libramientos. Los conductores de acometida aérea no deben ser fácilmente accesibles y, en las acometidas de tensiones no mayores a 1000 volts nominales, deben cumplir con lo siguiente:

a) Sobre los techos de los inmuebles. Los conductores deben tener una separación vertical no menor que 2.50 metros por encima de la superficie de los techos. El libramiento vertical sobre el nivel del techo se debe mantener a una separación no menor que 90 centímetros del borde del techo en todas las direcciones excepto los siguientes.

Excepción 1: El área por encima de la superficie de un techo por la que pueda haber tráfico de peatones o de vehículos, debe tener una separación vertical desde la superficie del techo según las separaciones establecidas en 230-24(b).

Excepción 2: Cuando la tensión entre conductores no supere 300 volts y el techo tenga una pendiente de $\frac{1}{3}$ o mayor se permitirá una reducción del libramiento a 90 centímetros.

Excepción 3: Cuando la tensión entre conductores no supere 300 volts, la separación del techo puede reducirse hasta en 50 centímetros, si:

- (1) los conductores de acometida pasan sobre la marquesina del techo en una longitud no mayor que 1.20 metros horizontalmente y la parte baja de la acometida a 1.80 metros, y
- (2) terminan en una canalización de entrada o en un soporte aprobado.

NOTA: Para los soportes en postes, véase 230-28.

Excepción 4: Los requisitos de mantener una separación vertical de 90 centímetros de la orilla del techo, no deben aplicarse al tramo final del conductor donde los conductores de bajada de la acometida o de acometida aérea esté sujeta a la pared de un inmueble.

Excepción 5: Donde la tensión entre conductores no exceda 300 volts y el área del techo esté resguardada o aislada se permite una reducción al libramiento hasta de 90 centímetros.

b) Libramiento vertical para conductores de acometida aérea. Los conductores de acometida aérea de hasta 600 volts, deben cumplir la siguiente distancia mínima desde el nivel de piso terminado:

- (1) 3.00 metros a la entrada de la acometida a los inmuebles y además en el punto más bajo de la curva de goteo del cable aéreo a la entrada eléctrica del inmueble y las áreas sobre el piso terminado, aceras o cualquier superficie accesible sólo para peatones, medidos desde la superficie del suelo u otra superficie accesible desde los que se puedan alcanzar solamente para los conductores de acometida aérea y cableados entre ellos con un mensajero desnudo puesto a tierra., cuando la tensión de los conductores de alimentación no superen los 150 volts a tierra.
- (2) 3.70 metros sobre inmuebles residenciales y sus accesos y sobre las zonas comerciales no sujetas a tráfico de camiones, cuando la tensión esté limitada a 300 volts a tierra.
- (3) 4.50 metros en las zonas de 3.70 metros, cuando la tensión sea superior a 300 volts a tierra.
- (4) 5.50 metros sobre la vía pública, calles o avenidas, zonas de estacionamiento con tráfico de vehículos de carga, vialidad en zonas no residenciales y otras áreas atravesadas por vehículos, tales como sembradíos, bosques, huertos o pastizales.
- (5) 7.5 metros sobre las vías del tren

c) Libramientos de puertas, ventanas y similares. Véase la sección 230-9.

d) Libramientos de las albercas. Véase la sección 680-9.

e) Libramientos para cables y conductores de comunicación: Libramientos para cables y conductores de comunicación deben estar de acuerdo con la sección 830-44(a)(4)

230-26. Punto de sujeción. El punto de sujeción de los conductores de acometida aérea a un inmueble u otra estructura debe estar a la separación mínima especificada en 230-9 y 230-24. En ningún caso, este punto de sujeción debe estar a menos de 3.00 metros del nivel del piso terminado.

230-27. Medios de sujeción. Los cables multiconductores utilizados para conductores de acometidas aéreas se deben sujetar a los inmuebles u otras estructuras, por medio de accesorios aprobados e identificados para su uso con conductores de acometida. Las acometidas con línea abierta deben sujetarse con accesorios aprobados e identificados para el uso con conductores de acometida o aisladores no combustibles ni absorbentes, sujetos sólidamente al inmueble o estructura.

230-28. Mástiles como soporte para acometidas aéreas. Cuando se utilicen mástiles como soporte para la acometida aérea, debe ser de una resistencia adecuada o estar sujeto por abrazaderas o tensores que soporten con seguridad los esfuerzos que origina el cable de acometida. Cuando los mástiles que se utilizan sean de tipo canalización, todos los accesorios de la canalización deben ser adecuados para su uso con mástiles de acometida. Sólo los conductores de acometida aérea deben estar sujetos a un soporte de acometida.

230-29. Soportes sobre los inmuebles. Los conductores de acometida aérea que pasen sobre un techo deben estar debidamente apoyados en estructuras sólidas. Para un sistema puesto a tierra, donde la estructura es de metal, deberá estar unida mediante un puente de unión y un conector al conductor puesto a tierra de la acometida aérea. Cuando sea posible, dichos soportes deben ser independientes del inmueble.

Parte C. Conductores de acometida subterránea

230-30. Instalación.

a) Aislamiento. Los conductores de acometida subterránea deben tener aislamiento para la tensión aplicada.

Excepción: Se permite que el conductor puesto a tierra no tenga aislamiento, en los casos siguientes:

- (1) Un conductor de cobre desnudo en una canalización.
- (2) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, donde el cobre es adecuado para las condiciones del suelo.
- (3) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, sin tener en cuenta las condiciones del suelo, si forma parte de un cable especificado para uso subterráneo.
- (4) Un conductor de aluminio o de cobre revestido de aluminio sin aislamiento o cubierta individual, si forma parte de un cable especificado para uso subterráneo directamente enterrado o dentro de una canalización.

b) Métodos de cableado. Los conductores de acometida subterránea se deben instalar de acuerdo con los requisitos aplicables de esta NOM que abarcan el tipo de métodos de alambrado utilizados y que deben limitarse a los siguientes:

- (1) Tubo conduit metálico pesado tipo RMC
- (2) Tubo conduit metálico semipesado tipo IMC
- (3) Tubo conduit subterráneo no metálico con conductores tipo NUCC
- (4) Tubo conduit de polietileno de alta densidad tipo HDPE
- (5) Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo tipo PVC
- (6) Tubo conduit de resina termofija reforzada tipo RTRC
- (7) Cable con separador integrado de gas tipo IGS
- (8) Conductores o cables de acometida tipo USE
- (9) Cable con armadura metálica tipo MT o tipo MC identificados para aplicaciones directamente enterrado
- (10) Cable tipo MI, cuando está debidamente protegido contra daños físicos y condiciones corrosivas

230-31. Tamaño y ampacidad del conductor.

a) Generalidades. Los conductores de acometida subterránea deben tener suficiente ampacidad para conducir la corriente de la carga alimentada, según las especificaciones aprobadas del suministrador y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

b) Tamaño mínimo del conductor. Los conductores deben tener un tamaño no menor que 8.37 mm² (8 AWG), si son de cobre y de 13.3 mm² (6 AWG) si son de aluminio.

Excepción: Conductores que alimenten sólo cargas limitadas de un solo circuito derivado, como un pequeño calentador de agua polifásico con regulación de potencia y cargas similares, los conductores no deben ser de tamaño menor que 3.31 mm² (12 AWG) de cobre.

c) Conductores puestos a tierra. El conductor puesto a tierra debe tener un tamaño no menor que el requerido en 250-24(c).

230-32. Protección contra daños. Los conductores de acometida subterránea deben estar protegidos contra daños según el Artículo 300-5. Los conductores de acometida subterránea que entren en un inmueble u otra estructura se deben instalar según se establece en 230-6 o proteger mediante una canalización de las identificadas en 230-43.

230-33. Empalmes de los conductores. Se permitirá que los conductores de acometida se empalmen o deriven de acuerdo con 110-14, 300-5(e), 300-13 y 300-15.

Parte D. Conductores de acometida

230-40. Conjuntos de conductores de acometida. Cada acometida aérea o subterránea sólo se debe conectar a un grupo de conductores de acometida.

Excepción 1: Se permitirá que un edificio con más de una ocupación tenga un conjunto de conductores de entrada de acometida para cada servicio, como se define en 230-2, para cada ocupación o grupo de ocupaciones. Si el número de puntos de desconexión de acometida para una clasificación de acometida dada no excede de seis, se aplicarán los requisitos de 230-2 (e) en cada lugar. Si el número de posiciones de desconexión de acometida excede de seis para cualquier clasificación de suministro, todas las ubicaciones de desconexión de la acometida para todas las características de suministro, junto con cualquier circuito derivado o fuentes de suministro del alimentador, si procede, se describirán claramente utilizando gráficos o texto o ambos, en una o más placas ubicadas en un lugar aprobado y fácilmente accesible en el edificio o estructura servido y lo más cerca posible a los puntos de fijación o entrada para acometida subterránea o acometida lateral y para cada conjunto de conductores de acometida aéreos o subterráneos.

Excepción 2: Cuando en un lugar se agrupen de dos a seis medios de desconexión de la acometida en envolventes independientes y que estén agrupadas en un lugar y que alimenten cargas separadas desde una bajada de acometida, un conjunto de conductores de acometida aérea, un conjunto de conductores de acometida subterránea o acometida lateral debe permitirse que un conjunto de conductores de entrada de acometida alimente cada uno o varios de estos envolventes de equipos de acometida.

Excepción 3: Debe permitirse que una vivienda unifamiliar individual y sus estructuras accesorias tengan un grupo de conductores de entrada de acometida que vaya a cada una de ellas desde una única bajada de acometida, un juego de conductores de acometida aérea, un juego de conductores de acometida subterránea o acometida lateral.

Excepción 4: Debe permitirse que una vivienda bifamiliar, una multifamiliar y edificios de ocupación múltiple tengan un grupo de conductores de entrada de acometida instalado para alimentar los circuitos cubiertos en la sección 210-25.

Excepción 5: Debe permitirse que un grupo de conductores de entrada de acometida conectados al lado de alimentación del medio de desconexión normal de acometida, alimenten cada uno o varios de los sistemas tratados en las secciones 230-82(5) o 230-82(6).

230-41. Aislamiento de los conductores de acometida. Los conductores de acometida que entran o están en el exterior del inmueble o alguna otra estructura, deben estar aislados.

Excepción: Se permite que haya un conductor puesto a tierra sin aislamiento, en las siguientes condiciones:

- (1) Un conductor de cobre desnudo utilizado en una canalización o parte de un cable ensamblado de acometida.
- (2) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, cuando el cobre es adecuado a las condiciones del suelo.

- (3) Un conductor de cobre desnudo, directamente enterrado sin considerar las condiciones del suelo, si forma parte de un cable ensamblado identificado para uso subterráneo.
- (4) Un conductor de aluminio o de aluminio recubierto de cobre sin aislamiento o cubierta individual, si forma parte de un cable ensamblado identificado para su uso en una canalización subterránea o directamente enterrado.
- (5) Conductores desnudos usados en un canal auxiliar

230-42. Tamaño mínimo y ampacidad del conductor.

a) Generalidades Los conductores de acometida deben tener una ampacidad no menor que la de la carga máxima a ser alimentada. Los conductores deben ser dimensionados para conducir no menos que el valor mayor de lo que se indica en (1) o (2) siguientes. Las cargas se deben determinar de acuerdo con las Partes C, D o E del Artículo 220, según corresponda. La ampacidad se determinará de acuerdo con 310-15. La corriente máxima permisible de los electroductos (*busway*) debe ser el valor para el cual fueron aprobados o etiquetados:

(1) Cuando los conductores de acometida alimenten cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, el tamaño mínimo del conductor de acometida debe tener una ampacidad admisible no menor a la suma de las cargas no continuas más 125 por ciento de las cargas continuas.

Excepción 1: Se permitirá que los conductores puestos a tierra que no estén conectados a un dispositivo de protección contra sobrecorriente sean de un tamaño del 100 por ciento de la suma de la carga continua y no continua.

Excepción 2: Se permitirá la suma de las cargas no continuas y las cargas continuas si los conductores de acometida terminan en un dispositivo contra sobrecorriente, cuando tanto dispositivo de protección contra sobrecorriente como su ensamble estén aprobados para operar al 100 por ciento de su valor.

(2) El tamaño mínimo del conductor de acometida deberá tener una ampacidad no menor que la carga máxima que se alimentará después de la aplicación de cualquier factor de ajuste o corrección.

b) Instalaciones específicas. Además de los requisitos en 230-42(a), la ampacidad mínima para los conductores de fase para instalaciones específicas no debe ser menor al valor del medio de desconexión de acometida que se especifica en 230-79 (a) hasta (d).

c) Conductores puestos a tierra. El conductor puesto a tierra debe tener un tamaño no menor del requerido por en 250-24(c).

230-43. Métodos de alambrado para 1000 volts o menos. Los conductores de recepción del suministro se deben instalar de acuerdo con los requisitos aplicables de esta NOM, relativos a los métodos de alambrado utilizados y limitados a los siguientes:

- (1) Alambrado abierto sobre de aisladores
- (2) Cables de tipo IGS
- (3) Tubo conduit metálico pesado tipo RMC
- (4) Tubo conduit metálico semipesado tipo IMC
- (5) Tubo conduit metálico ligero tipo EMT
- (6) Tubo conduit no metálico tipo ENT
- (7) Cables para entrada de suministro
- (8) Ductos
- (9) Electroductos (*Busway*)
- (10) Canales auxiliares
- (11) Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo tipo PVC
- (12) Canalizaciones prealambradas (*Cablebus*)
- (13) Cables de tipo MC
- (14) Cables con aislamiento mineral y cubierta metálica tipo MI
- (15) Tubo conduit metálico flexible (FMC) con una longitud no mayor que 1.80 metros de longitud o tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) con una longitud no mayor que 1.80 metros entre canalizaciones o entre una canalización y el equipo de acometida, con un puente de unión lado línea llevado con el tubo conduit metálico flexible (FMC) o el tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC), según lo previsto en 250-102(a), (b), (c) y (e)

- (16) Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC).
- (17) Tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE)
- (18) Tubo conduit no metálicos subterráneo con conductores (NUCC)
- (19) Tubo conduit reforzado con resina (RTRC)

230-44. Charolas portacables. Los sistemas de charolas portacables para soportar los conductores de entrada de acometida. También puede ser permitido a través de las siguientes formas. Se permitirán charolas portacables para soportar los conductores de acometida. Las charolas portacables usadas como soporte de conductores de acometida sólo deben contener conductores de acometida y se limitarán a los siguientes métodos:

- (1) Cable tipo SE
- (2) Cable tipo MC
- (3) Cable tipo MI
- (4) Cable tipo IGS
- (5) Conductores monoconductores de 53.5 mm² (1/0 AWG) y más grandes y aprobado para uso en charolas portacables

Las charolas portacables deben identificarse permanentemente con etiquetas con la leyenda “conductores de acometida”. Las etiquetas deberán estar colocadas de tal forma que sean visibles después de la instalación con un espaciamiento que no exceda de 3 m de manera que los conductores de acometida sean fácilmente localizados a lo largo de toda la charola portacables.

Excepción: Se permitirá que los conductores que no sean de acometida se instalen en una charola portacables con conductores de acometida, siempre y cuando se instale una barrera sólida fija de un material compatible con la charola portacables para separar los conductores de acometida de otros conductores instalados en la misma charola portacables.

230-46. Empalmes. Se permitirá que los conductores de acometida se empalmen o deriven de acuerdo con 110-14, 300-5(e), 300-13 y 300-15.

230-50. Protección contra daño físico.

a) Conductores de acometida subterráneos. Los conductores de acometida subterráneos se deben proteger contra daño físico según lo establecido en 300-5.

b) Conductores diferentes a los de acometida. Conductores diferentes a los de acometida, que no sean de acometida subterránea, deben estar protegidos contra daños físicos tal como se especifica en (1) ó (2) siguientes:

1. Cables de recepción del suministro. Los cables de acometida cuando estén sujetos a daño físico, deben estar protegidos por cualquier de los siguientes medios:

- (1) Tubo conduit metálico pesado tipo RMC
- (2) Tubo conduit metálico semipesado tipo IMC
- (3) Tubo conduit cédula 80 PVC
- (4) Tubo conduit metálico ligero tipo EMT
- (5) Tubo conduit de resina termofija reforzada tipo RTRC
- (6) Por otro medio aprobado

2. Otros conductores que no sean los de recepción del suministro. Los cables y conductores abiertos individuales y distintos a los conductores de recepción del suministro, no se deben instalar a menos de 3.00 metros del nivel del piso terminado o donde estén expuestos a daño físico.

Excepción: Se permite instalar cables de tipo MI y tipo MC a menos de 3.00 metros del nivel del piso terminado cuando no estén expuestos a daño físico o cuando estén protegidos de acuerdo con 300-5(d).

230-51. Soportes de montaje. Los cables de acometida o conductores individuales de acometida abiertos deben soportarse como se especifica en (a), (b) o (c) siguientes:

a) Cables de acometida. Los cables de acometida deben soportarse con abrazaderas u otro medio adecuado, situados a menos de 30 centímetros de cada mufa o conexión a una canalización o envolvente y a intervalos no mayores a 75 centímetros.

b) Otros cables. Los cables no aprobados para instalarse en contacto con un inmueble u otra estructura deben instalarse sobre soportes aislantes a intervalos no mayores de 4.50 metros y de manera que tengan una separación no menor que 50 centímetros de la superficie sobre la que pasan.

c) Conductores abiertos individuales. Los conductores abiertos individuales deben instalarse según se indica en la Tabla 230-51(c). Cuando estén expuestos a la intemperie, los conductores deben instalarse sobre aisladores o sobre soportes aislantes unidos a bastidores, soportes angulares u otro dispositivo aprobado. Si no están expuestos a la intemperie, los conductores deben instalarse sobre los aisladores de vidrio o porcelana.

Tabla 230-51(c).- Soportes y separación de los conductores individuales de recepción del suministro expuestos

Tensión eléctrica máxima volts	Separación máxima entre soportes (metros)	Libramiento mínimo (centímetros)	
		Entre conductores	Desde la superficie
1000	2.70	15.0	5.0
1000	4.50	30.0	5.0
300	1.40	7.5	5.0
1000*	1.40*	6.5*	2.5*

* No expuestos a la intemperie

230-52. Conductores individuales que entran en inmuebles o en otras estructuras. Los conductores abiertos individuales que entren a un inmueble u otra estructura deben hacerlo a través de pasacables para techo o de pared, con una inclinación ascendente por medio de tubos aislados individuales, no combustibles y no absorbentes. En ambos casos deben dejarse curvas de goteo en el conductor, antes de entrar en los tubos.

230-53. Drenaje de las canalizaciones. Las canalizaciones que estén expuestas a la intemperie y que contengan a los conductores de entrada de acometida deben estar aprobadas para utilizarse en lugares mojados y tener drenaje. Cuando estén embebidas en concreto, las canalizaciones se deben arreglar de tal modo que tengan drenaje.

230-54. Localización de conductores para recepción del suministro para acometida aérea.

a) Mufa. Las canalizaciones de acometida deben estar equipadas con una mufa en el punto de transición de acometida aérea o de los conductores de acometida. Las mufas deben ser aprobadas para su uso en lugares mojados.

b) Cables de acometida equipados con mufa. Los cables de acometida deben estar equipados con una mufa. La mufa será aprobada para su uso en lugares mojados.

Excepción: Se permitirá que el cable tipo SE forme una curva de goteo protegida por cinta aislante, autosellante, termoplástica, resistente a la intemperie.

c) Mufa arriba de la sujeción de los conductores de acometida aérea. Las mufas en las canalizaciones o los conductores de entrada de acometida y los cuellos de ganso de los cables de entrada de acometida deben ubicarse por encima del punto de sujeción de los conductores de acometida aérea al inmueble u otra estructura.

Excepción: Cuando no sea práctico instalar la mufa o el cuello de ganso por encima del punto de sujeción, se permite colocar la mufa o el cuello de ganso a una distancia no mayor que 60 centímetros del punto de sujeción.

d) Sujeción. Los conductores de recepción del suministro deben sujetarse firmemente en su lugar.

e) Pasacables separados. Cuando conductores de diferente potencial salgan de la mufa, deberán salir por diferentes orificios con pasacables.

Excepción: Cables multiconductores de acometida con cubierta metálica sin empalmes.

f) Curvas de goteo. En conductores individuales deben formarse curvas de goteo. Para impedir la entrada de humedad, los conductores de recepción del suministro deben conectarse a los de acometida aérea ya sea:

- (1) Por debajo del nivel de la mufa de acometida, o
- (2) Por debajo del nivel de la terminación de la cubierta del cable de recepción del suministro.

g) Disposición para que el agua no penetre en la canalización o equipo de recepción del suministro. Los conductores tanto de acometida aérea como de acometida deben estar dispuestos de tal manera que se impida la penetración de agua a la canalización o al equipo de recepción del suministro.

230-56. Conductor de recepción del suministro con la mayor tensión a tierra. En una acometida de cuatro hilos conectada en delta, en la cual el punto medio de una fase esté puesto a tierra, el conductor de recepción del suministro cuya tensión a tierra sea el mayor, se debe marcar de manera permanente y duradera con un acabado exterior de color anaranjado o mediante otro medio eficaz, en cada terminación o punto de unión.

Parte E. Equipo de acometida - Generalidades

230-62. Equipo de recepción del suministro cubierto o resguardado. Las partes energizadas del equipo de recepción del suministro deben estar encerradas como se especifica en el inciso (a) o resguardarse como se especifica en (b) siguiente:

a) Encerradas. Las partes energizadas deben estar encerradas de manera que no queden expuestas a contactos accidentales o deben estar resguardadas como se especifica en (b) siguiente.

b) Resguardadas. Las partes energizadas que no estén encerradas deben instalarse dentro de un tablero de distribución, tablero de fuerza y alumbrado o de control, y deben estar resguardadas de acuerdo con 110-18 y 110-27. Cuando las partes energizadas se resguarden como se indica en 110-27(a)(1) y (a)(2) deben estar provistas de un medio para cerrar o sellar las puertas con llave que dan acceso a las partes energizadas.

230-66. Marcado. El equipo de recepción del suministro de 1000 volts o menos, se debe marcar para identificar que es adecuado para su uso como equipo de acometida. Todo equipo de acometida debe estar aprobado. No se considera equipo de acometida las envolventes de las bases para medidores, pero deben estar aprobadas y clasificadas para la tensión y ampacidad de la acometida.

Excepción: Los bases de los medidores proporcionados por y bajo el control exclusivo de una compañía de electricidad no requieren sean aprobadas.

Parte F. Equipo de acometida - Medios de desconexión

230-70. Generalidades. En un inmueble u otra infraestructura debe proporcionarse de un medio para desconectar todos los conductores de recepción del suministro.

a) Ubicación. Los medios de desconexión de los conductores de recepción del suministro deben ser instalados de acuerdo a (1), (2) y (3) siguientes:

1) Ubicación fácilmente accesible. Los medios de desconexión de acometida se deben instalar, ya sea dentro o fuera de un edificio u otra infraestructura, en un lugar fácilmente accesible en el punto más cercano de entrada de los conductores de recepción del suministro y a una distancia no mayor que 5.00 metros del equipo de medición.

2) Baños. Los medios de desconexión de los conductores de recepción del suministro no se deben instalar en cuartos de baño.

3) Control Remoto. Cuando se usen dispositivos de control remoto para operar al medio de desconexión de acometida, este medio de desconexión se debe ubicar de acuerdo con (a) (1) anterior.

b) Marcado. Cada medio de desconexión debe estar marcado permanentemente para ser identificado como tal.

c) Apropriado para el uso. Todos los medios de desconexión de acometida deben ser adecuados para las condiciones que se den en la misma. El equipo de la acometida instalado en áreas peligrosas (clasificadas) debe cumplir los requisitos de los Artículos 500 hasta 517.

230-71. Número máximo de medios de desconexión.

a) Generalidades. El medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro para cada acometida que se permita en 230-2 o para cada grupo de conductores de acometida que se permita en 230-40, Excepción, debe consistir en seis o menos interruptores o seis interruptores automáticos de circuitos instalados en una sola envolvente, en un grupo de envolventes independientes o dentro o sobre un tablero de distribución. No debe haber más de seis conjuntos de medios de desconexión por acometida agrupados en un solo lugar.

Para lo establecido en esta Sección, los medios de desconexión utilizados únicamente en el circuito de control del sistema de protección contra fallas a tierra instalado como parte del equipo aprobado y utilizado solamente para lo siguiente, no debe considerarse medio de desconexión de recepción del suministro:

- (1) Equipo de monitoreo de la energía.
- (2) Dispositivos de protección contra sobretensión.
- (3) Circuito de control del sistema de protección contra falla a tierra.
- (4) Medios de desconexión de acometida operados eléctricamente.

b) Dispositivos unipolares. En circuitos multiconductores se permitirá dos o tres interruptores o interruptores automáticos de un polo, que puedan operar individualmente, un polo para cada conductor de fase, como medio de desconexión de varios polos, siempre que estén equipados con mecanismos de operación manuales o con un mecanismo de operación principal para desconectar todos los conductores de acometida sin hacer más de seis operaciones con la mano.

NOTA: Véase 408-36, Excepción 1 y 3 para equipo de acometida en tableros de alumbrado y control, véase el Artículo 430-95 para equipo de acometida en centros de control de motores.

230-72. Agrupamiento de medios de desconexión.

a) Generalidades. Los dos a seis medios de desconexión como se permite en 230-71 deben estar agrupados. Cada medio de desconexión debe estar marcado para indicar la carga que alimenta.

Excepción: Se permite que uno de los dos a seis medios de desconexión permitidos en 230-71, cuando se utiliza sólo para una bomba de agua que sirva también como bomba contra incendios se permitirá esté instalado en forma remota de los restantes medios de desconexión. Si es instalado en forma remota de acuerdo con esta excepción, se debe colocar una placa en la ubicación de los medios de desconexión agrupados restantes indicando su ubicación.

b) Medios de desconexión adicionales de los conductores de recepción del suministro. El medio o medios adicionales de desconexión adicionales para bombas contra incendios, sistemas de emergencia, medios de reserva legalmente obligatorios o medios de reserva opcionales permitidos en 230-2, se deben instalar a una separación suficiente de uno a seis medios de desconexión de acometida normal, para reducir al mínimo la posibilidad de corte simultáneo de suministro.

c) Medios de desconexión al alcance de los habitantes. En inmuebles con diversas actividades y ocupantes, los medios de desconexión de los conductores de acometida deben estar al alcance de los habitantes.

Excepción: En inmuebles con múltiples actividades en los que el servicio y mantenimiento de la instalación eléctrica estén a cargo de la administración del inmueble, y se encuentren bajo supervisión continua de la misma, el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro de más de una de las actividades debe estar accesible únicamente a personal calificado de la administración.

230-74. Apertura simultánea de los polos. Cada medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase controlados por la instalación del usuario.

230-75. Desconexión del conductor puesto a tierra. Cuando el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro no desconecte el conductor puesto a tierra de la instalación del usuario, debe instalarse otro medio en el equipo de acometida. Para tal fin, se permitirá instalar una terminal o barra a la que se conecten todos los conductores puestos a tierra mediante conectores de presión. En un tablero de distribución o tablero de potencia con envolvente metálico dividido en varias secciones se permitirá un medio de desconexión para el conductor puesto a tierra en cualquier sección del tablero de distribución o tablero de potencia con envolvente metálico, si la sección del tablero de distribución está marcada para indicar que hay un desconectador del conductor puesto a tierra en el interior del mismo.

230-76. Operación manual o eléctrica. Los medios de desconexión de los conductores de fase de recepción del suministro deben consistir en:

- (1) Un medio de desconexión o un interruptor automático de operación manual o un interruptor automático, equipado con una palanca u otro medio adecuado para su operación, o
- (2) Un medio de desconexión o un interruptor automático operado eléctricamente o un interruptor automático equipado de forma que se pueda abrir manualmente en el caso de falla de suministro de energía.

230-77. Indicación de la posición. Los medios de desconexión deben indicar claramente si está en posición abierta (off) o cerrada (on).

230-79. Capacidad de los medios de desconexión de la acometida. Los medios de desconexión de los conductores de recepción del suministro deben tener una capacidad no menor que la carga a servir determinada según las Partes C, D y F del Artículo 220, como sean aplicables. En ningún caso ese valor debe ser menor que el especificado en los siguientes incisos:

a) Instalación de un solo circuito. Para instalaciones que alimenten únicamente a cargas limitadas de un circuito derivado, el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro debe tener una capacidad no menor que 15 amperes.

b) Instalaciones para dos circuitos. En instalaciones que alimenten hasta dos circuitos derivados de dos conductores, los medios de desconexión de los conductores de recepción del suministro deben tener una capacidad no menor que 30 amperes.

c) Viviendas unifamiliares. En viviendas unifamiliares, el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro debe tener una capacidad según la carga conectada.

En viviendas populares de hasta 60 m² no debe ser menor que 30 amperes.

d) Todos los demás casos. En todas las demás instalaciones, el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro debe tener una capacidad no menor que 60 amperes.

230-80. Capacidades combinadas de los medios de desconexión. Cuando el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro consista en más de un desconectador o interruptor automático, tal como se permite en 230-71, la capacidad combinada de todos los interruptores o interruptores automáticos usados no debe ser menor que la que se establece en 230-79.

230-81. Conexión a las terminales. Los conductores de recepción del suministro deben conectarse a los medios de desconexión de los conductores de recepción del suministro, mediante conectores a presión, mordazas u otros accesorios adecuados. No se deben utilizar conexiones que dependan de soldaduras.

230-82. Equipo conectado en el lado línea del medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro. Sólo se permite conectar en el lado línea de los medios de desconexión de los conductores de recepción del suministro lo siguiente:

- (1) Los fusibles limitadores para cables u otros dispositivos limitadores de corriente.
- (2) Medidores y sus bases enchufe con una tensión no mayor que 1000 volts y que todas las cajas metálicas y envoltentes de acometida estén puestos a tierra de acuerdo con la Parte G y unidos de acuerdo a la Parte E del Artículo 250.
- (3) Interruptores de los medios de desconexión de los medidores con valor no mayor que 1000 volts que tengan valor de corriente de cortocircuito igual o mayor que la corriente de cortocircuito de la instalación, siempre que todas las cajas metálicas y envoltentes de acometida estén puestos a tierra de acuerdo con la Parte G y unidas de acuerdo con la Parte E del Artículo 250. Un interruptor del medio de desconexión del medidor debe ser capaz de interrumpir la carga alimentada. Un desconectador de un medidor debe estar marcado en campo de manera legible en su exterior, y adecuada para el entorno, según se muestra a continuación: DESCONECTADOR DE MEDIDOR NO ES UN DE EQUIPO DE ACOMETIDA.
- (4) Los transformadores de medición (corriente y tensión), derivaciones de alta impedancia, dispositivos de control de carga, apartarrayos y dispositivos de protección contra sobretensiones Tipo 1.
- (5) Derivaciones utilizadas únicamente para alimentar a dispositivos de control de carga, circuitos de sistemas de emergencia, sistemas de potencia de reserva, equipos para bombas contra incendios y alarmas contra incendios y sistemas de rociadores automáticos, si están provistos de equipo de acometida e instalados siguiendo los requisitos de los conductores de recepción del suministro
- (6) Los sistemas solares fotovoltaicos, sistemas de celdas de combustibles, sistemas de energía eólica, sistemas de almacenamiento de energía o fuentes de producción de energía interconectadas. Véanse los Artículos 690 y 705 en lo que afecta a estos sistemas.
- (7) Los circuitos de control para los medios de desconexión de los conductores de recepción del suministro cuando sean accionados eléctricamente, si dispone de medios de desconexión y protección contra sobrecorriente adecuados.
- (8) Los sistemas de protección contra fallas a tierra o dispositivos de protección contra sobretensiones Tipo 2, si están instalados como parte del equipo aprobado y si disponen de medios de desconexión y protección contra sobrecorriente adecuados.
- (9) Conexiones utilizadas sólo para alimentar equipo de comunicaciones bajo el control exclusivo del suministrador, si la protección contra sobrecorriente y los medios de desconexión adecuados son proporcionados. Para instalaciones del equipo del suministrador, no se requiere un medio de desconexión si el suministro está instalado como parte de la base de medición, de tal manera que el acceso sólo pueda ser con el medidor retirado.

Parte G. Equipo de acometida - Protección contra sobrecorriente

230-90. Cuando es necesario. Todos los conductores de fase de la acometida deben tener protección contra sobrecarga.

a) Conductores de fase. Dicha protección debe consistir en un dispositivo contra sobrecorriente en serie con cada conductor de fase de acometida que tenga una capacidad o ajuste no mayor que la ampacidad del conductor. Se entiende por conjunto de fusibles a todos los fusibles necesarios para proteger todos los conductores de fase de un circuito. Los interruptores automáticos de un polo agrupados según lo establecido en 230-71(b), se deben considerar como un dispositivo de protección.

Excepción 1: Para corrientes de arranque de motores, se permiten capacidades que cumplan lo establecido en 430-52, 430-62 y 430-63.

Excepción 2: Se permiten los fusibles e interruptores automáticos con una capacidad o ajuste que cumpla lo establecido en 240-4(b) o (c) y en 240-6.

Excepción 3: Se permiten de dos hasta seis interruptores automáticos de circuito o juegos de fusibles como dispositivo de protección contra sobrecorriente que proporcionen protección contra sobrecarga. Se permite que la suma de las capacidades de los interruptores automáticos o fusibles supere la ampacidad de los conductores de acometida, siempre que la carga calculada no supere la ampacidad de los mismos.

Excepción 4: El dispositivo de protección contra sobrecarga de los conductores de recepción del suministro para bombas contra incendios debe cumplir con 695-4(b)(2)(a).

Excepción 5: Se permitirá la protección contra sobrecarga en la recepción del suministro monofásico de 3 hilos, 120/240 volts para viviendas, de acuerdo con 310-15(b)(7).

b) No en el conductor puesto a tierra. En un conductor puesto a tierra de recepción del suministro no se debe intercalar ningún dispositivo de protección contra sobrecorriente, excepto un interruptor automático que abra simultáneamente a todos los conductores del circuito.

230-91. Ubicación. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe formar parte integral del medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro o debe estar situado en un lugar adyacente a ellos. Cuando los fusibles se utilizan como el dispositivo de protección contra sobrecorriente de acometida, los medios de desconexión deben colocarse adelante del lado de la alimentación de los fusibles

230-92. Dispositivos de protección contra sobrecorriente de los conductores de recepción del suministro bajo llave. Cuando los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los conductores de recepción del suministro estén sellados, bajo llave o no sean accesibles fácilmente a los habitantes, se deben instalar dispositivos de sobrecorriente de los circuitos derivados o alimentadores en el lado de carga, instalados en un lugar accesible fácilmente y deben ser de menor capacidad de corriente que el dispositivo de sobrecorriente de los conductores de recepción del suministro.

230-93. Protección de circuitos específicos. Cuando sea necesario evitar la manipulación indebida, se permite sellar o poner bajo llave el dispositivo automático de protección contra sobrecorriente que proteja a los conductores de recepción del suministro que alimenten sólo a una carga específica cuando se ubiquen en un lugar accesible, por ejemplo, un calentador de agua.

230-94. Ubicación relativa del dispositivo de protección contra sobrecorriente y otros equipos de acometida. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe proteger a todos los circuitos y dispositivos, excepto los siguientes:

Excepción 1: El medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro se permite instalarse del lado línea.

Excepción 2: Los circuitos en derivación de alta impedancia, apartarrayos, dispositivos de protección contra sobretensión Tipo 1, capacitores de protección contra sobretensión y los transformadores de medición (de corriente y de tensión), se permitirá conectarse e instalarse del lado línea o de los medios de desconexión, tal como lo permite el Artículo 230-82.

Excepción 3: Se permite que los dispositivos de control de cargas se conecten en el lado del suministro del dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida, cuando tengan protección contra sobrecorriente independiente.

Excepción 4: Se permite que los circuitos utilizados únicamente para el funcionamiento de alarmas contra incendios, otros sistemas de señales de protección o para la alimentación de los equipos de las bombas contra incendios, se conecten en el lado línea del dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida, cuando tengan protección contra sobrecorriente independiente.

Excepción 5: Los medidores con tensión no mayor que 600 volts, siempre que todas las cajas metálicas y envolventes estén puestas a tierra según el Artículo 250.

Excepción 6: Cuando el equipo de recepción del suministro se accione eléctricamente, se permite que el circuito de control esté conectado antes del equipo de la acometida, si dispone de medios de desconexión y protección contra sobrecorriente adecuados.

230-95. Equipo de protección contra falla a tierra. Se debe proporcionar protección a los equipos contra fallas a tierra en los conductores de recepción del suministro de sistemas en estrella sólidamente puestos a tierra con tensión a tierra mayor que 150 volts, pero que no supere 1000 volts entre fases para cada dispositivo de desconexión de los conductores de recepción del suministro de 1000 amperes o más. El conductor puesto a tierra para sistemas en estrella puestos a tierra sólidamente se debe conectar directamente a la tierra a través de un sistema de electrodos de puesta a tierra, de acuerdo con 250-50, sin insertar ninguna resistencia ni dispositivo de impedancia.

Se debe considerar que la capacidad permisible del medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro es la del mayor fusible que se pueda instalar o la mayor corriente continua de disparo, a la que se pueda ajustar el dispositivo de protección contra sobrecorriente instalado en el interruptor automático del circuito.

Excepción: Las disposiciones de protección contra fallas a tierra de esta sección no se aplican a un medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro para procesos industriales continuos, en los que un paro inesperado puede crear condiciones de peligro.

a) Configuración y Ajuste. El sistema de protección contra fallas a tierra debe funcionar haciendo que el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro abra todos los conductores de fase del circuito con falla. El máximo ajuste de esa protección debe ser de 1200 amperes y el retardo máximo debe ser de un segundo para corrientes de falla a tierra iguales o mayores que 3000 amperes.

b) Fusibles. Cuando se use una combinación de medios de desconexión y fusibles, los fusibles utilizados deben ser capaces de interrumpir cualquier corriente mayor que la capacidad de interrupción del medio de desconexión, antes de que el sistema de protección contra fallas a tierra provoque la apertura del interruptor.

c) Pruebas de funcionamiento. Una vez instalado, se debe probar el funcionamiento del sistema de protección contra fallas a tierra. La prueba debe ser realizada por una persona(s) calificada(s) utilizando un proceso de prueba de inyección de corriente primaria, de acuerdo con las instrucciones que se dan con el equipo. Se debe hacer un informe escrito de esta prueba y debe estar disponible para la autoridad competente.

NOTA 1: La protección contra fallas a tierra que funcione abriendo el desconectador de los conductores de recepción del suministro, no ofrece protección contra fallas en el lado línea del dispositivo de protección. Sólo sirve para limitar daño a los conductores y equipos en el lado carga, si se produjera una falla de arco a tierra en el lado carga del elemento de protección.

NOTA 2: Esta protección adicional del equipo en el equipo de recepción del suministro puede hacer necesario revisar toda la instalación para coordinar adecuadamente los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Puede ser necesario instalar nuevos equipos de protección contra fallas a tierra en los circuitos alimentadores y en los circuitos derivados, cuando la continuidad en el servicio sea muy necesaria.

NOTA 3: Cuando exista dispositivo de protección contra fallas a tierra para el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro y se interconecte con otro sistema de alimentación a través de un dispositivo de transferencia, pueden ser necesarios otros medios o dispositivos que aseguren la detección de las fallas a tierra por el equipo de protección de falla a tierra.

NOTA 4: Véase 517-17(a) para información sobre dónde se requiere un paso adicional de la protección contra fallas a tierra en hospitales y otros edificios con áreas críticas o equipo de soporte para la vida.

Parte H. Acometidas de más de 1000 volts nominales

230-200. Generalidades. Los conductores y equipos de recepción del suministro utilizado en circuitos de más de 1000 volts nominales deben cumplir las disposiciones aplicables de todas las secciones anteriores de este Artículo y las siguientes, que complementan o modifican a las anteriores. En ningún caso se deben aplicar lo establecido en la Parte H a los equipos instalados en el lado línea del punto de recepción del suministro.

230-202. Conductores de acometida. Los conductores de acometida a inmuebles o construcciones se deben instalar conforme a lo siguiente:

a) Tamaño de los conductores. Los conductores de acometida no deben ser menores a 13.3 mm² (6 AWG), excepto en cables multiconductores. Los cables multiconductores no deben ser menores a 8.37 mm² (8 AWG).

b) Métodos de alambrado. Los conductores de acometida se deben instalar por alguno de los métodos de alambrado que se indican en 300-37 y 300-50.

230-204. Desconectores de aislamiento.

a) Cuando se requieren. Cuando el medio de desconexión de acometida sea un interruptor automático en hexafluoruro de azufre o un desconector en aceite, aire o al vacío, debe instalarse un desconector de aislamiento en aire, que sea visible cuando está abierto, en el lado línea del medio de desconexión y el equipo de acometida asociado.

Excepción: No se exigirá un desconector de aislamiento cuando el desconector o interruptor automático está montado en paneles removibles o tableros metálicos, cuando se apliquen las dos condiciones siguientes:

- (1) No se puedan abrir a menos que el circuito esté desconectado.
- (2) Todas las partes energizadas se desconectan automáticamente cuando el interruptor o desconector automático es movido de su posición de operación normal.

b) Fusibles utilizados como interruptor de aislamiento. Cuando los fusibles sean del tipo que permita operarlos como medio de desconexión, un grupo de dichos fusibles se puede utilizar como desconector de aislamiento.

c) Accesible sólo a personas calificadas. El desconector de aislamiento sólo debe ser accesible a personas calificadas.

d) Conexión de puesta a tierra. Los desconectores de aislamiento deben estar provistos de medios para conectar los conductores del lado carga directamente al sistema de electrodos de puesta a tierra, a una barra colectora de puesta a tierra del equipo o a una estructura de acero puesta a tierra, cuando se desconecten de la fuente de alimentación.

No se exigirá un medio para puesta a tierra de los conductores del lado carga a un sistema de electrodos de puesta a tierra, una barra colectora para puesta a tierra del equipo o a una estructura de acero puesta a tierra para cualquier desconector de aislamiento duplicado, que sea instalado y mantenido por el suministrador.

230-205. Medios de desconexión.

a) Ubicación. Los medios de desconexión de acometida deben estar localizados según lo establecido en 230-70.

Para sistemas de distribución primaria subterráneos o aéreos en una propiedad privada, se permite que el desconector de acometida se ubique en un lugar que no sea fácilmente accesible, si el medio de desconexión puede ser operado mediante un mecanismo desde un punto accesible fácilmente o electrónicamente de acuerdo con (c) siguiente, cuando aplique.

b) Tipo. Cada medio de desconexión de acometida debe desconectar simultáneamente a todos los conductores de fase de la acometida que dependan de él, y debe tener una corriente de interrupción no menor que la corriente máxima de cortocircuito posible en las terminales de alimentación.

Cuando se instalen interruptores con fusibles o fusibles de montaje separado, se permite que las características del fusible contribuyan a fijar la capacidad de cierre bajo falla del medio de desconexión.

c) Control remoto. Para edificaciones múltiples e instalaciones industriales bajo una sola administración, se permitirá que el medio de desconexión de acometida esté ubicado en un edificio o estructura separada. En estos casos, se permitirá que el medio de desconexión de acometida sea operado eléctricamente por un dispositivo de control remoto fácilmente accesible.

230-206. Dispositivos de protección contra sobrecorriente utilizados como medio de desconexión. Puede considerarse como el medio de desconexión de acometida, un interruptor automático de un circuito o un medio alternativo utilizado según se indica en 230-208 como dispositivo de sobrecorriente de acometida, cuando cumplan los requisitos indicados en 230-205.

230-208. Requisitos de protección contra sobrecorriente. Un dispositivo de protección contra cortocircuito debe ser provisto en el lado carga o como parte integral del medio de desconexión de acometida, y debe proteger a todos los conductores de fase que dependan de él. El dispositivo de protección debe ser capaz de detectar e interrumpir cualquier valor de corriente que supere su ajuste de disparo o punto de fusión que pueda producirse en donde está ubicado. Se debe considerar que un fusible de capacidad continua que no supere al triple de la ampacidad del conductor o un interruptor automático con un ajuste de disparo que no supere en seis veces la ampacidad de los conductores, ofrecen protección adecuada contra cortocircuito.

NOTA: Para ampacidad de conductores de 2001 volts y mayores, véanse las Tablas 310-60(c)(67) hasta 310-60(c)(86).

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben cumplir los siguientes requisitos:

a) Tipo de equipo. Los equipos utilizados para proteger los conductores de acometida deben cumplir los requisitos indicados en el Artículo 490, Parte B.

b) Dispositivos de sobrecorriente encerrados. La limitación de 80 por ciento de la capacidad de un dispositivo de sobrecorriente dentro de una cubierta o envoltente para cargas continuas, no se debe aplicar si están instalados en sistemas que operen a más de 1000 volts.

230-209. Apartarrayos. En cada conductor de fase de acometida aérea, se permite instalar apartarrayos de acuerdo con el Artículo 280.

230-210. Equipo de recepción del suministro. Generalidades. El equipo de recepción del suministro, incluidos los transformadores de medición, debe cumplir lo establecido en el Artículo 490, Parte A.

230-211. Tablero de distribución. El tablero de distribución debe consistir en una estructura metálica sólida y una cubierta envoltente de chapa metálica. Cuando se instale sobre suelo combustible, debe ir protegido.

230-212. Acometidas de más de 35 000 volts. Cuando la tensión sea mayor que 35 000 volts entre conductores que entran a un edificio deben terminar en un compartimiento de un tablero de potencia o en una bóveda que cumplan los requisitos de acuerdo con 450-41 a 450-48.

ARTÍCULO 240

PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

Parte A. Generalidades

240-1. Alcance. Las Partes A hasta G de este Artículo establecen los requisitos generales para la protección contra sobrecorriente para tensiones hasta de 1000 volts nominales. La Parte H establece los requisitos sobre la protección contra sobrecorriente para aquellas partes de instalaciones industriales supervisadas que operan a 1000 volts nominales o menos. La Parte I establece los requisitos de protección contra sobrecorriente para tensiones mayores que 1000 volts nominales.

NOTA: La protección contra sobrecorriente para conductores y equipos se instala para que abra el circuito, si la corriente alcanza un valor que cause una temperatura excesiva o peligrosa en los conductores o en su aislamiento. Ver también 110-9, para los requerimientos de capacidad de interrupción, y 110-10, para los requisitos de protección contra corrientes de falla.

240-2. Definiciones

Conductores en derivación. Tal como se usa en este Artículo, un conductor en derivación se define como un conductor, que no sea de acometida, que tiene protección contra sobrecorriente adelante de su punto de alimentación, que supera el valor permitido para conductores similares que están protegidos como se describe en otra parte de 240-4.

Dispositivo de protección contra sobrecorriente tipo limitador de corriente. Dispositivo que, cuando interrumpe corrientes dentro de su rango de limitación de corriente, reduce la corriente que fluye en el circuito con falla a una magnitud significativamente menor que la que se tendría en el mismo circuito, si el dispositivo fuera reemplazado por un conductor sólido de impedancia comparable.

Instalación industrial supervisada. Para los propósitos de la Parte H, son las partes industriales de una instalación donde se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión de ingeniería garantizan que únicamente personas calificadas tienen a su cargo el monitoreo y mantenimiento del sistema.
- (2) El sistema de alambrado del inmueble tiene una carga de 2500 kilovoltamperes o mayor usada en procesos industriales, actividades de manufactura, o ambas, calculada según el Artículo 220.
- (3) El inmueble tiene por lo menos una acometida o un alimentador de más de 150 volts a tierra y más de 300 volts entre fases.

Esta definición excluye a las instalaciones en edificios usados para instalaciones industriales de oficinas, bodegas, garajes, talleres de maquinaria y servicios recreativos que no son parte integral de la planta industrial, subestación o centro de control.

240-3. Otros Artículos. El equipo se debe proteger contra sobrecorriente de acuerdo con el Artículo de esta NOM que cubre el tipo de equipo que se especifica en la Tabla 240-3.

240-4. Protección de los conductores. Los conductores que no sean cordones flexibles, cables flexibles ni alambrado de luminarias, se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad, tal como se especifica en 310-15, excepto los casos permitidos o exigidos en los incisos (a) hasta (g) siguientes:

a) Peligro por pérdida de energía. No se debe exigir protección contra sobrecarga de los conductores cuando la interrupción del circuito pueda crear un riesgo, por ejemplo, en los imanes de manejo de materiales o en circuitos de bombas contra incendios. En estos casos se debe proporcionar protección contra cortocircuito.

b) Dispositivos de sobrecorriente de 800 amperes o menos. Se permitirá el uso de un dispositivo de protección contra sobrecorriente, de valor estándar inmediato superior (sobre la ampacidad de los conductores que proteja), siempre que se cumplan en su totalidad las siguientes condiciones:

- (1) Que los conductores protegidos no formen parte de un circuito derivado que alimenta más de un contacto para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija.
- (2) Que la ampacidad de los conductores no corresponda a la corriente estándar de un fusible o de un interruptor automático sin ajuste para disparo por sobrecarga por encima de su valor nominal (pero se permitirá que tenga otros ajustes de disparo o valores nominales).
- (3) Que el valor estándar inmediato superior seleccionado no supere 800 amperes.

c) Dispositivos de sobrecorriente de más de 800 amperes. Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente sea de más de 800 amperes, la ampacidad de los conductores que protege debe ser igual o mayor que la corriente nominal del dispositivo, tal como se define en 240-6.

d) Conductores pequeños. A menos que se permita específicamente en (e) o (g) siguientes, la protección contra sobrecorriente no debe exceder lo exigido por (1) a (7) después de que se ha aplicado cualquier factor de corrección por temperatura ambiente y por número de conductores.

1) 0.824 mm² (18 AWG) de cobre. 7 amperes, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (1) Las cargas continuas no excedan 6 amperes.
- (2) La protección contra sobrecorriente la proporciona uno de los siguientes elementos:
 - a. Interruptores automáticos con valor nominal para circuito derivado y marcados para usarse con alambre de cobre 0.824 mm² (18 AWG).
 - b. Fusibles con valor nominal para circuito derivado y marcados para usarse con alambre de cobre 0.824 mm² (18 AWG).
 - c. Fusibles clase CC, J o T.

2) 1.31 mm² (16 AWG) de cobre. 10 amperes, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (1) Las cargas continuas no excedan 8 amperes.
- (2) La protección contra sobrecorriente la proporciona uno de los siguientes elementos:
 - a. Interruptores automáticos con valor nominal para circuito derivado y marcados para usarse con alambre de cobre 1.31 mm² (16 AWG).
 - b. Fusibles con valor nominal para circuito derivado y marcados para usarse con alambre de cobre 1.31 mm² (16 AWG).
 - c. Fusibles clase CC, J o T.

3) 2.08 mm² (14 AWG) de cobre. 15 amperes.

5) 3.31 mm² (12 AWG) de cobre. 20 amperes.

7) 5.26 mm² (10 AWG) de cobre. 30 amperes

e) Conductores en derivación. Se permitirá que los conductores de derivación estén protegidos contra sobrecorriente, de acuerdo con:

- (1) 210-19(a)(3) y (a)(4), estufas y aparatos de cocción domésticos y otras cargas.
- (2) 240-5(b)(2), cables de artefactos.

- (3) 240-21, ubicación en el circuito.
- (4) 368-17(b), reducción en la ampacidad de electroductos.
- (5) 368-17(c), alimentador o circuitos derivados (derivaciones de electroductos).
- (6) 430-53(d), derivaciones de un motor.

Tabla 240-3.- Otros artículos

Equipo	Artículo
Acometidas	230
Anuncios eléctricos e iluminación de contorno	600
Aparatos	422
Elevadores, elevadores montaplatos, escaleras y pasillos móviles; elevadores para sillas de ruedas y elevadores de sillas de ruedas para escaleras.	620
Bombas contra incendios	695
Capacitores	460
Celdas electrolíticas	668
Circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada	725
Circuitos derivados	210
Contactos, conectores de cordón y clavijas de conexión	406
Convertidores de fase	455
Electroductos	368
Equipo de aire acondicionado y refrigeración	440
Equipo de calefacción eléctrica fija de tuberías y recipientes	427
Equipo de calentamiento dieléctrico y por inducción	665
Equipo eléctrico exterior fijo de deshielo y fusión de la nieve	426
Equipo eléctrico fijo de calefacción de ambiente	424
Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señal de audio	640
Equipos de rayos X	660
Estudios de cine y de televisión y lugares similares	530
Generadores	445
Grúas y polipastos	610
Instalaciones en lugares de atención de la salud	517
Lugares de reunión	518
Luminarias, portalámparas y lámparas	410
Maquinaria industrial	670
Motores, circuitos de motores y controladores	430
Órganos eléctricos de tubos	650
Sistemas de alarma contra incendios	760
Sistemas de emergencia	700
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Soldadoras eléctricas	630
Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control	408
Teatros, áreas de espectadores en estudios cinematográficos y estudios de televisión y lugares similares	520
Transformadores y bóvedas de transformadores	450

f) Conductores del secundario de transformadores. Los conductores del secundario de transformadores monofásicos (excepto los de 2 hilos) y polifásicos (excepto los de 3 hilos, conexión delta - delta) no se deben considerar protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario. Se permitirá que los conductores alimentados desde el lado secundario de un transformador monofásico con secundario de 2 hilos (una sola tensión) o trifásico con conexión delta - delta con secundario de 3 hilos (una sola tensión), estén protegidos mediante el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario (lado fuente) del transformador, siempre que esa protección cumpla lo establecido en 450-3 y no exceda el valor resultante de multiplicar la ampacidad del conductor del secundario por la relación de transformación de tensión del secundario al primario.

g) Protección contra sobrecorriente para aplicaciones de conductores específicos. Se permitirá que la protección contra sobrecorriente para conductores específicos se proporcione de acuerdo como se indica en la Tabla 240-4(g).

240-5. Protección de los cordones flexibles, cables flexibles y cables para artefactos. Los cordones flexibles y cables flexibles, incluidos los decorativos y las extensiones, y los cables de artefactos, se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con (a) o (b).

Tabla 240-4(g).- Aplicaciones de conductores específicos

Conductor	Artículo	Sección
Conductores de alimentación de convertidores de fase	455	455-7
Conductores de circuitos de aparatos operados por motor	422, Parte B	
Conductores de circuitos de capacitores	460	460-8(b) y 460-25(a) hasta (d)
Conductores de circuitos de control e instrumentación (Tipo ITC)	727	727-9
Conductores de circuitos de control remoto, señalización y potencia limitada	725	725-43, 725-45, 725-121 y Capítulo 10, Tablas 11(a) y 11(b)
Conductores de circuitos de equipo de aire acondicionado y refrigeración	440, Partes C y F	
Conductores de circuitos de motores y control de motores	430, Partes B, C, D, E, F y G	
Conductores de circuitos de sistemas de alarma contra incendio	760	760-43, 760-45, 760-121 y Capítulo 10 Tablas 12(a) y 12(b)
Conductores de circuitos para soldadoras eléctricas	630	630-12 y 630-32
Conductores de enlace secundario	450	450-6

a) Ampacidades. El cordón flexible y el cable flexible se deben proteger con un dispositivo de sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad, tal como se especifica en las Tablas 400-5(a)(1) y (a)(2). Los cables de artefactos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad, tal como se especifica en la Tabla 402-5. Se permitirá que la protección suplementaria contra sobrecorriente, tal como se establece en 240-10, sea un medio aceptable para proporcionar esta protección.

b) Dispositivo de sobrecorriente de circuitos derivados. Los cordones flexibles se deben proteger cuando sean alimentados por un circuito derivado, de acuerdo con uno de los métodos descritos en (1), (3) o (4) siguientes. Los cables de artefactos, cuando están alimentados por un circuito derivado, se deben proteger de acuerdo con (2).

1) Cordón de alimentación de aparatos o luminarias aprobadas. Cuando los cordones flexibles o cordones decorativos están aprobados para y son usados con un aparato específico o una luminaria aprobada, se considerará que están protegidos cuando se aplican cumpliendo los requisitos de aprobado para el aparato o la luminaria. Para los propósitos de esta sección, una luminaria puede ser portátil o fija.

2) Cable de artefactos eléctricos. Se permitirá que el cable para artefactos eléctricos se derive del conductor del circuito derivado de acuerdo con lo siguiente:

- (1) Circuitos de 20 amperes 0.824 mm² (18 AWG), hasta 15.00 metros.
- (2) Circuitos de 20 amperes 1.31 mm² (16 AWG), hasta 30.00 metros.
- (3) Circuitos de 20 amperes 2.08 mm² (14 AWG) y tamaños mayores.
- (4) Circuitos de 30 amperes 2.08 mm² (14 AWG) y tamaños mayores.
- (5) Circuitos de 40 amperes 3.31 mm² (12 AWG) y tamaños mayores.
- (6) Circuitos de 50 amperes 3.31 mm² (12 AWG) y tamaños mayores.

3) Conjunto de cordones de extensión. Se debe considerar que el cordón flexible usado en conjuntos de cordones de extensión aprobados está protegido cuando se aplica cumpliendo los requisitos de aprobación del cordón de extensión.

4) Conjuntos de cordones de extensión ensamblados en el sitio. Se permitirá que el cordón flexible usado en cordones de extensión hechos con componentes aprobados e instalados individualmente sea alimentado por un circuito derivado de acuerdo con lo siguiente:

Circuitos de 20 amperes tamaño 1.31 mm² (16 AWG) y tamaños mayores.

240-6. Capacidades normalizadas de fusibles e interruptores automáticos.

a) Fusibles e interruptores automáticos de disparo fijo. Los valores de corriente normalizados para los fusibles e interruptores automáticos de circuito de tiempo inverso deberán considerarse como se muestra en la Tabla 240-6(a). Los valores en amperes normalizados adicionales para fusibles deben ser de 1, 3, 6, 10 y 601. Se permitirá el uso de fusibles e interruptores automáticos de tiempo inverso con valores en amperes no normalizados.

b) Interruptores automáticos de disparo ajustable. La capacidad nominal de corriente de los interruptores automáticos de disparo ajustable que tengan medios externos para ajustar la corriente (ajuste de disparo de tiempo largo) que no cumplan los requisitos de (c), debe ser el valor máximo de ajuste posible.

c) Interruptores automáticos de disparo ajustable y acceso restringido. Se permitirá que un interruptor automático que tiene acceso restringido al medio de ajuste tenga un valor nominal en amperes, que sea igual al ajuste de la corriente de disparo (ajuste de tiempo largo). El acceso restringido se debe definir como la ubicación detrás de alguno de los siguientes:

- (1) Cubiertas removibles y sellables sobre los medios de ajuste.
- (2) Puertas de la envolvente del equipo atornilladas.
- (3) Puertas con cerradura, accesibles solamente a personal calificado.

Tabla 240-6(a) Valores de corriente en amperes para fusibles e interruptores automáticos de tiempo inverso.

Valores de corriente normalizados en amperes				
15	16	20	25	30
32	35	40	45	50
60	63	70	75	80
90	100	110	125	150
160	175	200	225	250
300	320	350	400	450
500	600	630	700	800
1000	12000	1250	1600	2000
2500	3000	3200	4000	5000
6000	6300			

240-8. Fusibles o interruptores automáticos en paralelo. Se permitirá que los fusibles e interruptores automáticos estén conectados en paralelo si son ensamblados en paralelo de fábrica y aprobados como una sola unidad. Los fusibles individuales, interruptores automáticos o combinaciones de ellos no se deben conectar en paralelo.

240-9. Dispositivos térmicos. Los relevadores térmicos y otros dispositivos, que no están diseñados para abrir cortocircuitos o fallas a tierra, no se deben usar para la protección de los conductores contra sobrecorriente producidas por cortocircuitos o fallas a tierra, pero sí se permitirá su uso para proteger a los conductores del circuito derivado de un motor contra sobrecarga si están protegidos de acuerdo con 430-40.

240-10. Protección suplementaria contra sobrecorriente. Cuando se utilice protección suplementaria contra sobrecorriente en luminarias, aparatos y otros equipos o para circuitos y componentes internos de los equipos, no se debe usar como sustituto de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados ni en lugar de la protección de los circuitos derivados. No se exigirá que los dispositivos suplementarios contra sobrecorriente sean fácilmente accesibles.

240-12. Coordinación del sistema eléctrico. Cuando se requiera una interrupción ordenada para minimizar el riesgo o riesgos para las personas y equipos, se permite un sistema de coordinación basado en las dos condiciones siguientes:

- (1) Coordinación de protecciones contra cortocircuito.
- (2) Indicación de sobrecarga basada en sistemas o dispositivos de monitoreo.

NOTA: El sistema de monitoreo puede causar que esa condición produzca una alarma que permita tomar acciones correctivas o una interrupción ordenada del circuito, minimizando los peligros para las personas y daños a los equipos.

240-13. Protección de los equipos contra fallas a tierra. La protección de los equipos contra fallas a tierra se debe proporcionar de acuerdo con los requerimientos en 230-95, para sistemas eléctricos en estrella, puestos a tierra sólidamente, de más de 150 volts a tierra pero que no superen los 1000 volts entre fases, para cada dispositivo individual utilizado como medio principal de desconexión de un edificio o estructura, con capacidad nominal de 1000 amperes o más.

Las disposiciones de esta sección no se deben aplicar a los medios de desconexión para:

- (1) Procesos industriales continuos, en donde una parada no ordenada introducirá riesgos adicionales o los incrementará.
- (2) Instalaciones en las que la protección contra fallas a tierra está prevista por otros requisitos para acometidas o alimentadores.
- (3) Bombas contra incendios.

240-15. Conductores de fase.

a) Dispositivo de protección contra sobrecorriente requerido. Se debe conectar un fusible o una unidad de disparo por sobrecorriente de un interruptor automático, en serie con cada conductor de fase. Se considerará que una combinación de transformador de corriente y un relevador de sobrecorriente equivale a una unidad de disparo por sobrecorriente.

NOTA: Para los circuitos de motores Ver las partes C, D, E y K del Artículo 430.

b) Interruptor automático como dispositivo de protección contra sobrecorriente. Los interruptores automáticos deben abrir todos los conductores de fase de los circuitos, tanto manual como automáticamente, a menos que permita algo diferente en (1) a (4) siguientes:

1) Circuito derivado multiconductor. Se permitirán los interruptores automáticos monopoles individuales con o sin enclavamientos mecánicos con identificación en las manijas, como protección para cada conductor no puesto a tierra de circuitos derivados multiconductores que alimentan solamente cargas monofásicas de línea a neutro.

2) Circuitos de corriente alterna monofásicos puestos a tierra. En sistemas puestos a tierra, se permitirán interruptores automáticos monopoles individuales con identificación en las manijas, como protección para cada conductor de fase para cargas conectadas de línea a línea, en circuitos monofásicos.

3) Sistemas trifásicos y bifásicos. Para cargas de línea a línea en sistemas 3 fases, 4 hilos o sistemas de 2 fases, 5 hilos, que tienen un punto neutro puesto a tierra y ningún conductor opera a una tensión que exceda de 120 volts, se permitirán interruptores automáticos monopoles individuales con identificación en las manijas, como protección para cada conductor de fase.

4) Circuitos de 3 hilos de corriente continua. En circuitos de corriente continua que se alimenten de un sistema con neutro puesto a tierra, se permitirán interruptores automáticos monopolares individuales con un valor de 125/250 volts de corriente continua con identificación en las manijas, como protección para cada conductor no puesto a tierra para cargas conectadas de línea a línea en circuitos de corriente continua de 3 conductores suministrados desde un sistema con un neutro puesto a tierra donde la tensión a tierra no excede los 125 volts.

Parte B. Ubicación

240-21. Ubicación en el circuito. Se debe proporcionar protección contra sobrecorriente en cada conductor de fase del circuito, y debe estar ubicada en el punto en el que los conductores reciben su alimentación, excepto como se especifica de (a) hasta (h) siguientes.

Los conductores alimentados de acuerdo con (a) hasta (h) no deben alimentar otro conductor, excepto a través de un dispositivo de protección contra sobrecorriente que cumpla los requisitos de 240-4.

a) Conductores de un circuito derivado. Se permitirá que los conductores en derivación de un circuito derivado que cumplan con los requisitos especificados en 210-19, tengan protección contra sobrecorriente tal como se especifica en 210-20.

b) Derivaciones del alimentador. Se permitirá que los conductores se deriven de un alimentador, sin protección contra sobrecorriente en la derivación, como se especifica en (1) hasta (5) siguientes. Las disposiciones de 240-4(b) no se deben permitir para conductores de derivación.

1) Derivaciones no mayores a 3.00 metros. Si la longitud de los conductores de derivación no excede los 3.00 metros y los conductores de derivación cumplan con todo lo siguiente:

- (1) La ampacidad de los conductores de derivación sea:
 - a. No menor a las cargas calculadas combinadas en los circuitos alimentados por los conductores de derivación, y
 - b. No menor al valor nominal de los equipos que contienen uno o más dispositivos contra sobrecorriente alimentados por los conductores de derivación o no menor al valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente en las terminaciones de los conductores de derivación.
- (2) Los conductores de derivación no se extienden más allá del tablero de distribución, tablero de alumbrado y control o medios de desconexión o los dispositivos de control que alimentan.
- (3) Excepto en el punto de conexión al alimentador, los conductores de derivación están encerrados en una canalización, la cual se debe extender desde la derivación a la envolvente de un tablero de distribución cerrado o tablero de alumbrado y control o dispositivos de control o a la parte posterior de un tablero de distribución abierto.
- (4) Para instalaciones en campo, si los conductores de derivación salen de la envolvente o bóveda, en los cuales se hace la derivación, la ampacidad de los conductores en derivación no debe ser menor a 1/10 del valor del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege a los conductores alimentadores.

NOTA: Para los requisitos de protección contra sobrecorriente de tableros de distribución, ver 408-36.

2) Derivaciones no mayores a 8.00 metros. Cuando la longitud de los conductores en derivación no exceda los 8.00 metros y cumplan con todas las siguientes condiciones:

- (1) La ampacidad de los conductores en derivación no es menor que 1/3 del valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege los conductores del alimentador.
- (2) Los conductores en derivación terminan en un solo interruptor automático o un solo conjunto de fusibles que limita la carga a la ampacidad de los conductores en derivación. Se permite que este dispositivo alimente cualquier número de dispositivos de protección contra sobrecorriente adicionales en el lado de carga.
- (3) Los conductores en derivación están protegidos contra daño físico por estar encerrados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

3) Derivaciones que alimentan un transformador (la suma de las longitudes del primario más el secundario no deben medir más de 8.00 metros). Cuando los conductores en derivación alimenten un transformador y cumplan con todas las condiciones siguientes:

- (1) Los conductores que alimentan al primario del transformador tienen una ampacidad de por lo menos 1/3 del valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente de los conductores del alimentador.

- (2) Los conductores alimentados por el secundario del transformador deben tener una ampacidad que no sea menor al valor de la relación de la tensión del primario al secundario multiplicada por 1/3 del valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege los conductores del alimentador.
- (3) La longitud total del conductor del primario más el conductor del secundario, excluyendo cualquier parte del conductor del primario que esté protegido a su ampacidad, no es mayor de 8.00 metros.
- (4) Los conductores del primario y del secundario están protegidos contra daño físico por estar encerrados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.
- (5) Los conductores del secundario terminan en un solo interruptor automático o conjunto de fusibles que limitan la corriente de la carga a un valor no mayor a la ampacidad del conductor que está permitido por 310-15.

4) Derivaciones de más de 8.00 metros. Cuando el alimentador está en naves industriales de gran altura, con paredes de más de 11.00 metros de altura y la instalación cumple con todas las siguientes condiciones:

- (1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que los sistemas serán atendidos únicamente por personal calificado.
- (2) Los conductores en derivación no miden más de 8.00 metros de longitud horizontal y no más de 30.00 metros de longitud total.
- (3) La ampacidad de los conductores en derivación no es menor que 1/3 del valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege los conductores del alimentador.
- (4) Los conductores en derivación terminan en un solo interruptor automático o en un solo conjunto de fusibles que limitará la carga a la ampacidad de los conductores en derivación. Se permitirá que este único dispositivo de sobrecorriente alimente cualquier número de dispositivos adicionales de sobrecorriente en el lado carga.
- (5) Los conductores en derivación están protegidos contra daño físico por estar encerrados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.
- (6) Los conductores en derivación son continuos de un extremo a otro, sin empalmes.
- (7) Los conductores en derivación son de cobre de tamaño 13.3 mm² (6 AWG) o de aluminio de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) o mayores.
- (8) Los conductores en derivación no atraviesan paredes, pisos, ni techos.
- (9) La derivación está hecha a no menos de 9.00 metros del piso.

5) Derivaciones exteriores de longitud ilimitada. Cuando los conductores están localizados en el exterior de un edificio o estructura, excepto en el punto de terminación de la carga, y cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Los conductores en derivación están protegidos contra daño físico de una manera aprobada.
- (2) Los conductores en derivación terminan en un solo interruptor automático o en un solo conjunto de fusibles que limita la carga a la ampacidad de los conductores. Se permitirá que este único dispositivo de sobrecorriente alimente cualquier número de dispositivos de sobrecorriente adicionales en el lado carga.
- (3) El dispositivo de sobrecorriente para los conductores en derivación es parte integral de un medio de desconexión o se debe ubicar inmediatamente adyacente a él.
- (4) El medio de desconexión para los conductores en derivación está instalado en un lugar fácilmente accesible, y cumple con una de las siguientes condiciones:
 - a. En el exterior del edificio o estructura.
 - b. Adentro, lo más cerca del punto de entrada de los conductores en derivación.
 - c. Cuando se instala de acuerdo a 230-6 lo más cerca del punto de entrada de los conductores en derivación.

c) Conductores del secundario de un transformador. Se permitirá que un conjunto de conductores que alimenten una sola carga o cada conjunto de conductores que alimente cargas separadas estén conectados al secundario de un transformador sin protección contra sobrecorriente en el secundario, como se especifica de (1) hasta (6) siguientes. No se deben permitir las disposiciones de 240-4(b) para los conductores del secundario de un transformador.

NOTA: Véase 450-3 para los requisitos de protección contra sobrecorriente para transformadores.

1) Protección por el dispositivo de sobrecorriente en el primario. Se permitirá que los conductores, alimentados desde el lado secundario de un transformador de 1 fase, 2 hilos (de una sola tensión), o un transformador de 3 fases conectado en delta-delta con un secundario de 3 hilos (de una sola tensión) estén protegidos mediante la protección contra sobrecorriente suministrada en el lado primario (alimentación) del transformador, siempre y cuando esta protección esté de acuerdo con 450-3 y no exceda el valor obtenido de multiplicar la ampacidad del conductor del secundario, por la relación de transformación del secundario al primario.

Los conductores del secundario de transformadores monofásicos (diferentes de los de dos conductores) y polifásicos (diferentes de los de tres conductores delta-delta) no se consideran protegidos por el dispositivo protección contra sobrecorriente del primario.

2) Conductores del secundario del transformador de longitud no mayor a 3.00 metros. Cuando la longitud del conductor del secundario no excede los 3.00 metros y cumple con todo lo siguiente:

- (1) La ampacidad de los conductores del secundario es:
 - a. No menor a las cargas combinadas calculadas en los circuitos alimentados por los conductores del secundario, y
 - b. No menor al valor nominal de los equipos que contienen uno o más dispositivos contra sobrecorriente alimentados por los conductores del secundario, o no menor al valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente en la terminación de los conductores del secundario.

Excepción: Se permite que se determine la ampacidad de los conductores en derivación que alimenten un equipo de acuerdo a las instrucciones del fabricante cuando el equipo este aprobado, como los supresores de sobretensiones transitorias (SSTT), si se provee con instrucciones específicas sobre el tamaño mínimo del conductor.

- (2) Los conductores del secundario no se extienden más allá del tablero de distribución, del tablero de potencia con envolventes metálicas, del tablero de alumbrado y control, del medio de desconexión o de los dispositivos de control a los que alimentan.
- (3) Los conductores del secundario están encerrados en una canalización que se debe extender desde el transformador hasta la envolvente de un tablero de distribución cerrado, del tablero de potencia con envolventes metálicas, tablero de alumbrado y control o los dispositivos de control, o a la parte posterior de un tablero de distribución abierto.
- (4) Para instalaciones en campo, donde los conductores del secundario salen de la envolvente o bóveda, en los cuales se hace la conexión de alimentación, el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege al primario del transformador multiplicado por la relación de tensión del primario al secundario del transformador no debe ser mayor a 10 veces la ampacidad del conductor del secundario.

NOTA: Para los requisitos de protección contra sobrecorriente de tableros de alumbrado y control, ver 408-36.

3) Conductores del secundario de longitud no mayor a 8.00 metros en instalaciones industriales. Para la alimentación del equipo del tablero de potencia con envolventes metálicas o tableros de distribución en instalaciones industriales solamente, en donde la longitud de los conductores del secundario no supere los 8.00 metros y cumpla con todas las siguientes condiciones:

- (1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que los sistemas serán atendidos únicamente por personal calificado.
- (2) La ampacidad de los conductores del secundario no es menor al valor nominal de corriente del secundario del transformador, y la suma de los valores nominales de los dispositivos de sobrecorriente no supera la ampacidad de los conductores del secundario.
- (3) Todos los dispositivos de sobrecorriente están agrupados.
- (4) Los conductores del secundario están protegidos contra daño físico por estar encerrados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

4) Conductores del secundario en exteriores. Cuando los conductores están ubicados en el exterior de un edificio o estructura, excepto en el punto de terminación de la carga, y cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Los conductores están protegidos de daño físico de una manera aprobada.

- (2) Los conductores terminan en un solo interruptor automático o en un solo conjunto de fusibles que limita la carga a la ampacidad de los conductores. Se permitirá que este único dispositivo de sobrecorriente alimente cualquier número de dispositivos de sobrecorriente adicionales en el lado de carga.
- (3) El dispositivo de sobrecorriente para los conductores es una parte integral del medio de desconexión o debe estar ubicado inmediatamente adyacente a éste.
- (4) El medio de desconexión para los conductores está instalado en un lugar fácilmente accesible, y cumple una de las siguientes condiciones:
 - a. En el exterior del edificio o estructura.
 - b. Adentro, lo más cerca del punto de entrada de los conductores.
 - c. Cuando se instalan de acuerdo con 230-6 lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

5) Conductores del secundario de un transformador derivado de un alimentador. Se permitirá que los conductores del secundario de transformadores instalados de acuerdo con 240-21(b)(3), tengan protección contra sobrecorriente como se especifica en esa sección.

6) Conductores del secundario de no más de 8.00 metros. Cuando la longitud de los conductores del secundario no exceda los 8.00 metros y cumplan con todas las condiciones siguientes:

- (1) Los conductores del secundario deben tener una ampacidad que no sea menor al valor de la relación de transformación del primario al secundario multiplicado por un 1/3 del valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege al primario del transformador.
- (2) Los conductores del secundario terminan en un solo interruptor automático o conjunto de fusibles que limita la corriente de la carga a un valor no mayor a la ampacidad del conductor que permite 310-15.
- (3) Los conductores del secundario están protegidos contra daño físico por estar encerrados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

d) Conductores de acometida. Se permitirá que los conductores de acometida estén protegidos por dispositivos de sobrecorriente de acuerdo con 230-91.

e) Derivaciones desde electroducto. Se permitirá que los electroductos y las derivaciones de los electroductos estén protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con 368-17.

f) Derivaciones de circuitos de motor. Se permitirá que los conductores de los circuitos alimentadores y circuitos derivados de motores estén protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con 430-28 y 430-53 respectivamente.

g) Conductores desde las terminales de generadores. Se permitirá que los conductores que salen de las terminales de generadores y que cumplen con el tamaño requerido en 445-13, estén protegidos contra sobrecarga por el dispositivo de protección contra sobrecarga del generador requerido por 445-12.

h) Conductores de baterías. Se debe permitir que la protección contra sobrecorriente esté instalada lo más cerca que sea posible de las terminales de la batería de acumuladores en un lugar no clasificado. La instalación de la protección contra sobrecorriente dentro de un lugar peligroso (clasificado) también se debe permitir.

240-22. Conductor puesto a tierra. Ningún dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe conectar en serie con un conductor que esté intencionalmente puesto a tierra, a menos que se cumpla una de las dos condiciones siguientes:

- (1) El dispositivo de sobrecorriente abre todos los conductores del circuito, incluido el conductor puesto a tierra, y está diseñado de manera que ningún polo pueda operar independientemente.
- (2) Cuando sea exigido por 430-36 o 430-37, para protección contra sobrecarga del motor.

240-23. Cambio en el tamaño del conductor puesto a tierra. Cuando se produzca un cambio de tamaño en el conductor no puesto a tierra, se permitirá hacer un cambio similar en el tamaño del conductor puesto a tierra.

240-24. Ubicación en o sobre los inmuebles.

a) Accesibilidad. Los interruptores que contengan fusibles y los interruptores automáticos de disparo deben estar fácilmente accesibles y se deben instalar de manera que el centro de la manija de operación del interruptor o del interruptor automático, cuando está en su posición más alta, no quede a más de 2.00 metros por encima del piso o de la plataforma de trabajo, a menos que se presente alguna de las situaciones siguientes:

- (1) Para electroductos, de acuerdo con 368-17(c).
- (2) Para protección suplementaria contra sobrecorriente, tal como se describe en 240-10.
- (3) Para dispositivos de sobrecorriente, como se describe en 225-40 y 230-92.
- (4) Para dispositivos de sobrecorriente adyacentes al equipo de utilización al que alimentan, se permitirá acceso por medios portátiles.

Excepción: Se permitirá el uso de una herramienta para acceder a los dispositivos de sobrecorriente ubicados dentro de los paneles de control industriales o en envoltentes similares.

b) Ocupación. Cada ocupante debe tener fácil acceso a todos los dispositivos de sobrecorriente que protegen los conductores que alimentan el lugar que ocupa, a menos que se permita algo diferente en (1) y (2).

1) Dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador y de la acometida. Cuando la administración del edificio suministra el servicio y mantenimiento eléctrico, y están bajo su supervisión continua, se permitirá que los dispositivos de sobrecorriente del alimentador y de la acometida que alimentan más de un lugar sean accesibles solamente a personal autorizado de la administración, en:

- (1) En edificios de varios lugares con distintos usos.
- (2) En habitaciones de huéspedes y suites de huéspedes.

2) Dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Cuando la administración del edificio suministra el servicio y mantenimiento eléctrico, y están bajo su supervisión continua, se permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado que alimenta las habitaciones o suites de huéspedes sin disponibilidad permanente de cocina sean accesibles únicamente a personas autorizadas.

c) No expuesto a daño físico. Los dispositivos de sobrecorriente se deben ubicar en donde no queden expuestos a daño físico.

NOTA: Ver 110-11, Agentes deteriorantes.

d) No en la cercanía de material fácilmente inflamable. Los dispositivos de sobrecorriente no se deben ubicar en la cercanía de material fácilmente inflamable, como por ejemplo en closets de ropa.

e) No ubicados en cuartos de baño. En unidades de vivienda, dormitorios y habitaciones o suites de huéspedes, los dispositivos de sobrecorriente diferentes de la protección suplementaria contra sobrecorriente, no se deben ubicar en cuartos de baño.

f) No ubicados sobre los peldaños. Los dispositivos de sobrecorriente no se deben ubicar sobre los peldaños de escaleras.

Parte C. Envoltentes

240-30. Generalidades.

a) Protección contra daño físico. Los dispositivos de sobrecorriente se deben proteger contra daño físico mediante alguno de los siguientes:

- (1) Instalación en envoltentes, gabinetes de control, cajas con bisagras o dentro de equipos.
- (2) Montaje en tableros de distribución del tipo abierto, en tableros de alumbrado y control o en tableros de control que se encuentren en habitaciones o envoltentes libres de humedad y de material fácilmente inflamable, y que sean accesibles solamente a personal calificado.

b) Palanca de operación. Se permitirá que la palanca de operación de un interruptor automático sea accesible sin tener que abrir una puerta o cubierta.

240-32. Sitios húmedos o mojados. Las envoltentes para dispositivos de sobrecorriente en sitios húmedos o mojados deben cumplir con 312-2.

240-33. Posición vertical. Las envoltentes para dispositivos de sobrecorriente se deben instalar en posición vertical, a menos que se demuestre que sea impráctico. Se permitirá que las envoltentes de los interruptores automáticos estén instaladas horizontalmente cuando dicho interruptor está instalado de acuerdo con 240-81. Se permitirá instalar las unidades enchufables para electroductos aprobados, en las orientaciones correspondientes a la posición de montaje del electroducto.

Parte D. Desconexión y resguardo

240-40. Medios de desconexión para fusibles. Los fusibles de cartucho en circuitos de cualquier tensión cuando son accesibles a personas no calificadas, y todos los fusibles en circuitos de más de 150 volts a tierra se deben instalar con un medio de desconexión del lado de alimentación de modo que cada circuito que tenga fusibles se pueda desconectar independientemente de la fuente de energía eléctrica. En el lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida, se permitirá un dispositivo limitador de corriente sin un medio de desconexión como se permite en 230-82. Se permitirá un solo medio de desconexión en el lado de alimentación de más de un juego de fusibles, como se permite en 430-112, excepción, para la operación en grupo de motores, y 424-22(c) para equipo eléctrico fijo de calefacción ambiental.

240-41. Partes que forman arco eléctrico o que se mueven repentinamente. Las partes que forman arco eléctrico o que se mueven repentinamente deben cumplir con las disposiciones de (a) y (b).

a) Ubicación. Los fusibles e interruptores automáticos deben estar ubicados o blindados de manera que su operación no ponga en riesgo a las personas de sufrir quemaduras, ni otro tipo de lesiones.

b) Partes que se mueven repentinamente. Las manijas o palancas de los interruptores automáticos y otras partes similares, que se puedan mover repentinamente de modo que puedan golpear y herir a las personas que estén en su cercanía, deben estar separadas o resguardadas.

Parte E. Fusibles de tapón, portafusibles y adaptadores

240-50. Generalidades.

a) Tensión máxima. Se permitirá el uso de fusibles de tapón en los siguientes circuitos:

- (1) Circuitos que no exceden los 125 volts entre conductores.
- (2) Circuitos alimentados por un sistema que tiene un punto neutro a tierra, en donde la tensión de línea a neutro no supere los 150 volts.

b) Marcado. Cada fusible, portafusible y adaptador se debe marcar con su capacidad en amperes.

c) Forma. Los fusibles de tapón con valor nominal de 15 amperes y menos, se deben identificar por la forma hexagonal de la ventanilla, tapa u otra parte prominente que los distinga de los fusibles de mayor capacidad nominal de corriente.

d) Sin partes energizadas. Los fusibles de tapón, portafusibles y adaptadores no deben presentar partes energizadas expuestas después de que los fusibles o los fusibles y los adaptadores han sido instalados.

e) Casquillo roscado. El casquillo roscado de los portafusibles del tipo tapón se debe conectar del lado de carga del circuito.

240-51. Fusibles con base Edison.

a) Clasificación. Los fusibles de tapón con base tipo Edison se deben clasificar para no más de 125 volts y 30 amperes y menos.

b) Sólo para reemplazo. Los fusibles de tapón con base tipo Edison se deben usar sólo como reemplazo en las instalaciones existentes, cuando no haya evidencia de empleo de fusibles de capacidad sobredimensionada, o de alteraciones en su instalación.

240-52. Portafusibles con base Edison. Los portafusibles con base tipo Edison se deben instalar sólo cuando estén hechos para aceptar fusibles Tipo S mediante el uso de adaptadores.

240-53. Fusibles Tipo S. Los fusibles Tipo S deben ser del tipo tapón y deben cumplir con las disposiciones de (a) y (b).

a) Clasificación. Los fusibles Tipo S se deben clasificar a no más de 125 volts y de 0 a 15 amperes, de 16 a 20 amperes y de 21 a 30 amperes

b) No intercambiables. Los fusibles Tipo S de las clasificaciones en amperes como se especifica en el inciso anterior, no se deben intercambiar con fusibles de menor clasificación de corriente nominal. Deben estar diseñados de manera que no se puedan utilizar sino en portafusibles Tipo S o en un portafusible que tenga insertado un adaptador Tipo S.

240-54. Fusibles, adaptadores y portafusibles de Tipo S.

a) Para montar en portafusibles con base Edison. Los adaptadores Tipo S deben poder montarse en portafusibles con base Edison.

b) Sólo para montar fusibles Tipo S. Los portafusibles y adaptadores Tipo S deben estar diseñados de modo que el propio portafusible o un portafusible con un adaptador Tipo S insertado, sólo se pueda usar con un fusible Tipo S.

c) No removibles. Los adaptadores Tipo S deben estar diseñados de modo que, una vez instalados en un portafusible, no se puedan remover.

d) No alterables. Los fusibles, portafusibles y adaptadores Tipo S deben estar diseñados de modo que resulte difícil alterarlos o hacerles una conexión en puente.

e) Intercambiabilidad. Las dimensiones de los fusibles, portafusibles y adaptadores Tipo S se deben estandarizar para que se puedan intercambiar, cualquiera que sea el fabricante.

Parte F. Fusibles tipo cartucho y portafusibles

240-60. Generalidades.

a) Tensión máxima - Tipo 300 volts. Se permitirá la utilización de los fusibles tipo cartucho y portafusibles de 300 volts en los siguientes circuitos:

- (1) Circuitos que no superen los 300 volts entre conductores.
- (2) Circuitos monofásicos de línea a neutro, alimentados por una fuente de 3 fases, 4 hilos con el neutro sólidamente puesto a tierra, en donde la tensión de línea a neutro no sea mayor a 300 volts.

b) No intercambiables - portafusibles de cartucho de 0 a 6000 amperes. Los portafusibles deben estar diseñados de modo que resulte difícil instalar un fusible de cualquier clase dada en un portafusibles diseñado para una corriente menor o una tensión mayor que el fusible en cuestión. Los portafusibles de fusibles limitadores de corriente no deben permitir la inserción de fusibles que no sean limitadores de corriente.

c) Marcado. Los fusibles deben estar claramente marcados, mediante impresión en el cuerpo del fusible o mediante una etiqueta pegada a éste, que indique lo siguiente:

- (1) Corriente nominal en amperes
- (2) Tensión nominal en volts
- (3) Valor de interrupción cuando sea distinta de 10 000 amperes
- (4) Limitación de corriente, en donde sea aplicable
- (5) La marca registrada o nombre del fabricante

No se exigirá que valor nominal de interrupción vaya marcado en los fusibles usados para protección suplementaria.

d) Fusibles renovables. Se permite el uso de fusibles de cartucho Clase H únicamente como reemplazo en las instalaciones existentes, cuando no haya evidencia de empleo de fusibles de capacidad sobredimensionada, o de alteraciones en su instalación.

240-61. Clasificación. Los fusibles de cartucho se deben clasificar de acuerdo con su tensión y su corriente. Se permitirá el uso de fusibles de 1000 volts nominales o menos, a tensiones iguales o menores a su tensión nominal.

Parte G. Interruptores automáticos

240-80. Método de operación. Los interruptores automáticos deben ser de disparo libre y se deben poder abrir o cerrar manualmente. Se permitirá que su modo normal de funcionamiento sea diferente del manual, por ejemplo, eléctrico o neumático, si además cuenta con medios para su operación manual.

240-81. Indicación. Los interruptores automáticos deben indicar claramente si están en posición abierta (off) o cerrada (on).

Cuando las palancas de los interruptores automáticos se accionen verticalmente y no de forma rotacional ni horizontal, la posición de circuito cerrado (on) debe ser con la palanca hacia arriba.

240-82. No alterables. Un interruptor automático debe estar diseñado de modo que cualquier alteración de su punto de disparo (calibración) o del tiempo requerido para su operación, exija desarmar el dispositivo o romper un sello para realizar ajustes distintos de los previstos.

240-83. Marcado

a) Duradero y visible. Los interruptores automáticos deben estar marcados con su capacidad de corriente de forma duradera y visible después de instalarlos. Se permitirá que tales marcas sean visibles al remover la tapa o la cubierta.

b) Ubicación. Los interruptores automáticos de 100 amperes o menos y de 1000 volts o menos deben tener su valor nominal en amperes moldeado, estampado, grabado o marcado de algún modo similar en sus palancas o en el área que rodee la palanca.

c) Valor nominal de interrupción. Todos los interruptores automáticos con valor nominal de interrupción distinta de 5000 amperes deben llevar visible su valor de interrupción. No se debe exigir que este valor nominal de interrupción vaya marcada en interruptores automáticos usados para protección suplementaria.

d) Usados como desconectores. Los interruptores automáticos usados como desconectores en circuitos de alumbrado fluorescente de 120 volts y 277 volts deben estar aprobados y marcados con las letras "SWD" o "HID". Los interruptores automáticos usados como desconectores en circuitos de alumbrado de descarga de alta intensidad deben ser aprobados y estar marcados con las letras "HID".

e) Marcado de la tensión. Los interruptores automáticos deben estar marcados con una tensión no menor a la tensión nominal del sistema, que es indicativa de su capacidad para interrumpir corrientes de falla entre fases o entre fase y tierra.

240-85. Aplicaciones. Se permitirá la instalación de un interruptor automático con una sola tensión nominal, por ejemplo 240 volts o 480 volts, en un circuito en el que la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no exceda la tensión del interruptor automático. No se debe utilizar un interruptor automático de dos polos para proteger circuitos trifásicos conectados en delta con una esquina puesta a tierra, a menos que el interruptor automático esté marcado como 1 $\bar{O}$ - 3 $\bar{O}$, para indicar dicha compatibilidad.

Se permitirá la instalación de un interruptor automático con dos tensiones separadas por una diagonal, por ejemplo, de 120/240 volts o 480Y/277 volts, en un circuito puesto a tierra sólidamente, en el que la tensión de cualquier conductor a tierra no supere el menor de los dos valores de tensión del interruptor automático y además la tensión entre dos conductores cualesquiera no supere la mayor tensión del interruptor automático.

NOTA: Para la aplicación adecuada de interruptores automáticos de caja moldeada en sistemas trifásicos, que no sean en estrella sólidamente puestos a tierra, particularmente en sistemas en delta con una esquina puesta a tierra, considera la capacidad de interrupción, de cada polo individualmente, del interruptor automático.

240-86. Valores nominales en serie. Cuando un interruptor automático se usa en un circuito que tiene una corriente de falla disponible más alta que su capacidad nominal de interrupción marcada, al estar conectado en el lado carga de un dispositivo protección contra sobrecorriente aceptable que tiene el mayor valor nominal, el interruptor automático debe satisfacer los requisitos que se indican en (a) o (b), y (c).

a) Seleccionando bajo la supervisión de ingeniería en instalaciones existentes. Esta combinación en serie de valores nominales, incluyendo la identificación del dispositivo del lado fuente, se debe marcar en campo sobre el equipo para uso final.

Para aplicaciones calculadas, el ingeniero debe garantizar que los interruptores automáticos del lado carga que forman parte de la combinación en serie, permanezcan inactivos durante el periodo de interrupción del dispositivo limitador de corriente con valor nominal total en el lado de la línea.

b) Combinaciones probadas. La combinación del dispositivo de protección de sobrecorriente del lado línea y los interruptores automáticos en el lado carga se prueban y se marcan en el equipo para uso final, tales como tableros de distribución y tableros de alumbrado y control.

NOTA para (a) y (b): Ver 110-22 con relación al marcado de los sistemas de combinación en serie.

c) Contribución del motor. Los valores nominales en serie no se deben usar cuando:

- (1) Los motores están conectados en el lado carga del dispositivo de sobrecorriente de mayor valor y en el lado línea del dispositivo de sobrecorriente con menor valor.
- (2) La suma de las corrientes a plena carga del motor excede el 1 por ciento del valor de interrupción del interruptor automático con el menor valor.

240-87. Reducción de la energía del arco. Cuando el ajuste de disparo de la corriente continua más alta para la que el dispositivo contra sobrecorriente instalado en un interruptor automático está clasificado o puede ser ajustado a 1200 Amperes o mayor, debe aplicarse lo siguiente.

a) Documentación. La documentación estará disponible para los encargados del diseño, operación o inspección de las instalaciones, con respecto a la ubicación de los interruptores del circuito.

b) Método para reducir el tiempo de disparo. Se debe proporcionar uno de los medios siguientes:

- (1) Interbloqueo de zona selectiva
- (2) Relevador diferencial
- (3) Deshabilitando la función de retardo de tiempo de disparo en el interruptor automático, mientras se efectúa un mantenimiento y habilitándolo cuando se terminan los trabajos de mantenimiento. El control del interruptor debe tener un indicador que el disparo retardado está deshabilitado.

- (4) Sistema activo de mitigación de arco eléctrico por reducción de energía
- (5) Un ajuste de disparo instantáneo que sea menor que la corriente de arco disponible
- (6) Una anulación instantánea que sea menor que la corriente de arco disponible
- (7) Un medio equivalente aprobado

NOTA 1: Deshabilitando la función de retardo de tiempo de disparo en el interruptor automático para el mantenimiento, permite a un trabajador ajustar el disparo del interruptor automático a "no retardo intencional" para reducir el tiempo de apertura del interruptor, mientras que el trabajador está trabajando dentro de un límite de arco eléctrico y a continuación, restablecer la unidad de disparo nuevamente a su ajuste normal después de que el trabajo potencialmente peligroso se ha completado.

NOTA 2: Un sistema activo de mitigación del arco eléctrico por reducción de energía contribuye a reducir la duración de arcos en el sistema de distribución eléctrico. No se requiere ningún cambio en el interruptor automático ni en las configuraciones de otros dispositivos durante el mantenimiento, cuando un trabajador esté desempeñando sus tareas dentro del límite del arco eléctrico.

NOTA 3: Un disparo instantáneo es una función que hace que un interruptor automático se dispare sin retardo intencional cuando las corrientes exceden el ajuste de disparo instantáneo o el nivel de corriente. Si las corrientes de arco están por arriba del nivel de disparo instantáneo, el interruptor automático disparará en el tiempo mínimo posible.

Parte H. Instalaciones industriales supervisadas

240-90. General. La protección contra sobrecorriente en áreas de instalaciones industriales supervisadas debe cumplir con todas las disposiciones aplicables de las otras secciones de este Artículo, excepto como se establece en la parte H. Sólo se permitirá la aplicación de las disposiciones de la parte H a aquellas partes del sistema eléctrico de la instalación industrial supervisada, usadas exclusivamente para actividades de manufactura o de control de procesos.

240-91. Protección de los conductores. Los conductores deben ser protegidos de acuerdo con (a) o (b).

a) General. Los conductores deben ser protegidos de acuerdo con 240-4.

b) Dispositivos de más de 800 amperes. Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente es de más de 800 amperes, la ampacidad de los conductores a proteger debe ser igual o mayor que el 95 por ciento de la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente especificado en 240-6 de acuerdo con (1) y (2) siguientes.

- (1) Los conductores están protegidos dentro de límites reconocidos de tiempo-corriente, para las corrientes de cortocircuito.
- (2) Todos los equipos en los cuales los conductores terminan estén aprobados y marcados para la aplicación.

240-92. Ubicación en el circuito. Se debe conectar un dispositivo de protección contra sobrecorriente en cada conductor de fase del circuito, tal como se exige en (a) hasta (e) siguientes.

a) Conductores de alimentadores y circuitos derivados. Los conductores de alimentadores y circuitos derivados se deben proteger en el punto en que los conductores reciben la alimentación, tal como se permite en 240-21, o según se permita algo diferente en (b), (c), (d), o (e).

Tabla 240-92(b) Corriente nominal de cortocircuito de conductores de derivación.

Se considera que los conductores de derivación están protegidos en condiciones de cortocircuito cuando no se excede su límite de temperatura de cortocircuito. El calentamiento del conductor en condiciones de cortocircuito está determinado por (1) o (2):
(1) <i>Fórmula de cortocircuito para conductores de cobre</i> $(I^2/A^2)t = 0.0297 \log_{10} [(T_2 + 234)/(T_1 + 234)]$
(2) <i>Fórmula de cortocircuito para conductores de aluminio</i> $(I^2/A^2)t = 0.0125 \log_{10} [(T_2 + 228)/(T_1 + 228)]$
donde: <i>I</i> = corriente de cortocircuito en amperes <i>A</i> = área del conductor en circular mils <i>t</i> = tiempo del cortocircuito en segundos (para tiempos iguales o inferiores a 10 segundos) <i>T</i> ₁ = temperatura inicial del conductor en grados Celsius. <i>T</i> ₂ = temperatura final del conductor en grados Celsius.

Conductor de cobre con aislamiento de papel, hule, tela barnizada, $T_2 = 200$
Conductor de cobre con aislamiento termoplástico, $T_2 = 150$
Conductor de cobre con aislamiento de polietileno de cadena cruzada, $T_2 = 250$
Conductor de cobre con aislamiento de hule propileno etileno, $T_2 = 250$
Conductor de aluminio con aislamiento de papel, hule, tela barnizada, $T_2 = 200$
Conductor de aluminio con aislamiento termoplástico, $T_2 = 150$
Conductor de aluminio con aislamiento de polietileno de cadena cruzada, $T_2 = 250$
Conductor de aluminio con aislamiento de hule propileno etileno, $T_2 = 250$

b) Derivaciones del alimentador. En las derivaciones del alimentador que se especifican en 240-21(b)(2), (b)(3) y (b)(4), se debe permitir que los conductores de derivación sean dimensionados de acuerdo con la Tabla 240-92(b).

c) Conductores del secundario del transformador de sistemas derivados separados. Se permitirá que los conductores estén conectados al secundario de un transformador de un sistema derivado separado, sin protección contra sobrecorriente en la conexión, si se cumplen las condiciones (c)(1), (c)(2) y (c)(3).

1) Protección contra cortocircuito y fallas a tierra. Los conductores se deben proteger de las condiciones de cortocircuito y fallas a tierra, cumpliendo con una de las siguientes condiciones:

- (1) La longitud de los conductores del secundario no sea mayor a 30.00 metros y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario del transformador tiene un valor nominal o ajuste, que no sea mayor al 150 por ciento del valor obtenido al multiplicar la ampacidad del conductor del secundario, por la relación de transformación de tensión del secundario al primario.
- (2) Los conductores están protegidos por un relevador diferencial con un ajuste de disparo igual o menor a la ampacidad del conductor.

NOTA: Se conecta un relevador diferencial para que detecte únicamente las corrientes de cortocircuito o de falla dentro de la zona protegida, y normalmente se ajusta muy por debajo de la ampacidad del conductor. El relevador diferencial se conecta para disparar los dispositivos de protección que desenergiza los conductores protegidos si se presenta una condición de cortocircuito.

- (3) Se debe considerar que los conductores están protegidos si los cálculos, realizados bajo supervisión de ingeniería, determinan que los dispositivos de sobrecorriente del sistema protegerán los conductores dentro de los límites reconocidos de tiempo contra corriente, para todas las condiciones de cortocircuito y de falla a tierra.

2) Protección contra sobrecarga. Los conductores se deben proteger contra las condiciones de sobrecarga, cumpliendo una de las siguientes condiciones:

- (1) Los conductores que terminan en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente, que limitará la carga a la ampacidad del conductor.
- (2) La suma de los dispositivos de sobrecorriente en la terminación del conductor limita la carga a la ampacidad del conductor. Los dispositivos de sobrecorriente deben constar de un máximo de seis interruptores automáticos o conjuntos de fusibles, montados en una sola envolvente, en un grupo de envolventes separadas o en un tablero de distribución o un tablero de potencia con envolventes metálicas. No debe haber más de seis dispositivos de sobrecorriente agrupados en un solo sitio.
- (3) La protección con relevadores de sobrecorriente se conecta (con transformadores de corriente, si es necesario) para detectar toda la corriente del conductor del secundario y limitar la carga a la ampacidad del conductor, abriendo los dispositivos del lado fuente o del lado carga.
- (4) Los conductores se deben considerar protegidos si los cálculos, realizados bajo supervisión de ingeniería, determinan que los dispositivos de sobrecorriente del sistema protegerán los conductores de las condiciones de sobrecarga.

3) Protección física. Los conductores del secundario se protegen contra daño físico si están alojados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

d) Derivaciones del alimentador en exteriores. Se permitirá que los conductores en exteriores se deriven de un alimentador o estén conectados al secundario del transformador, sin protección contra sobrecorriente en la derivación o conexión, si se cumplen todas las siguientes condiciones:

- (1) Los conductores están protegidos adecuadamente contra daño físico.
- (2) La suma de los dispositivos de sobrecorriente en el extremo del conductor limita la carga a la ampacidad del conductor. Los dispositivos de sobrecorriente deben constar de un máximo de seis interruptores automáticos o conjuntos de fusibles, montados en una sola envolvente, en un grupo de envolventes separadas o en un tablero de distribución o tablero de potencia con envolventes metálicas. No debe haber más de seis dispositivos de sobrecorriente agrupados en un solo sitio.
- (3) Los conductores de derivación están instalados en el exterior de un edificio o estructura, excepto en el punto de terminación de carga.
- (4) El dispositivo de protección contra sobrecorriente de los conductores es parte integral de un medio de desconexión o se debe ubicar inmediatamente adyacente a él.
- (5) El medio de desconexión para los conductores está instalado en un lugar fácilmente accesible que cumpla con lo uno de los siguientes:
 - a. En el exterior del edificio o estructura
 - b. Adentro, lo más cerca del punto de entrada de los conductores.
 - c. Cuando se instalan de acuerdo a 230-6, lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

e) Protección por un dispositivo de sobrecorriente del primario. Se permitirá que los conductores alimentados desde el lado secundario de un transformador estén protegidos contra sobrecorriente por la protección contra sobrecorriente suministrada en el lado del primario (alimentación) del transformador, siempre que la característica de protección tiempo-corriente del dispositivo primario, multiplicada por la máxima relación de transformación de tensión del primario al secundario, proteja eficazmente los conductores del secundario.

Parte I. Protección contra sobrecorriente a más de 1000 volts nominales

240-100. Alimentadores y circuitos derivados.

a) Ubicación y tipo de protección. Los conductores de los alimentadores y de los circuitos derivados deben tener protección contra sobrecorriente en cada conductor de fase, ubicada en el punto en el cual el conductor recibe su alimentación, o en otra ubicación alternativa en el circuito, cuando esté diseñada bajo supervisión de ingeniería que incluya, pero no se limite a, considerar los estudios adecuados de fallas y el análisis de coordinación tiempo - corriente de los dispositivos de protección y las curvas de daño del conductor. Se permitirá que la protección contra sobrecorriente sea suministrada por alguno de los elementos indicados en (1) o (2) siguientes.

1) Relevadores de sobrecorriente y transformadores de corriente. Los interruptores automáticos usados para protección contra sobrecorriente de circuitos trifásicos deben tener un mínimo de tres elementos de relevadores de sobrecorriente operados por tres transformadores de corriente. Se permitirá que los elementos separados de sobrecorriente (o funciones de protección) sean parte de una sola unidad electrónica de relevador de protección.

Se permitirá que, en circuitos de 3 fases, 3 hilos, un elemento del relevador de sobrecorriente en el circuito residual de los transformadores de corriente, reemplace uno de los elementos del relevador de fase.

Se permitirá un elemento del relevador de sobrecorriente operado por un transformador de corriente que enlace todas las fases de un circuito de 3 fases, 3 hilos, para reemplazar el relevador residual y uno de los transformadores de corriente del conductor de fase. Si el conductor neutro no está puesto a tierra nuevamente en el lado de carga del circuito, como se permite en 250-184(b), se permitirá que el transformador de corriente enlace todos los conductores de las tres fases y el conductor puesto a tierra del circuito (neutro).

2) Fusibles. Se debe conectar un fusible en serie con cada conductor de fase.

b) Dispositivos de protección. Los dispositivos de protección deben ser capaces de detectar e interrumpir todos los valores de corriente que puedan ocurrir donde se encuentran ubicados, en exceso de sus ajustes de disparo o punto de fusión.

c) Protección del conductor. Se deben coordinar el tiempo de operación del dispositivo de protección, la corriente de cortocircuito disponible y el conductor usado, para evitar daño o temperaturas peligrosas en los conductores o en el aislamiento de los conductores bajo condiciones de cortocircuito.

240-101. Requisitos adicionales para los alimentadores.

a) Valor nominal o ajuste de los dispositivos de sobrecorriente. El valor de la corriente nominal continua de un fusible no debe exceder tres veces la ampacidad de los conductores. El ajuste del elemento de disparo de tiempo largo de un interruptor automático o el ajuste de disparo mínimo de un fusible accionado electrónicamente no debe exceder de seis veces la ampacidad del conductor. Para bombas contra incendios, se permitirá que los conductores estén protegidos contra sobrecorriente, de acuerdo con 695-4(b)(2).

b) Derivaciones del alimentador. Se permitirá que los conductores derivados de un alimentador estén protegidos por el dispositivo de sobrecorriente del alimentador, cuando este dispositivo también protege el conductor de derivación.

ARTÍCULO 250

PUESTA A TIERRA Y UNIÓN

Parte A. Generalidades

250-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos generales para la puesta a tierra y unión de instalaciones eléctricas y los requisitos específicos indicados en (a) hasta (f).

- a) Sistemas, circuitos y equipos en los que se exige, se permite o no se permite que estén puestos a tierra.
- b) El conductor del circuito que debe ser puesto a tierra en sistemas puestos a tierra.
- c) Ubicación de las conexiones de puesta a tierra.
- d) Tipos y tamaños de los conductores de unión y de puesta a tierra y electrodos de puesta a tierra.
- e) Métodos de puesta a tierra y unión.
- f) Condiciones bajo las cuales los protectores, la separación o el aislamiento eléctrico pueden ser sustituidos por la puesta a tierra.

NOTA: Ver la Figura 250-1 con respecto a información sobre la organización del Artículo 250 que comprende los requisitos de puesta a tierra y unión.

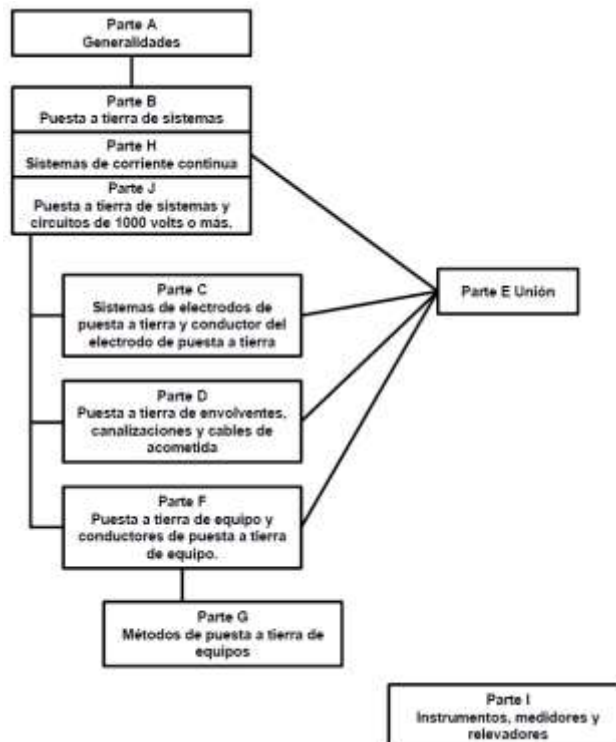


Figura 250-1.- Puesta a tierra y unión.

250-2. Definiciones.

Puente de unión, lado línea. Un conductor instalado del lado del suministro de una acometida o en las envolventes del equipo de acometida, o de un sistema derivado separado, que asegura la conductividad eléctrica requerida entre las partes metálicas que se requiere que estén conectadas eléctricamente.

250-3. Aplicación de otros Artículos. Para otros Artículos que aplican a casos particulares de instalación de conductores y equipo, en la Tabla 250-3 se identifican los requisitos de puesta a tierra y unión que son adicionales o modifican a los de este Artículo.

250-4. Requisitos generales para puesta a tierra y unión. Los siguientes requisitos generales identifican lo que se exige que cumplan la puesta a tierra y unión de los sistemas eléctricos.

Los métodos establecidos y contenidos en el Artículo 250 deben seguirse para cumplir con los requerimientos de funcionamiento de esta sección.

a) Sistemas puestos a tierra.

1) Puesta a tierra de los sistemas eléctricos. Los sistemas eléctricos que son puestos a tierra se deben conectar a tierra de manera que limiten la tensión impuesta por descargas atmosféricas, sobretensiones en la línea, o contacto no intencional con líneas de tensión mayor y que estabilicen la tensión a tierra durante la operación normal.

NOTA: Una consideración importante para limitar la tensión impuesta es el direccionar los conductores de unión y del electrodo de puesta a tierra, de modo tal que no sean más largos de lo necesario para completar la conexión sin perturbar las partes permanentes de la instalación, así como evitar dobleces y lazos innecesarios.

2) Puesta a tierra del equipo eléctrico. Los materiales conductores que normalmente no transportan corriente, que encierran a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, deben estar conectados a tierra con el fin de limitar la tensión a tierra en estos materiales.

3) Unión en el equipo eléctrico. Los materiales conductores que normalmente no transportan corriente, que encierran a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, se deben conectar entre sí y a la fuente de alimentación eléctrica de manera que establezcan una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

4) Unión de materiales eléctricamente conductivos y otros equipos. Los materiales eléctricamente conductivos que normalmente no transportan corriente, que tienen probabilidad de energizarse, se deben conectar entre sí y a la fuente de alimentación eléctrica de manera que establezcan una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

5) Trayectoria efectiva de la corriente de falla a tierra. Los equipos y el alambrado eléctrico y otros materiales eléctricamente conductivos que tienen la probabilidad de energizarse se deben instalar de forma que establezcan un circuito de baja impedancia, que facilite la operación del dispositivo de protección contra sobrecorriente o del detector de falla a tierra para sistemas puestos a tierra a través de una alta impedancia. Deben tener la capacidad de transportar con seguridad la corriente máxima de falla a tierra que probablemente sea impuesta sobre él desde cualquier punto del sistema de alambrado en donde pueda ocurrir una falla a tierra hasta la fuente de alimentación eléctrica. El terreno natural o el suelo o la tierra no se debe considerar como una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

Tabla 250-3.- Requisitos adicionales de unión y puesta a tierra

Conductor/Equipo	Artículo	Sección
Acometidas	230	
Albercas, fuentes e instalaciones similares	680	
Anuncios eléctricos e iluminación de contorno	600	
Cajas de salida, de dispositivos, de jalado y de empalmes, caja de conexiones y herrajes		314-4, 314-25
Capacitores		460-10, 460-27
Casas móviles y estacionamientos para casas móviles	550	
Celdas electrolíticas	668	
Charolas portacables	392	392-60
Circuitos de comunicaciones	800	
Circuitos derivados		210-5, 210-6, 406-3
Circuitos y equipos que operan a menos de 50 volts	720	
Conductores para alambrado general	310	
Contactos del tipo de puesta a tierra, adaptadores, conectores de cordón y clavijas de conexión		406-9

Conductor/Equipo	Artículo	Sección
Contactos y conectores de cordón		406-3
Cordones y cables flexibles		400-22, 400-23
Cuerpos de agua naturales y artificiales	682	682-30, 682-31, 682-32, 682-33
Circuitos de comunicaciones de banda ancha accionados por red		830-93, 830-100, 830-106
Cables de fibra óptica		770-100
Construcciones agrícolas		547-9 y 547-10
Construcciones flotantes		553-8, 553-10, 553-11
Elevadores, montaplatos, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores de sillas de ruedas y elevadores para sillas de ruedas	620	
Ensamble de cables con aislamiento en envoltura metálica		370-9
Equipo de calentamiento dieléctrico y por inducción	665	
Equipo de radio y televisión	810	
Equipo de rayos X	660	517-78
Equipo de tecnología de la información		645-15
Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve		426-27
Equipo fijo de calefacción eléctrica, para tuberías y recipientes		427-29, 427-48
Equipo para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio		640-7
Estudios de cine y televisión y lugares similares		530-20, 530-64(b)
Grúas y montacargas	610	
Instituciones del cuidado de la salud	517	
Interruptores		404-12
Lugares peligrosos (clasificados)	500-517	
Luminarias y equipo de iluminación		410-40, 410-42, 410-46, 410-155(b)
Luminarias, portalámparas y lámparas	410	
Maquinaria industrial	670	
Máquinas de irrigación impulsadas o controladas eléctricamente		675-11(c), 675-12, 675-13, 675-14, 675-15
Marinas y muelles		555-15
Métodos de alambrado subterráneo para más de 600 volts		300-50(c)
Motores, circuitos de motores y controladores	430	
Órganos de tubos	650	
Tableros de distribución		408-40
Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión		820-93, 820-100, 820-103, 820-106
Sistemas intrínsecamente seguros		504-50
Sistemas solares fotovoltaicos		690-41, 690-42, 690-43, 690-45, 690-47
Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control		408-3(d)
Teatros, áreas de espectadores en estudios cinematográficos y de televisión y lugares similares		520-81

Conductor/Equipo	Artículo	Sección
Transformadores y bóvedas de transformadores		450-10
Uso e identificación de conductores puestos a tierra	200	
Vehículos de recreo y estacionamientos para vehículos de recreo	551	

b) Sistemas no puestos a tierra.

1) Puesta a tierra del equipo eléctrico. Los materiales conductivos que no transportan corriente, que encierran a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, deben estar conectados a tierra con el fin de limitar la tensión a tierra impuesta por descargas atmosféricas o contacto no intencional con líneas de mayor tensión y limitar la tensión a tierra en estos materiales.

2) Unión del equipo eléctrico. Los materiales conductivos que no transportan corriente, que encierran a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, se deben conectar entre sí y al equipo puesto a tierra del sistema de alimentación, de manera que establezcan una trayectoria de baja impedancia para la corriente de falla a tierra, y que sean capaces de transportar la máxima corriente de falla que probablemente sea impuesta sobre ellos.

3) Unión de materiales eléctricamente conductivos y otros equipos. Los materiales eléctricamente conductivos que tienen probabilidad de energizarse se deben conectar entre sí y al equipo puesto a tierra del sistema de alimentación, de manera que establezcan una trayectoria de baja impedancia para la corriente de falla a tierra, y que tenga la capacidad de transportar la máxima corriente de falla, que probablemente sea impuesta sobre ellos.

4) Trayectoria para la corriente de falla. Los equipos y el alambrado eléctrico y otros materiales eléctricamente conductivos que tienen probabilidad de energizarse se deben instalar de forma que establezcan un circuito de baja impedancia desde cualquier punto del sistema de alambrado hasta la fuente de alimentación para que facilite la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente si ocurriera una segunda falla a tierra desde una fase diferente en el sistema de alambrado. El terreno natural o el suelo o la Tierra no se deben considerar como una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

250-6. Corriente indeseable.

a) Arreglo para prevenir una corriente indeseable. La puesta a tierra de sistemas eléctricos, conductores del circuito, apartarrayos, dispositivos de protección contra sobretensión y partes metálicas conductivas del equipo que normalmente no transportan corriente, se deben instalar y disponer de manera que se impida una corriente indeseable.

b) Modificaciones para eliminar una corriente indeseable. Si el uso de múltiples conexiones de puesta a tierra da como resultado una corriente indeseable y se cumplen los requisitos de 250-4(a)(5) o (b)(4), se permitirá hacer una o más de las siguientes modificaciones:

- (1) Desconectar una o más de estas conexiones de puesta a tierra, pero no todas.
- (2) Cambiar la ubicación de las conexiones de puesta a tierra.
- (3) Interrumpir la continuidad del conductor o de la trayectoria conductiva que causa la corriente indeseable.
- (4) Tomar otra acción correctiva adecuada y aprobada.

c) Corrientes temporales no clasificadas como corrientes indeseables. Las corrientes temporales resultantes de condiciones anormales, tales como corrientes de falla a tierra, no se deben clasificar como corrientes indeseables para los propósitos que se especifican en (a) y (b) anteriores.

d) Limitaciones a las modificaciones permisibles. Los requerimientos de esta sección no deben considerarse como permitidos para el equipo electrónico operado en sistemas de corriente alterna o circuitos derivados que no están conectados a los conductores de puesta a tierra de equipos según se exige en este Artículo. Las corrientes que introducen ruidos o errores en los datos en el equipo electrónico no se deben considerar como las corrientes indeseables mencionadas en esta sección.

e) Aislamiento de corrientes a tierra de corriente continua indeseables. Cuando se requiera aislar las corrientes a tierra de corriente continua indeseables de los sistemas de protección catódica, se permitirá un dispositivo de acoplamiento de corriente alterna/de aislamiento de corriente continua en el conductor de

puesta a tierra de equipos, para proporcionar una trayectoria efectiva de retorno para las corrientes de falla a tierra de corriente alterna, mientras se bloquea la corriente de corriente continua.

250-8. Conexión del equipo de puesta a tierra y de unión.

a) Métodos permitidos. Los conductores de puesta a tierra, los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión se deben conectar mediante uno o más de los siguientes medios:

- (1) Conectores a presión.
- (2) Barras terminales.
- (3) Conectores a presión aprobados para puesta a tierra de equipos y para unión.
- (4) Procesos de soldadura exotérmica.
- (5) Abrazaderas tipo tornillo que enrosquen por lo menos dos hilos o que se aseguren con una tuerca.
- (6) Pijas que entren cuando menos dos hilos en la envolvente.
- (7) Conexiones que son parte de un ensamble.
- (8) Otros medios aprobados.

b) Métodos no permitidos. No se deben usar dispositivos de conexión o accesorios que dependan únicamente de soldadura de bajo punto de fusión.

250-10. Protección de abrazaderas y accesorios de puesta a tierra. Las abrazaderas u otros accesorios de puesta a tierra que estén expuestos a daños físicos se deben proteger de la manera siguiente:

- (1) En instalaciones en las que no es probable que sufran daño.
- (2) Cuando están encerradas en metal, madera o una cubierta protectora equivalente.

250-12. Superficies limpias. Los recubrimientos no conductores (tales como pintura, laca o esmalte) en el equipo que va a ser puesto a tierra, se deben remover de las roscas y de las otras superficies de contacto para asegurar una buena continuidad eléctrica, o se deben conectar por medios o herrajes diseñados para hacer innecesaria la remoción de estos recubrimientos.

Parte B. Puesta a tierra de sistemas

250-20. Sistemas de corriente alterna que deben ser puestos a tierra. Los sistemas de corriente alterna deben ser puestos a tierra como se indica en (a), (b), (c) o (d) siguientes. Se permitirá que sean puestos a tierra otros sistemas. Si dichos sistemas están puestos a tierra, deben cumplir con las disposiciones aplicables de este Artículo.

NOTA: Un ejemplo de un sistema que se permite que sea puesto a tierra es un transformador con conexión en delta con una esquina puesta a tierra. Ver 250-26(4), relativa al conductor para ser puesto a tierra.

a) Sistemas de corriente alterna de menos de 50 volts. Los sistemas de corriente alterna de menos de 50 volts deben ser puestos a tierra si se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando son alimentados por transformadores, si el sistema de alimentación del transformador es de más de 150 volts a tierra.
- (2) Cuando son alimentados por transformadores, si el sistema de alimentación del transformador no está puesto a tierra.
- (3) Cuando están instalados como conductores aéreos en exteriores.

b) Sistemas de corriente alterna de 50 a 1000 volts. Los sistemas de corriente alterna de 50 a 1000 volts que alimentan el alambrado de los inmuebles y los sistemas de alambrado de éstos, deben ser puestos a tierra si se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando el sistema puede ser puesto a tierra, de manera que la tensión máxima a tierra en los conductores de fase no sea mayor de 150 volts.
- (2) Cuando el sistema es de 3 fases, 4 hilos conectado en estrella, en el cual el conductor neutro se utiliza como un conductor de circuito.

- (3) Cuando el sistema es de 3 fases, 4 hilos conectado en delta, en el cual el punto medio del devanado de una fase se usa como un conductor de circuito.

c) Sistemas de corriente alterna de más de 1000 volts. Los sistemas de corriente alterna que alimentan equipo portátil o móvil deben ser puestos a tierra como se especifica en 250-188. Cuando se alimentan otros sistemas diferentes de los portátiles y móviles, se permitirá que sean puestos a tierra.

d) Sistemas con neutro puesto a tierra con impedancia. Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia deben ser puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-36 o 250-187.

250-21. Sistemas de corriente alterna de 50 a 1000 volts que no requieren ser puestos a tierra.

a) Generalidades. Se permitirá, pero no se exigirá que los siguientes sistemas de corriente alterna de 50 a 1000 volts estén puestos a tierra.

- (1) Los sistemas eléctricos usados exclusivamente para alimentar hornos eléctricos industriales para fusión, refinación, templado y similares.
- (2) Los sistemas derivados separados usados exclusivamente para rectificadores que alimentan variadores de velocidad industriales.
- (3) Los sistemas derivados separados alimentados por transformadores con una tensión en el primario de 1000 volts o menos, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:
 - a. El sistema se usa exclusivamente para circuitos de control.
 - b. Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personal calificado darán servicio a la instalación.
 - c. Se requiere continuidad de la energía para el control.
- (4) Otros sistemas que no se exige que sean puestos a tierra, según los requerimientos de 250-20(b).

b) Detectores de tierra. Deben ser instalados detectores de tierra de acuerdo con (1) y (2) siguientes.

- (1) Los sistemas de corriente alterna no puestos a tierra, tal como se permite en (a)(1) hasta (a)(4) anteriores, que operan a 120 volts o más, pero no exceden los 1000 volts deben tener detectores de tierra instalados en el sistema.
- (2) El equipo sensor de detección de tierra deberá conectarse lo más cercano como sea práctico a donde el sistema recibe la alimentación.

c) Marcado. Los sistemas no puestos a tierra deben estar marcados de manera legible con la leyenda "Precaución-Sistema no puesto a tierra en funcionamiento-_____volts entre conductores" en la fuente o en el primer medio de desconexión del sistema. El marcado deberá tener suficiente durabilidad para soportar el ambiente al que está expuesto.

250-22. Circuitos que no se deben poner a tierra. Los siguientes circuitos no deben ser puestos a tierra:

- (1) Circuitos para grúas eléctricas que operan sobre fibras combustibles en lugares Clase III, como se establece en 503-155.
- (2) Circuitos en lugares de atención a la salud, como se establece en 517-61 y 517-160.
- (3) Circuitos para equipo dentro de la zona de trabajo de celdas electrolíticas, como se establece en el Artículo 668.
- (4) Circuitos secundarios de sistemas de alumbrado, como se establece en 411-6(a).
- (5) Circuitos secundarios de sistemas de alumbrado, como se establece en 680-23(a)(2).
- (6) Circuitos del lado de carga de Clase 2 de sistemas de distribución de la red eléctrica de baja tensión de un cielo raso suspendido, como se establece en 393-60(b)

250-24. Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna alimentados por una acometida.

a) Conexiones de puesta a tierra del sistema. Un sistema de alambrado de inmuebles, que es alimentado por una acometida de corriente alterna que está puesta a tierra, debe tener un conductor del

electrodo de puesta a tierra conectado al conductor puesto a tierra de acometida, para cada servicio, según (1) hasta (5) siguientes:

1) Generalidades. La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe hacer en cualquier punto accesible desde el lado carga de los conductores de la acometida aérea, bajada de la acometida, conductores de acometida subterránea o acometida lateral hasta e incluyendo, la terminal o barra en la cual está conectado el conductor puesto a tierra de acometida a los medios de desconexión de acometida.

(Continúa en la Tercera Sección)

(Viene de la Segunda Sección)

2) Transformador exterior. Cuando el transformador que alimenta la acometida esté ubicado en el exterior del edificio, se debe hacer al menos una conexión de puesta a tierra adicional desde el conductor puesto a tierra de la acometida hasta el electrodo de puesta a tierra, ya sea en el transformador o en cualquier otra parte fuera del edificio.

Excepción. La conexión adicional del conductor del electrodo de puesta a tierra no se debe hacer en sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia. El sistema debe cumplir con los requisitos de 250-36.

3) Edificios con doble alimentación. Para edificios con doble alimentación que tienen dos acometidas en una envolvente común o agrupadas en envolventes separadas y que emplean un enlace secundario, se permitirá una sola conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra al punto de enlace de los conductores puestos a tierra de cada fuente de alimentación.

4) Puente de unión principal como un conductor o barra. Cuando el puente de unión principal especificado en 250-28 es un alambre o una barra y está instalado desde la barra terminal del conductor puesto a tierra a la barra terminal del conductor de puesta a tierra de equipos o a la barra del equipo de acometida, se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se conecte a la terminal o barra al cual está conectado el puente de unión principal.

5) Conexiones de puesta a tierra del lado de la carga. No se debe conectar un conductor puesto a tierra a las partes metálicas que normalmente no transportan corriente del equipo, ni al conductor de puesta a tierra de equipos, ni se debe reconectar a tierra del lado carga del medio de desconexión de acometida, excepto si otra cosa es permitida en este Artículo.

NOTA: Ver 250-30 para sistemas derivados separados, 250-32 para conexiones en edificios o estructuras separadas y 250-142 para el uso del conductor del circuito puesto a tierra para poner a tierra equipos.

b) Puente de unión principal. Para un sistema puesto a tierra, se debe utilizar un puente de unión principal sin empalmes para conectar el (los) conductor(es) de puesta a tierra de equipos y la envolvente del medio de desconexión de acometida, al conductor puesto a tierra dentro de la envolvente, para cada medio de desconexión de acometida, de acuerdo a 250-28.

Excepción 1: Cuando más de un medio de desconexión de acometida está ubicado en un ensamble para uso como equipo de acometida, un puente de unión principal sin empalmes deberá unir el (los) conductor(es) puesto a tierra con la envolvente del ensamble

Excepción 2: Se permitirá la conexión de los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia, como se indica en 250-36 y 250-187.

c) Conductor puesto a tierra llevado al equipo de acometida. Cuando un sistema de corriente alterna operando a 1000 volts o menos está puesto a tierra en cualquier punto, el conductor puesto a tierra debe tenderse junto con los conductores de fase hasta cada medio de desconexión de acometida, y se debe conectar a cada terminal o barra del conductor puesto a tierra de cada medio de desconexión. Un puente de unión principal debe conectar el conductor puesto a tierra a cada envolvente de los medios de desconexión de cada acometida. El conductor puesto a tierra se debe instalar de acuerdo de (1) a (4) siguientes:

Excepción: Cuando más de un medio de desconexión de la acometida está localizado en un solo ensamble de equipo de acometida, se permitirá conectar el conductor puesto a tierra hasta la terminal o barra común del conductor puesto a tierra del ensamble. El ensamble debe incluir un puente de unión principal para conectar los conductores puestos a tierra a la envolvente del ensamble.

1) Tamaño del conductor puesto a tierra para una sola canalización o cable. El conductor puesto a tierra no debe ser menor que el especificado en la Tabla 250-102 (c)(1).

2) Conductores en paralelo en 2 o más canalizaciones o cables. Si los conductores de fase de acometida están instalados en paralelo en dos o más canalizaciones o cables, el conductor puesto a tierra también se deberá instalar en paralelo. El tamaño del conductor puesto a tierra en cada canalización o cable deberá estar basado en el área total de los conductores de fase en paralelo en las canalizaciones o cables, como se indica en (c)(1) anterior, pero no debe ser menor al tamaño 53.5 mm² (1/0 AWG).

NOTA: Ver 310-10(h) para los conductores puestos a tierra conectados en paralelo.

3) Acometida conectada en Delta. El conductor puesto a tierra de una acometida en delta, 3 fases, 3 hilos, deberá tener una ampacidad no menor que los conductores de fase.

4) Alta impedancia. El conductor puesto a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia debe ser puesto a tierra de acuerdo con 250-36.

d) Conductor del electrodo de puesta a tierra. Se deberá de utilizar un conductor del electrodo de puesta a tierra para conectar los conductores de puesta a tierra de equipos, las envolventes del equipo de acometida, y, cuando el sistema esté puesto a tierra, el conductor puesto a tierra de acometida al (los) electrodo(s) de puesta a tierra requeridos por la Parte C de este Artículo. El tamaño de este conductor debe estar de acuerdo con 250-66.

Las conexiones de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia se deben hacer como se indica en 250-36.

e) Conexiones de puesta a tierra de un sistema no puesto a tierra. Un sistema de alambrado de un inmueble que está alimentado por una acometida de corriente alterna no puesta a tierra debe tener, en cada servicio, un conductor de electrodo de puesta a tierra conectado al (los) electrodo(s) de puesta a tierra requerido(s) por la Parte C de este Artículo.

El conductor del electrodo de puesta a tierra debe conectarse a la envolvente metálica de los conductores de acometida, en cualquier punto accesible desde el extremo de la carga de los conductores de acometida aérea, bajada de la acometida, conductores de acometida subterránea o acometida lateral hasta el medio de desconexión de la acometida.

250-26. Conductor que debe ser puesto a tierra – Sistemas de corriente alterna. Para sistemas de alambrado de inmuebles, el conductor que debe ser puesto a tierra debe ser como se especifica a continuación:

- (1) 1 fase, 2 hilos – un conductor.
- (2) 1 fase, 3 hilos – el conductor del neutro.
- (3) Sistemas polifásicos con un conductor común a todas las fases – el conductor del neutro.
- (4) Sistemas polifásicos en los que una fase está puesta a tierra – un conductor de fase.
- (5) Sistemas polifásicos en los que se usa una fase como en (2) – el conductor del neutro.

250-28. Puente de unión principal y puente de unión del sistema. Para un sistema puesto a tierra, los puentes de unión principal y los puentes de unión del sistema se deben instalar de la siguiente manera:

a) Material. Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema deben ser de cobre u otro material resistente a la corrosión. Un puente de unión principal y un puente de unión del sistema deberán ser un conductor, una barra, un tornillo o un conductor similar adecuado.

b) Construcción. Cuando un puente de unión principal o un puente de unión del sistema es solamente un tornillo, este tornillo se debe identificar con un acabado verde que sea visible una vez instalado el tornillo.

c) Fijación. Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema se deben conectar de la manera especificada en las disposiciones aplicables de 250-8.

d) Tamaño. Los tamaños de los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema se deben determinar según 250-28(d)(1) hasta (d)(3) siguientes.

1) General. Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema no deben tener un tamaño menor que el especificado en la Tabla 250-102(c)(1).

2) Puente de unión principal para acometidas con más de una envolvente. Cuando una acometida tiene más de una envolvente, el tamaño del puente de unión principal para cada envolvente se debe determinar según 250-28(d)(1), basado en el mayor conductor de fase de acometida que sirve a dicha envolvente.

3) Sistemas derivados separados con más de una envolvente. Cuando un sistema derivado separado alimenta a más de una envolvente, el tamaño del puente de unión del sistema para cada envolvente se debe determinar de acuerdo con (1) anterior, con base en el conductor de fase de mayor tamaño del alimentador que sirve a esa envolvente, o se debe instalar un solo puente de unión del sistema en la fuente de alimentación, y los tamaños deben estar de acuerdo con lo indicado en (1) anterior, con base en el tamaño equivalente del mayor conductor de alimentación determinado por la suma mayor de las áreas de los conductores correspondientes para cada conjunto.

250-30. Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna derivados separados.

Además de cumplir con (a) para sistemas puestos a tierra y con (b) para sistemas no puestos a tierra, los sistemas derivados separados deben cumplir con 250-20, 250-21, 250-22 y 250-26, según corresponda. Los sistemas derivados separados múltiples que estén conectados en paralelo deben instalarse de acuerdo con lo establecido en esta sección.

NOTA 1: Una fuente alterna de energía de corriente alterna, como un generador en sitio, no es un sistema derivado separado si el conductor puesto a tierra está sólidamente interconectado al conductor puesto a tierra de acometida. Un ejemplo de esta situación es cuando el equipo de transferencia de la fuente alterna no incluye la acción de interrumpir también el conductor puesto a tierra y éste continúa conectado sólidamente al conductor puesto a tierra de acometida, cuando la fuente alterna está operando y alimentando la carga.

NOTA 2: Véase 445-13 para el tamaño mínimo de los conductores que llevan corriente de falla.

a) Sistemas puestos a tierra. Un sistema de corriente alterna derivado separado que está puesto a tierra, debe cumplir con lo que se establece en (1) hasta (8) siguientes. A menos que se permita algo diferente en este Artículo, un conductor puesto a tierra no se debe conectar a las partes metálicas del equipo que normalmente no transporta corriente, ni a los conductores de puesta a tierra de equipos, ni se deben reconectar a tierra en el lado carga del puente de unión del sistema.

NOTA: Ver 250-32 para las conexiones en edificios o estructuras separadas y 250-142 sobre el uso del conductor puesto a tierra del circuito para la puesta a tierra de equipos.

Excepción: Las conexiones de puesta a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una impedancia se deben hacer como se especifica en 250-36 o 250-187, lo que sea aplicable.

1) Puente de unión del sistema. El puente de unión del sistema sin empalmes debe cumplir con 250-28(a) a (d). Esta conexión se debe hacer en cualquier punto en el sistema derivado separado, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión del sistema o dispositivo de protección contra sobrecorriente, o se debe hacer en la fuente de un sistema derivado separado que no tenga medio de desconexión ni dispositivos de sobrecorriente, de acuerdo con (a) o (b) siguientes. El puente de unión del sistema debe estar dentro de la envolvente donde se origina. Si la fuente está ubicada fuera del edificio o estructura que alimenta, un puente de unión del sistema debe instalarse en la conexión al electrodo de puesta a tierra en cumplimiento con 250-30(c).

Excepción 1: Para sistemas instalados de acuerdo con 450-6 se permitirá una sola conexión del puente de unión del sistema al punto de unión de los conductores puestos a tierra del circuito desde cada fuente de alimentación.

Excepción 2: Si un edificio o estructura es alimentado por un alimentador de un sistema derivado separado exterior, se permitirá un puente de unión del sistema tanto en la fuente como en el primer medio de desconexión, cuando al hacerlo así no se establece una trayectoria paralela para el conductor puesto a tierra. Si el conductor puesto a tierra se usa de esta manera, su tamaño no debe ser menor al especificado para el puente de unión del sistema, pero no se exigirá que sea mayor que el del conductor de fase. Para los propósitos de esta excepción, no se considera que la conexión a través de la tierra provea una trayectoria paralela.

Excepción 3: El tamaño del puente de unión del sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y que se deriva de un transformador con una capacidad no mayor de 1000 voltamperes, no debe ser menor a los conductores de fase derivados y tampoco debe ser menor a 2.08 mm² (14 AWG) de cobre.

- a. Instalado en la fuente. El puente de unión del sistema debe conectar el conductor puesto a tierra al puente de unión del lado fuente y a la envolvente metálica que normalmente no transporta corriente.
- b. Instalado en el primer medio de desconexión. El puente de unión del sistema debe conectar el conductor puesto a tierra al puente de unión del lado fuente, a la envolvente del medio de desconexión y los conductores de puesta a tierra de equipos.

2) Puente de unión del lado fuente de la alimentación. Si la fuente de un sistema derivado separado y el primer medio de desconexión están ubicados en envolventes separadas, se deberá instalar un puente de unión del lado fuente de la alimentación junto con los conductores del circuito desde la envolvente de la fuente de alimentación al primer medio de desconexión. No se requerirá que el puente de unión del lado fuente sea de mayor tamaño que los conductores derivados de fase. Se permite que el puente de unión del lado fuente sea del tipo canalización metálica no flexible, o del tipo de alambre o tipo barra como se indica a continuación:

- a. El puente de unión del lado fuente del alimentador debe cumplir con 250-102(c), basado en el tamaño de los conductores de fase derivados.
- b. El puente de unión del lado fuente del alimentador del tipo barra debe tener un área no menor que el puente de unión del lado fuente del alimentador del tipo conductor como se determina en 250-102(c).

Excepción: No debe requerirse un puente de unión del lado de la alimentación entre envoltentes, para instalaciones que se hagan en cumplimiento con lo establecido en 250-30(a)(1), excepción 2.

3) Conductor puesto a tierra. Si se instala un conductor puesto a tierra y la conexión del puente de unión del sistema no está ubicado en la fuente, se deberá aplicar (a) hasta (d) siguientes.

- a. Tamaño del conductor puesto a tierra para una sola canalización. El conductor puesto a tierra no debe ser menor al especificado en la Tabla 250-102(c)(1).
- b. Conductores en paralelo en dos o más canalizaciones. Si los conductores de fase de la acometida están instalados en paralelo en dos o más canalizaciones, el conductor puesto a tierra también se deberá instalar en paralelo. El tamaño del conductor puesto a tierra en cada canalización deberá estar basado en el área total de los conductores de fase en paralelo en las canalizaciones, como se indica en el inciso 3) a. inmediato anterior, pero no debe ser menor al tamaño 53.5 mm^2 (1/0 AWG).

NOTA: Ver 310-10(h) para los conductores puestos a tierra en paralelo.

- c. Sistema conectado en Delta. El conductor puesto a tierra de un sistema conectado en delta, 3 fases, 3 hilos, deberá tener una ampacidad no menor que los conductores de fase.
- d. Sistema puesto a tierra a través de una impedancia. El conductor puesto a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una impedancia debe ser instalado de acuerdo con 250-36 o 250-187 como sea aplicable.

(4) Electrodo de puesta a tierra. El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o de la estructura se debe utilizar como electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado. Si se encuentra en el exterior, el electrodo de puesta a tierra debe estar de acuerdo con 250-30(c).

Excepción: Si un sistema derivado separado se origina en equipos identificados como adecuados para su uso como equipo de acometida, el electrodo de puesta a tierra usado para el equipo de acometida o alimentador se permitirá utilizarlo como electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado.

NOTA 1: Ver 250-104(d) para los requisitos de unión utilizando la tubería metálica interior para agua en el área servida por sistemas derivados separados.

NOTA 2: Ver 250-50 y 250-58 para los requerimientos de unión de todos los electrodos si están ubicados en el mismo edificio o estructura.

5) Conductor del electrodo de puesta a tierra, sistema derivado separado único. El conductor del electrodo de puesta a tierra, para un sistema derivado separado único, debe estar dimensionado de acuerdo con 250-66 para los conductores derivados de fase. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe usar para conectar el conductor puesto a tierra del sistema derivado al electrodo de puesta a tierra, como se especifica en (a)(4) o como se permite en 250-68(c)(1) y (2). Esta conexión se debe hacer en el mismo punto en el sistema derivado separado en donde el puente de unión del sistema está conectado.

Excepción 1: Si el puente de unión del sistema que se especifica en (a)(1) es un conductor o una barra, se permitirá conectar el conductor del electrodo de puesta a tierra a la terminal, barra, o barra principal de puesta a tierra de equipos, siempre que la terminal, barra, o barra principal de puesta a tierra de equipos tenga el tamaño suficiente para el sistema derivado separado.

Excepción 2: Si la fuente de un sistema derivado separado está ubicada dentro de un equipo adecuado para uso como equipo de acometida, el conductor del electrodo de puesta a tierra de equipos del alimentador o de acometida al electrodo de puesta a tierra se permitirá como conductor del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado, siempre y cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra tenga el tamaño suficiente para el sistema derivado separado. Si la barra interna de puesta a tierra de equipos no es menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra requerido para el sistema derivado separado se debe permitir que la conexión del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado se haga en la barra.

Excepción 3: No se exigirá un conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 o Clase 3, y que se deriva de un transformador con una capacidad no mayor de 1000 voltamperes, siempre y cuando el conductor puesto a tierra esté unido al chasis o la envoltente del transformador por un puente, dimensionado de acuerdo con (a)(1), Excepción 3 de esta sección y que el chasis o la envoltente del transformador estén puestos a tierra por uno de los medios especificados en 250-134.

6) Conductor del electrodo de puesta a tierra, múltiples sistemas derivados separados. Se permitirá un conductor del electrodo de puesta a tierra común para varios sistemas derivados separados. Si un conductor del electrodo de puesta a tierra está instalado, se debe utilizar para conectar el conductor puesto a tierra de los sistemas derivados separados al electrodo de puesta a tierra como se especifica en (a)(4) de esta

sección. Deberá instalarse una derivación del conductor del electrodo de puesta a tierra de cada sistema derivado separado al conductor común del electrodo de puesta a tierra. Cada conductor derivado conectará al conductor puesto a tierra del sistema derivado separado, al conductor común del electrodo de puesta a tierra.

Esta conexión se debe hacer en el mismo punto del sistema derivado separado donde está instalado el puente de unión del sistema.

Excepción 1: Si el puente de unión del sistema que se especifica en (a)(1) es un conductor o una barra principal, se permitirá que se conecte al conductor derivado del electrodo de puesta a tierra a la terminal, barra o barra principal de puesta a tierra de equipos, siempre que la terminal, barra, o barra principal de puesta a tierra de equipos tenga el tamaño suficiente para el sistema derivado separado.

Excepción 2: No se exigirá un conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y que se derive de un transformador con una capacidad de no más de 1000 voltamperes, siempre y cuando el conductor puesto a tierra del sistema esté unido al chasis o a la envolvente del transformador por un puente dimensionado de acuerdo con (a)(1), Excepción 3 anterior, y el chasis o envolvente del transformador estén puestos a tierra por uno de los medios especificados en 250-134.

- a. Conductor del electrodo de puesta a tierra común. Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra común sea uno de los siguientes:
 - (1) Un conductor no menor al tamaño 85 mm^2 (3/0 AWG) de cobre o de tamaño 250 kcmil de aluminio.
 - (2) Una tubería metálica de agua que cumpla con la sección 250-68(c)(1)
 - (3) El acero estructural del edificio o estructura que cumpla con 250-68(c)(2) o que esté conectado al sistema de electrodos de puesta a tierra por un conductor de tamaño no menor a 85 mm^2 (3/0 AWG) de cobre o de tamaño no menor a 250 kcmil de aluminio.
- b. Tamaño del conductor derivado. El tamaño de cada conductor derivado debe estar de acuerdo con 250-66, basado en los conductores derivados de fase del sistema derivado separado que alimenta.

Excepción: Si la fuente de un sistema derivado separado está ubicada dentro de un equipo adecuado para uso como equipo de acometida, el conductor del electrodo de puesta a tierra desde el equipo de acometida o del alimentador hasta el electrodo de puesta a tierra, se permitirá como conductor del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado, si el conductor del electrodo de puesta a tierra tiene un tamaño suficiente para el sistema derivado separado. Si la barra colectora interna de puesta a tierra de equipos dentro del equipo no es menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra requerido para el sistema derivado separado se permitirá que la conexión del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado se haga en la barra.

- c. Conexiones. Todas las conexiones de las derivaciones, al conductor del electrodo de puesta a tierra común, se deben hacer en un lugar accesible mediante uno de los siguientes métodos:
 - (1) Un conector aprobado como equipo para puesta a tierra y unión.
 - (2) Conexiones aprobadas para barras principales de aluminio o cobre no menores que 6 milímetros de espesor x 50 milímetros de ancho y el largo suficiente para acomodar el número de terminales necesario para su instalación. Si se utilizan barras principales de aluminio, la instalación debe cumplir con lo indicado en 250-64(a).
 - (3) Por proceso de soldadura exotérmica.

Los conductores derivados se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra común de manera tal que el conductor del electrodo de puesta a tierra común permanezca sin empalmes o uniones.

7) Instalación. La instalación de todos los conductores del electrodo de puesta a tierra debe cumplir con lo indicado en 250-64(a), (b), (c) y (e).

8) Unión. El acero estructural y la tubería metálica se deben conectar al conductor puesto a tierra de un sistema derivado separado, según se indica en 250-104(d).

b) Sistemas no puestos a tierra. El equipo de un sistema derivado separado no puesto a tierra debe ser puesto a tierra y unido como se especifica en (1) hasta (3) siguientes.

1) Conductor del electrodo de puesta a tierra. Se debe usar un conductor del electrodo de puesta a tierra, dimensionado de acuerdo con 250-66 para el conductor derivado de fase más grande o conjuntos de conductores de fase derivados, para conectar las envolventes metálicas del sistema derivado al electrodo de puesta a tierra como se especifica en (a)(5) o (a)(6) de esta sección, como sea aplicable. Esta conexión se debe hacer en cualquier punto en el sistema derivado separado, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión del sistema. Si la fuente está localizada fuera del edificio o estructura que alimenta, la conexión del electrodo de puesta a tierra se debe hacer de acuerdo con el inciso (c) siguiente.

2) Electrodo de puesta a tierra. Excepto como se permite en 250-34 para generadores portátiles y montados en vehículos, el electrodo de puesta a tierra debe cumplir con lo dispuesto en (a)(4) de esta sección.

3) Trayectoria de la unión y del conductor. Se debe instalar un puente de unión del lado fuente desde la fuente de un sistema derivado separado hasta el primer medio de desconexión de acuerdo con (a)(2) de esta sección.

c) Fuente en el exterior. Si la fuente de un sistema derivado separado se encuentra en el exterior del edificio o estructura que alimenta, se debe hacer una conexión del electrodo de puesta a tierra en la fuente a uno o más electrodos de puesta a tierra de acuerdo con 250-50. Adicionalmente, la instalación debe cumplir con el inciso (a) para sistemas puestos a tierra o con el inciso (b) para sistemas no puestos a tierra.

Excepción: La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia debe cumplir con 250-36 o 250-187, como sea aplicable.

250-32. Edificios o estructuras alimentadas por alimentadores o por circuitos derivados.

a) Electrodo de puesta a tierra. Los edificios o estructuras alimentadas por alimentadores o circuitos derivados deben tener un electrodo de puesta a tierra o un sistema de electrodos de puesta a tierra, instalado de acuerdo con la Parte C del Artículo 250. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar de acuerdo con (b) o (c) de esta sección. Cuando no existan electrodos de puesta a tierra, se debe instalar el electrodo de puesta a tierra requerido en 250-50.

Excepción: No se exigirá un electrodo de puesta a tierra cuando un solo circuito derivado, incluyendo un circuito derivado multiconductor, alimenta al edificio o estructura y el circuito derivado incluye un conductor de puesta a tierra de equipos para poner a tierra las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente.

b) Sistemas puestos a tierra.

1) Alimentado por un circuito alimentador o derivado. Un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se describe en 250-118, se debe llevar con los conductores de la alimentación y ser conectado al medio de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra de equipos se debe usar para la puesta a tierra o la unión de equipos, estructuras o envolventes que se requiere que estén puestos a tierra o estén unidos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe estar dimensionado según 250-122. Ningún conductor puesto a tierra ya instalado se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos ni a los electrodos de puesta a tierra.

Excepción 1: Para instalaciones hechas cumpliendo ediciones anteriores de esta NOM, se permitirá que el conductor puesto a tierra que vaya junto con la alimentación del edificio o de la estructura sirva como trayectoria de retorno de falla a tierra si se siguen cumpliendo todos los requisitos que se indican a continuación:

- (1) Un conductor de puesta a tierra de equipos no va con la alimentación del edificio o estructura.
- (2) No existan trayectorias metálicas continuas unidas al sistema de puesta a tierra en cada edificio o estructura considerada.
- (3) No ha sido instalada la protección contra falla a tierra del equipo en el lado fuente del alimentador.

Si el conductor puesto a tierra se usa para la puesta a tierra de acuerdo con las disposiciones de esta excepción, el tamaño del conductor puesto a tierra no debe ser menor que el mayor de cualquiera de los siguientes:

- (1) El tamaño requerido por 220-61.
- (2) El tamaño requerido por 250-122.

Excepción 2: Si los puentes de unión del sistema se instalan de acuerdo con lo establecido en la sección 250-30(a)(1), Excepción 2, el conductor del circuito puesto a tierra del alimentador en el edificio o estructura alimentado debe estar conectado a los conductores de puesta a tierra del equipo, al conductor del electrodo de puesta a tierra y a la envolvente del primer medio de desconexión

2) Alimentado por un sistema derivado separado.

- a. Con protección contra sobrecorriente. Si se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con (b)(1) de esta sección.
- b. Sin protección contra sobrecorriente. Si no se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con 250-30(a). Si se instala el puente de unión del lado del alimentador, se debe conectar a los medios de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra.

c) Sistemas no puestos a tierra.

1) Alimentado por un alimentador o circuito derivado. Un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se describe en 250-118, se debe llevar con los conductores de la alimentación y estar conectado al medio de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra. Los electrodos de puesta a tierra también se deben conectar a los medios de desconexión del edificio o estructura.

2) Alimentado por un sistema derivado separado.

- a. Con protección contra sobrecorriente. Si se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con (c)(1) de esta sección.
- b. Sin protección contra sobrecorriente. Si no se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con 250-30(b). Si se instala el puente de unión del lado fuente del alimentador, se debe conectar a los medios de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra.

d) Medios de desconexión ubicados en edificios o estructuras separadas, en el mismo predio.

Cuando uno o más medios de desconexión alimentan uno o más edificios o estructuras adicionales que se encuentran bajo la misma administración, y cuando estos medios de desconexión se encuentran alejados de estos edificios o estructuras de acuerdo con las disposiciones de 225-32, Excepciones 1 y 2, 700-12(b)(6), 701-12(b)(5) o 702-12, se deben cumplir todas las condiciones siguientes:

- (1) No se debe hacer la conexión del conductor puesto a tierra al electrodo de puesta a tierra, a las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente, ni al conductor de puesta a tierra de equipos en un edificio o estructura separada.
- (2) Si se lleva un conductor de puesta a tierra de equipos, para la unión y puesta a tierra de las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente, sistemas de tubería metálica interior y estructura metálica de los edificios o estructuras, junto con los conductores del circuito hasta un edificio o estructura separada y está conectado al electrodo de puesta a tierra existente requerido en la Parte C de este Artículo, o en caso de que no haya electrodos, se debe instalar el electrodo de puesta a tierra exigido en la Parte C de este Artículo, cuando un edificio o estructura separada esté alimentada por más de un circuito derivado.
- (3) La conexión entre el conductor de puesta a tierra de equipos y el electrodo de puesta a tierra, en un edificio o estructura separada, se debe hacer en una caja de conexiones, en un tablero de alumbrado y control o en una envolvente similar, localizado inmediatamente adentro o afuera del edificio o estructura separada.

e) Conductor del electrodo de puesta a tierra. El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra al electrodo de puesta a tierra no debe ser menor al indicado en 250-66, basado en el conductor de fase de la alimentación de mayor tamaño. La instalación debe cumplir con la Parte C de este Artículo.

250-34. Generadores portátiles y montados en vehículos.

a) Generadores portátiles. No se exigirá que el chasis de un generador portátil esté conectado a un electrodo de puesta a tierra, tal como se define en 250-52 para un sistema alimentado por el generador, bajo las siguientes condiciones:

- (1) El generador alimenta solamente equipo montado en el generador o equipo conectado con cordón y clavija, a través de contactos montados sobre el generador, o ambos, y.
- (2) Las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente y las terminales del conductor de puesta a tierra de equipos de los contactos están conectados a la carcasa del generador.

b) Generadores montados en vehículos. No se exigirá que el chasis de un vehículo esté conectado a un electrodo de puesta a tierra, tal como se define en 250-52 para un sistema alimentado por un generador montado en ese vehículo, bajo las siguientes condiciones:

- (1) La carcasa del generador está unido al chasis del vehículo, y.
- (2) El generador alimenta solamente equipo ubicado sobre el vehículo o equipo conectado con cordón y clavija a través de contactos montados en el vehículo, o ambos, o en el generador, y
- (3) Las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente y las terminales del conductor de puesta a tierra de equipos en los contactos, están conectados al bastidor del generador.

c) Unión de conductores puestos a tierra. Un conductor del sistema que requiera ser puesto a tierra de acuerdo con 250-26, se debe conectar a la carcasa del generador, cuando el generador es un componente de un sistema derivado separado.

NOTA: Para la puesta a tierra de generadores portátiles que alimentan sistemas de alambrado fijos, ver 250-30.

250-35. Generadores instalados permanentemente. Se debe instalar un conductor que proporcione una trayectoria eficaz para la corriente de falla a tierra, con los conductores de alimentación desde un generador instalado permanentemente, hasta el primer medio de desconexión, de acuerdo con (a) o (b) siguientes.

a) Sistema derivado separado. Cuando el generador se instala como un sistema derivado separado, se deben aplicar los requisitos de 250-30.

b) Sistema derivado no separado. Cuando el generador no se instala como un sistema derivado separado, y el dispositivo de protección contra sobrecorriente no es una parte integral del ensamble del generador, se debe instalar un puente de unión del lado fuente entre la terminal de puesta a tierra de equipos en el generador y la terminal, barra o barra principal de puesta a tierra de equipos de los medios de desconexión. El tamaño del conductor debe estar de acuerdo con 250-102(c), basado en el tamaño de los conductores de salida del generador.

250-36. Sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia. Se permitirán sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia, por lo general una resistencia, la cual limita la corriente de falla a tierra a un valor bajo, para sistemas de corriente alterna trifásicos de 480 a 1000 volts, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personal calificado atenderá a la instalación.
- (2) Hay detectores de tierra instalados en el sistema.
- (3) No se alimentan cargas de línea a neutro.

Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia deben cumplir las disposiciones de (a) hasta (g).

a) Ubicación. La impedancia de puesta a tierra se debe instalar entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el punto neutro del sistema. Si no hay un punto neutro disponible, la impedancia de puesta a tierra se debe instalar entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el punto neutro derivado de un transformador de puesta a tierra.

b) Aislamiento y ampacidad del conductor. El conductor puesto a tierra del sistema desde el punto neutro del transformador o del generador hasta el punto de conexión a la impedancia de puesta a tierra, debe estar totalmente aislado.

El conductor puesto a tierra del sistema debe tener una ampacidad no menor al valor de la corriente máxima nominal de la impedancia de puesta a tierra, pero en ningún caso el conductor puesto a tierra del sistema debe ser menor que el tamaño 8.37 mm² (8 AWG) de cobre o el 13.3 mm² (6 AWG) de aluminio o aluminio revestido de cobre.

c) Conexión de puesta a tierra del sistema. El sistema no debe ser puesto a tierra, excepto a través de la impedancia de puesta a tierra.

NOTA: La impedancia normalmente es seleccionada para limitar la corriente de falla a tierra a un valor ligeramente superior o igual a la corriente de carga capacitiva del sistema. Este valor de impedancia también limitará las sobretensiones transitorias a valores seguros.

d) Trayectoria del conductor. Se permitirá que el conductor que conecta el punto neutro del transformador o del generador a la impedancia de puesta a tierra esté instalado en una canalización diferente a la de los conductores de fase. No se exigirá llevar este conductor con los conductores de fase hasta el primer medio de desconexión del sistema o del dispositivo de sobrecorriente.

e) Puente de unión del equipo. El puente de unión del equipo (la conexión entre los conductores de puesta a tierra de equipos y la impedancia de puesta a tierra) debe ser un conductor sin empalmes, llevado desde el primer medio de desconexión del sistema o del dispositivo de sobrecorriente, hasta el lado puesto a tierra de la impedancia de puesta a tierra.

f) Ubicación de la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra. Para acometidas o sistemas derivados separados, el conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar conectado en cualquier punto, desde el lado puesto a tierra de la impedancia de puesta a tierra a la conexión de puesta a tierra de equipos en el equipo de acometida o en el primer medio de desconexión del sistema de un sistema derivado separado.

g) Tamaño del puente unión del equipo. El tamaño del conductor del puente de unión del equipo debe estar de acuerdo con (1) o (2) siguientes:

- (1) Si la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se hace en la impedancia de puesta a tierra, el tamaño del puente de unión del equipo debe estar de acuerdo con 250-66, basado en el tamaño de los conductores de acometida o los conductores derivados de fase para un sistema derivado separado.
- (2) Si el conductor del electrodo de puesta a tierra está conectado en el primer medio de desconexión del sistema o en el primer dispositivo de sobrecorriente, el tamaño del puente de unión del equipo debe ser dimensionado de igual manera que el conductor neutro, tal como se indica en (b) anterior.

250-46. Separación de los conductores de bajada de los pararrayos. Las canalizaciones, envolventes, estructuras y partes metálicas de equipo eléctrico que no transporten normalmente corriente eléctrica, se deben mantener alejadas 1.80 metros como mínimo de los conductores de bajada de los electrodos de puesta a tierra de los pararrayos o deben unirse cuando la distancia a los conductores de bajada sea inferior a 1.80 metros.

Parte C. Sistema de electrodos de puesta a tierra y conductor del electrodo de puesta a tierra

250-50. Sistema de electrodos de puesta a tierra. Todos los electrodos de puesta a tierra que se describen en 250-52(a)(1) hasta (a)(7), que estén presentes en cada edificio o estructura alimentada, se deben unir entre sí para formar el sistema de electrodos de puesta a tierra. Cuando no existe ninguno de estos electrodos de puesta a tierra, se debe instalar y usar uno o más de los electrodos de puesta a tierra especificados en 250-52(a)(4) hasta (a)(8). En ningún caso, el valor de resistencia a tierra del sistema de electrodos de puesta a tierra debe ser mayor que 25 ohms.

NOTA: En el terreno o edificio pueden existir electrodos de puesta a tierra o sistemas de tierra para equipos de cómputo, pararrayos, telefonía, comunicaciones, subestaciones o acometida, apartarrayos, entre otros, y todos han de conectarse entre sí.

Excepción: No se exigirá que los electrodos recubiertos de concreto en los edificios o estructuras existentes sean parte del sistema de electrodos de puesta a tierra, cuando las varillas de acero de refuerzo no estén accesibles sin dañar el concreto.

250-52. Electrodos de puesta a tierra.

a) Electrodos permitidos para puesta a tierra.

1) Tubería metálica subterránea para agua. Una tubería metálica subterránea para agua, que está en contacto directo con la tierra 3.00 metros o más (incluido el ademe metálico del pozo unido a la tubería) y eléctricamente continua (o convertida en eléctricamente continua al hacer la unión alrededor de las juntas aislantes o de la tubería aislante) hasta los puntos de conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y a los conductores o puentes de unión, si se instalan.

(2) Estructura(s) de soporte metálico dentro del suelo. Una o más estructuras metálicas de soporte dentro del suelo en contacto directo con la tierra verticalmente enterradas 3.0 metros o más, con o sin revestimiento de concreto. Si en un edificio o en una estructura hay múltiples estructuras metálicas de soporte dentro del suelo, se permite unir solamente una al sistema de electrodos de puesta a tierra.

NOTA: las estructuras de soporte dentro del suelo incluyen, pero no están limitadas a: pilotes, ademe y otras estructuras metálicas.

3) Electrodo recubierto en concreto. Un electrodo recubierto en concreto debe consistir de al menos 6.00 metros de lo indicado en (1) o (2):

- (1) Una o más barras de refuerzo de acero desnudas o galvanizadas con zinc u otro recubrimiento eléctricamente conductor, de no menos de 13 milímetros de diámetro e instaladas en una longitud continua de 6.00 metros, o por varias piezas conectadas entre sí por conductores de amarre de acero, por soldadura exotérmica, soldadura autógena o eléctrica, u otros medios efectivos para crear una longitud de 6.00 metros o mayor; o
- (2) Conductor desnudo de cobre tamaño no menor que 21.2 mm² (4 AWG).

Los componentes metálicos deberán estar recubiertos de concreto con espesor mínimo de 5 centímetros y deberán estar ubicados horizontalmente dentro de una porción del concreto de la cimentación o de las zapatas que estén en contacto directo con la tierra. Si hay varios electrodos recubiertos de concreto en un edificio o estructura, se permitirá la unión de sólo uno de ellos en el sistema de electrodos de puesta a tierra.

NOTA: No se considera "en contacto directo" con la tierra el concreto instalado con aislamiento, barreras de vapor, películas aislantes o similares, que separen el concreto de la tierra.

4) Anillo de puesta a tierra. Un anillo de puesta a tierra en contacto directo con la tierra, que rodea el edificio o estructura, con una longitud mínima 6.00 metros de conductor de cobre desnudo de tamaño 33.6 mm² (2 AWG) o mayor.

5) Electrodo de varilla y tubería. Los electrodos de varilla y tubería no deben tener menos de 2.44 metros de longitud y deben estar compuestos de los siguientes materiales:

- a. Los electrodos de puesta a tierra de tubería o tubo conduit no deben ser menores de la designación 21 (tamaño comercial de ¾) y, si son de acero, su superficie exterior debe ser galvanizada o debe tener otro recubrimiento metálico para protección contra la corrosión.
- b. Los electrodos de puesta a tierra tipo varilla de acero inoxidable o de acero recubierto con cobre o zinc deben tener como mínimo 16 milímetros de diámetro.

6) Otros electrodos. Se permitirán otros electrodos de puesta a tierra aprobados.

7) Electrodo de placa. Cada electrodo de placa debe tener como mínimo 0.20 m² de superficie expuesta al suelo. Los electrodos de placas de hierro o acero, desnudos con cubiertas eléctricamente conductoras, deben tener un espesor mínimo 6.40 milímetros. Los electrodos sólidos de metal no ferroso, no recubiertos, deben tener como mínimo 1.52 milímetros de espesor.

8) Otros sistemas o estructuras metálicas subterráneas locales. Otros sistemas o estructuras subterráneas metálicas locales, tales como sistemas de tuberías, tanques subterráneos y el ademe metálico de pozos subterráneos que no están unidos a una tubería metálica para agua.

b) No permitido para su uso como electrodos de puesta a tierra. Los siguientes sistemas y materiales no se deben utilizar como electrodos de puesta a tierra:

- (1) Sistemas de tubería metálica subterránea para gas.
- (2) Aluminio.
- (3) Las estructuras y el acero de refuerzo estructural descritos en 680-26(b)(1) y (b)(2).

NOTA: Ver 250-104(b) para los requisitos de unión con la tubería para gas.

250-53. Instalación del sistema de electrodo de puesta a tierra.

a) Electrodo de varilla, tubería y placa. Los electrodos de varilla, tubería y placa deben cumplir con los requerimientos siguientes.

1) Abajo del nivel permanente de humedad. Si es factible, los electrodos de varilla, tubería y placa se deben instalar por debajo del nivel de humedad permanente. Los electrodos de varilla, tubería y placa deben estar libres de recubrimientos no conductivos como pintura o esmalte.

2) Electrodo adicionales requeridos. Un sólo electrodo de varilla, tubería o placa deberá complementarse por un electrodo adicional del tipo especificado en 250-52(a)(2) a (a)(8). Se permite que el electrodo complementario sea unido a uno de los siguientes:

- (1) Electrodo de varilla, tubería o placa.
- (2) Conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (3) Conductor puesto a tierra de acometida.
- (4) Canalización no flexible de acometida puesta a tierra.
- (5) Cualquier envolvente de acometida que esté puesto a tierra.

Excepción: Si un electrodo de puesta a tierra de una sola varilla, tubería o placa tiene una resistencia a tierra de 25 ohms o menos, no se requiere un electrodo adicional.

3) Electrodo adicional. Si los electrodos múltiples de varilla, tubería o placa están instalados y reúnen los requerimientos de esta sección, deberán estar separados cuando menos de 1.80 metros.

NOTA: La eficiencia de las varillas en paralelo es incrementada separándolas 2 veces la longitud de la varilla más larga.

b) Separación de los electrodos. Cuando se utilizan más de uno de los electrodos del tipo especificado en 250-52(a)(5) o (a)(7), cada electrodo de un sistema de puesta a tierra (incluyendo los utilizados por las varillas de los pararrayos) no debe estar a menos de 1.80 metros de cualquier otro electrodo de otro sistema de puesta a tierra. Dos o más electrodos de puesta a tierra que están unidos entre sí, se consideran como un solo sistema de electrodos de puesta a tierra.

c) Puente de unión. Los puentes de unión utilizados para conectar los electrodos de puesta a tierra entre ellos, para formar el sistema de electrodos de puesta a tierra, se deben instalar de acuerdo con 250-64(a), (b) y (e), deben estar dimensionados de acuerdo con 250-66 y se deben conectar de la manera especificada en 250-70.

d) Tubería metálica subterránea para agua. Cuando se utiliza como un electrodo de puesta a tierra, la tubería metálica subterránea para agua debe satisfacer los requisitos (1) y (2) siguientes.

1) Continuidad. La continuidad de la trayectoria de la puesta a tierra o de la conexión de la unión a la tubería interior no debe depender de los medidores de agua ni de los dispositivos de filtrado y equipo similar.

2) Electrodo adicional exigido. Una tubería metálica subterránea para agua debe tener como complemento un electrodo adicional de uno de los tipos especificados en 250-52(a)(2) hasta (a)(8). Si el electrodo adicional es un electrodo del tipo de varilla, tubería o placa, debe cumplir con lo especificado en el inciso (a) de esta sección. El electrodo adicional se debe unir a cualquiera de los siguientes:

- (1) Conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (2) Conductor puesto a tierra de entrada de acometida.
- (3) Canalización no flexible de acometida puesta a tierra.
- (4) Cualquier envolvente de acometida que esté puesto a tierra.
- (5) Como se indica en 250-32(b).

Excepción: Se permitirá que el electrodo adicional esté unido a la tubería interior para agua, en cualquier punto conveniente, como se indica en 250-68(c)(1), Excepción.

e) Tamaño de la conexión de unión del electrodo adicional. Cuando el electrodo adicional es un electrodo de varilla, tubería o placa, no se exigirá que aquella porción del puente de unión que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra adicional sea mayor a un conductor de cobre tamaño 13.3 mm² (6 AWG) o un conductor de aluminio tamaño 21.2 mm² (4 AWG).

f) Anillo de puesta a tierra. El anillo de puesta a tierra se debe instalar a una profundidad mínima de 75 centímetros de la superficie de la tierra.

g) Electrodo de varilla y tubería. El electrodo se debe instalar de manera que al menos una longitud de 2.44 metros esté en contacto con la tierra. Se debe enterrar a una profundidad mínima de 2.44 metros a menos que, cuando se encuentre roca en la parte baja, el electrodo se debe enterrar en un ángulo oblicuo no mayor de 45 grados respecto a la vertical o, cuando se encuentra un fondo rocoso en un ángulo de más de 45 grados, se debe permitir que el electrodo se entierre en una zanja de por lo menos 75 centímetros de profundidad. El extremo superior del electrodo debe estar a nivel o por debajo del nivel del suelo, a menos que el extremo superior que está encima del suelo y el dispositivo para conectar el conductor del electrodo de puesta a tierra estén protegidos contra daños físicos, tal como se especifica en 250-10.

h) Electrodo de placa. Los electrodos de placa se deben instalar a una distancia mínima de 75 centímetros por debajo de la superficie de la tierra.

250-54. Electrodo auxiliar de puesta a tierra. Se permitirá conectar uno o más electrodos de puesta a tierra, a los conductores de puesta a tierra de equipos que se especifican en 250-118, y no se exigirá que cumplan con los requerimientos de unión del electrodo de 250-50 ó 250-53(c), ni con los requisitos de resistencia de 250-53(a)(2) Excepción, pero la tierra no se debe usar como trayectoria eficaz de la corriente de falla a tierra, tal como se especifica en 250-4(a)(5) y 250-4(b)(4).

250-58. Electrodo común de puesta a tierra. Cuando un sistema de corriente alterna se conecta a un electrodo de puesta a tierra dentro o en un edificio o estructura, se debe usar el mismo electrodo para los conductores de puesta a tierra de envolventes y equipo dentro de o en ese edificio o estructura. Cuando hay acometidas separadas, alimentadores o circuitos derivados que alimentan un edificio y se exige que estén conectados a un electrodo de puesta a tierra, se debe usar el mismo electrodo de puesta a tierra.

Dos o más electrodos de puesta a tierra que están unidos entre sí, se deben considerar como un solo sistema de electrodos de puesta a tierra, en este sentido.

250-60. Uso de los dispositivos de terminación de pararrayos. Los conductores y los electrodos de tuberías, varillas, o placa enterrados, usados para la puesta a tierra de los dispositivos de terminación de pararrayos, no se deben utilizar en lugar de los electrodos de puesta a tierra exigidos en 250-50 para la puesta a tierra de sistemas de alambrado y equipo. Esta disposición no prohíbe los requerimientos de unión de los electrodos de puesta a tierra de los diferentes sistemas.

NOTA 1: Ver 250-106, para los requisitos de unión de los componentes del sistema de protección contra descargas atmosféricas al sistema de electrodos de puesta a tierra de edificios o estructuras.

NOTA 2: La unión entre sí de todos los electrodos de puesta a tierra separados, limitará las diferencias de potencial entre ellos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

250-62. Material del conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre, aluminio o aluminio revestido de cobre o los ítems permitidos en la sección 250-68 (c). El material seleccionado debe ser resistente a cualquier condición corrosiva existente en la instalación o debe estar protegido adecuadamente contra la corrosión. Los conductores deben ser sólidos o trenzados, aislados, recubiertos o desnudos.

250-64. Instalación del conductor del electrodo de puesta a tierra. Los conductores de electrodos de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura cuando están alimentados por alimentadores o circuitos derivados, o en un sistema derivado separado, se deben instalar como se especifica en (a) hasta (f) siguientes.

a) Conductores de aluminio o de aluminio recubierto de cobre. No se deben usar conductores de electrodos de puesta a tierra de aluminio desnudo o aluminio recubierto de cobre, cuando están en contacto directo con la mampostería o la tierra, o cuando estén sujetos a condiciones corrosivas. Si se usan conductores del electrodo de puesta a tierra de aluminio o de aluminio recubierto de cobre en exteriores, no deben instalarse a menos de 45 centímetros del suelo o de la tierra.

b) Aseguramiento y protección contra daño físico. Cuando está expuesto, el conductor del electrodo de puesta a tierra o su envolvente, se deben asegurar firmemente a la superficie sobre la que van a instalarse. Se permitirá que los conductores de electrodo de puesta a tierra estén instalados en o a través de los elementos de la estructura.

(1) No expuesto a daño físico. Se permitirá la instalación, sin cubierta metálica ni protección, de un conductor de cobre o aluminio de electrodo de puesta a tierra de cobre o aluminio de tamaño 13.3 mm² (6 AWG) o mayor, cuando no esté expuesto a daño físico, a lo largo de la superficie de la construcción del edificio, cuando esté asegurado firmemente a la construcción;

(2) Expuesto a daño físico. Un conductor de cobre o aluminio de electrodo de puesta a tierra de cobre o aluminio de tamaño 13.3 mm² (6 AWG) o mayor expuesto a daño físico debe estar protegido en tubo conduit metálico pesado RMC, tubo conduit metálico semipesado IMC, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo PVC, en tubo conduit de resina termofija reforzada RTRC, tubo conduit metálico ligero EMT o cable armado.

(3) Menores de 13.3 mm² (6 AWG). Los conductores de electrodo de puesta a tierra de tamaños menores a 13.3 mm² (6 AWG) deben estar protegidos en tubo conduit metálico pesado RMC, tubo conduit metálico semipesado IMC, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo PVC, en tubo conduit de resina termofija reforzada RTRC, tubo conduit metálico ligero EMT o cable armado.

(4) En contacto con la Tierra. Los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión de electrodos de puesta a tierra en contacto con la tierra no deberán cumplir con la sección 300-5, pero deberán ser enterrados o protegidos de otra forma si están sujetos a daños físicos.

c) Continuo. Excepto como se indica en 250-30(a)(5) y (a)(6), 250-30(b)(1) y 250-68(c), los conductores de electrodo de puesta a tierra se deben instalar en tramos continuos, sin empalmes ni conexiones. Si es necesario realizar empalmes o conexiones, se deben hacer como se permite en (1) a (4) siguientes:

- (1) Se permitirá el empalme del conductor del electrodo de puesta a tierra, solamente con conectores de compresión irreversibles y aprobados como equipo de puesta a tierra y de unión o con soldadura exotérmica que esté identificada como conexión permanente.
- (2) Se permitirá que secciones de barras principales estén conectadas entre sí, para formar un conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (3) Conexiones atornilladas, remachadas o soldadas al acero estructural de edificios o estructuras.
- (4) Conexiones roscadas, soldadas o atornilladas con bridas a la tubería metálica de agua.

d) Edificio o estructura con medios de desconexión múltiples en envolventes separadas. Si un edificio o estructura es suministrada por una acometida o alimentador con dos o más medios de desconexión en envolventes separadas que alimenten a un edificio o estructura, las conexiones a electrodos de puesta a tierra deben hacerse de acuerdo con uno de los siguientes.

1) Conductor común del electrodo de puesta a tierra y derivaciones. Se deben instalar un conductor común del electrodo de puesta a tierra y las derivaciones del conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra común debe estar dimensionado de acuerdo con 250-66, basado en la suma del área de los conductores de fase más grandes de acometida de cada conjunto de conductores que alimentan los medios de desconexión. Si los conductores de entrada de acometida se conectan directamente a los conductores de acometida aérea, a la bajada de acometida, a los conductores de acometida subterránea o a la acometida lateral, el conductor del electrodo de puesta a tierra común debe estar dimensionado según la Tabla 250-66, NOTA 1.

La derivación del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe llevar hasta el interior de cada envolvente del medio de desconexión. Las derivaciones del conductor del electrodo de puesta a tierra deben estar dimensionadas de acuerdo con 250-66 para el conductor más grande de acometida que alimenta a la envolvente individual. Los conductores derivados se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra común por uno de los siguientes métodos de tal manera que el conductor de puesta a tierra común permanezca sin uniones o empalmes:

- (1) Soldadura exotérmica
- (2) Con conectores adecuados aprobados como equipo de puesta a tierra y de unión.
- (3) Conexiones a una barra principal de cobre o aluminio no menor a 6 milímetros de espesor x 50 milímetros de ancho y de una longitud suficiente como para adecuarse al número de terminaciones necesarias para la instalación. La barra principal se debe asegurar y se instalará en un lugar accesible. Las conexiones se deberán hacer por medio de un conector aprobado o por soldadura exotérmica. Si se usan barras principales de aluminio, la instalación debe cumplir con 250-64(a).

2) Conductores del electrodo de puesta a tierra individuales. Se debe conectar un conductor del electrodo de puesta a tierra entre el sistema de electrodos de puesta a tierra y uno o más de los siguientes según corresponda:

- a. Al Conductor puesto a tierra en cada envolvente del medio de desconexión del equipo de acometida
- b. Al Conductor de puesta a tierra del equipo instalado con el alimentador
- c. Al Puente de unión de lado de la alimentación

Cada conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado de acuerdo a 250-66, basados en los conductores de acometida que alimentan al medio individual de desconexión.

3) Ubicación común. Un conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar en un ducto u otra envolvente accesible en el lado fuente del medio de desconexión, a uno o más de los siguientes, según corresponda.

- a. Al o los conductores/es puestos a tierra de acometida
- b. Al conductor de puesta a tierra del equipo instalado con el alimentador
- c. Al puente de unión del lado de la alimentación

La conexión se debe hacer con soldadura exotérmica o con un conector aprobado como equipo para puesta a tierra y unión. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado de acuerdo con 250-66, basado en los conductores de entrada de la acometida en el lugar común donde se hace la conexión.

e) Canalizaciones y envolventes para los conductores del electrodo de puesta a tierra.

(1) Generalidades. Las canalizaciones y envolventes de metal ferroso para los conductores del electrodo de puesta a tierra deben ser eléctricamente continuas desde el punto de fijación a los gabinetes o al equipo, hasta el electrodo de puesta a tierra, y se deben asegurar firmemente a la abrazadera o herraje de puesta a tierra. Las canalizaciones y envolventes de metales ferrosos deben estar unidos en cada uno de los extremos de la canalización o envolvente al electrodo de puesta a tierra o al conductor del electrodo de puesta a tierra para crear una trayectoria eléctricamente paralela. No se exigirá que las envolventes de metales no ferrosos sean eléctricamente continuas.

(2) Métodos. La unión debe cumplir con 250-92(b) y debe asegurarse mediante uno de los métodos descritos en 250-92(b)(2) a (b)(4).

(3) Tamaño. El puente de unión para una canalización del conductor del electrodo puesta a tierra o de un cable armado debe ser del mismo tamaño o mayor que el conductor del electrodo de puesta a tierra que está encerrado.

(4) Métodos de cableado. Si se usa una canalización como protección para el conductor del electrodo de puesta a tierra, la instalación debe cumplir con los requisitos del Artículo correspondiente a la canalización.

f) Instalación a electrodos. Los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión que interconectan los electrodos de puesta a tierra, se deben instalar de acuerdo con (1), (2) o (3). El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado para el conductor más grande del electrodo de puesta a tierra más grande que es requerido entre todos los electrodos conectados a él:

- (1) Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se lleve a cualquier electrodo de puesta a tierra disponible en el sistema del electrodo de puesta a tierra, cuando los otros electrodos, si los hay, estén conectados mediante puentes de unión que están instalados, de acuerdo a 250-53(c).

- (2) Se permite que los conductores del electrodo de puesta a tierra se lleven individualmente a uno o más de los electrodos de puesta a tierra.
- (3) Se permitirá que los puentes de unión desde los electrodos de puesta a tierra estén conectados a una barra principal de cobre o aluminio no menor a 6 de espesor x 50 milímetros de ancho y de largo suficiente para acomodar el número de terminaciones necesarias para la instalación. La barra principal se debe sujetar firmemente y se debe instalar en un lugar accesible. Las conexiones se deben hacer por medio de un conector aprobado o por soldadura exotérmica. Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se tienda hasta la barra principal. Cuando se utilizan barras principales de aluminio, la instalación debe cumplir con 250-64(a).

250-66. Tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente alterna. El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura alimentada por un alimentador o circuito derivado o en un sistema derivado separado de un sistema de corriente alterna puesto a tierra o no puesto a tierra, no debe ser menor al dado en la Tabla 250-66, excepto como se permite en (a) hasta (c) siguientes.

a) Conexiones a uno o más electrodos de varilla, tubería o placa. Si el conductor del electrodo de puesta a tierra o del puente de unión está conectado a uno o múltiples electrodos de varilla, tubería o placa o cualquier combinación de éstos, como se permite en 250-52(a)(5) o (a)(7), no se extiende a otros tipos de electrodos que requieren un conductor de mayor tamaño, el conductor de electrodo de puesta a tierra no se requerirá que esa porción del conductor, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea mayor de 13.3 mm² (6 AWG) si es alambre de cobre, o de 21.2 mm² (4 AWG) si es alambre de aluminio.

Tabla 250-66.- Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

Tamaño del mayor conductor de entrada a la acometida o área equivalente para conductores en paralelo ^a				Tamaño del conductor al electrodo de puesta a tierra			
Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio ^b	
mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
33.6 o menor	2 o menor	53.50 o menor	1/0 o menor	8.37	8	13.3	6
42.4 o 53.5	1 o 1/0	67.40 o 85.00	2/0 o 3/0	13.3	6	21.2	4
67.4 o 85.0	2/0 o 3/0	107 o 127	4/0 o 250	21.2	4	33.6	2
Más de 85.0 a 177	Más de 3/0 a 350	Más de 127 a 253	Más de 250 a 500	33.6	2	53.5	1/0
Más de 177 a 304.0	Más de 350 a 600	Más de 253 a 456	Más de 500 a 900	53.5	1/0	85.0	3/0
Más de 304 a 557.38	Más de 600 a 1100	Más de 456 a 887	Más de 900 a 1750	67.4	2/0	107	4/0
Más de 557.38	Más de 1100	Más de 887	Más de 1750	85.0	3/0	127	250

1. Si conjuntos múltiples de conductores para la entrada de la acometida se conectan directamente a una bajada de la acometida, a un conjunto de conductores de acometida aérea, a un conjunto de conductores de acometida subterránea o acometida lateral, el tamaño equivalente del conductor de mayor tamaño de entrada de la acometida se debe determinar por la mayor suma de las áreas de los conductores correspondientes de cada conjunto.

2. Cuando no hay conductores de acometida, el tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra se deberá determinar por el tamaño equivalente del conductor más grande de acometida requerido para la carga a alimentar.

^a Esta tabla también aplica para los conductores derivados de sistemas derivados separados de corriente alterna.

^b Ver 250-64(a) para restricciones de la instalación.

b) Conexiones a electrodos recubiertos de concreto. Si el conductor del electrodo de puesta a tierra o del puente de unión está conectado a uno o múltiples electrodos recubiertos de concreto, como se permite en 250-52(a)(3), no se extiende a otros tipos de electrodos que requieren un conductor de mayor tamaño, el conductor de electrodo de puesta a tierra no se requerirá que esa porción de conductor, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea mayor de 21.2 mm² (4 AWG) de alambre de cobre.

c) Conexiones a anillos de puesta a tierra. Si el conductor de un electrodo de puesta a tierra o el puente de unión está conectado a un anillo de puesta a tierra, como se permite en 250-52(a)(4), no se extiende a otros tipos de electrodos que requieren un conductor de mayor tamaño, el conductor del electrodo de puesta a tierra no se requerirá que sea mayor que el conductor utilizado para el anillo de puesta a tierra.

250-68. Conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y del puente de unión a los electrodos de puesta a tierra. La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura alimentada por un alimentador o circuito derivado o en un sistema derivado separado y el puente de unión asociado, se debe hacer como se especifica en (a) hasta (c) siguientes.

a) Accesibilidad. Todos los elementos mecánicos usados para terminar un conductor del electrodo de puesta a tierra o un puente de unión, a un electrodo de puesta a tierra, deben ser accesibles.

Excepción 1: No se exigirá que una conexión enterrada o revestida, a un electrodo de puesta a tierra enterrado, revestido en concreto o clavado con máquina, sea accesible.

Excepción 2: No se exigirá que sean accesibles las conexiones exotérmicas o de compresión irreversibles utilizadas en las terminaciones, junto con los medios mecánicos utilizados para fijar dichas terminaciones a la estructura metálica a prueba de incendio, sean o no reversibles los medios mecánicos.

b) Trayectoria efectiva de puesta a tierra. La conexión de un conductor del electrodo de puesta a tierra o de un puente de unión hasta un electrodo de puesta a tierra, se debe hacer de una manera que asegure una trayectoria efectiva de puesta a tierra. Cuando sea necesario asegurar la trayectoria de puesta a tierra de un sistema de tubería metálica utilizada como electrodo de puesta a tierra, se debe instalar una unión alrededor de las juntas aisladas, y alrededor de cualquier equipo que tenga la posibilidad de ser desconectado para reparación o reemplazo. Los puentes de unión deben tener una longitud suficiente para permitir la remoción de dicho equipo y siempre mantener la integridad de la trayectoria de puesta a tierra.

c) Conexiones del conductor del electrodo de puesta a tierra. Se permitirá que los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión se conecten en los siguientes lugares y se utilicen para extender la conexión a uno o más electrodos:

- (1) Se permitirá que la tubería interior metálica para agua que es eléctricamente continua con un electrodo metálico de tubería de agua enterrada ubicada a no más de 1.50 metros del punto de entrada del edificio, se extienda la conexión a un electrodo o electrodos. La tubería de agua metálica interior ubicada a más de 1.50 m desde el punto de entrada al edificio no debe utilizarse como conductor para interconectar los electrodos del sistema de electrodos de puesta a tierra.

Excepción: En edificios o estructuras industriales, comerciales e institucionales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que únicamente personas calificadas darán servicio a la instalación, se permitirá que la tubería interior metálica para agua, localizada a más de 1.50 metros del punto de entrada al edificio, se utilice como conductor de unión para interconectar electrodos que son parte del sistema del electrodo de puesta a tierra, o como un conductor del electrodo de puesta a tierra, siempre y cuando toda la tubería esté visible, excepto las secciones cortas que pasan perpendicularmente a través de paredes, pisos o plafones, de la tubería metálica interior para agua expuesta y que es utilizada para el conductor.

- (2) Debe permitirse que el acero estructural metálico de un edificio se utilice como conductor para interconectar los electrodos que son parte del sistema de electrodos de puesta a tierra o como un conductor de electrodo de puesta a tierra. Los pernos de sujeción que aseguran la columna de acero estructural que están conectados a un electrodo cubierto de concreto que cumple con la sección 250-52(a)(3) y se encuentra en la base o cimentación de soporte, se permite conectar el marco estructural metálico de un edificio o estructura al electrodo de puesta a tierra embebido en el concreto. Los pernos de sujeción se conectarán al electrodo recubierto con concreto mediante soldadura, soldadura exotérmica, los amarres de unión de acero usuales u otros medios aprobados.
- (3) Se permite un electrodo recubierto en concreto tipo barra de refuerzo, instalado de acuerdo con 250-52(a)(3) con una sección de refuerzo adicional extendida de su ubicación dentro del concreto a una ubicación accesible que no está sujeta a corrosión para la conexión de conductores del electrodo de puesta a tierra y puentes de unión. La extensión de refuerzo no debe estar expuesta al contacto con la tierra sin protección contra la corrosión.

250-70. Métodos de conexión del conductor de puesta a tierra y de unión a los electrodos. Los conductores de puesta a tierra y de unión se deben conectar al electrodo de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica que esté identificada como conexión permanente, terminales de conexión aprobadas, conectores de presión aprobados, abrazaderas, terminales u otros medios aprobados. No se deben usar conexiones que dependan de soldadura. Las abrazaderas de puesta a tierra deben ser aprobadas como compatibles con los materiales del electrodo de puesta a tierra y con el conductor del electrodo de puesta a tierra, y cuando se usan en electrodos de tubería, varilla u otros electrodos enterrados, también deben estar aprobadas para enterrarse directamente en el suelo o para empotrarse en concreto. No se debe conectar más de un conductor al electrodo de puesta a tierra mediante una abrazadera o conector sencillo, a menos que éstos estén diseñados para múltiples conductores. Se debe usar uno de los siguientes métodos:

- (1) Un conector para tubería, un tapón para tubería u otro dispositivo aprobado para atornillarse a la tubería o al conector de tubería.
- (2) Una abrazadera atornillada, de bronce o latón fundido, o hierro común o maleable.
- (3) Solamente para propósitos de telecomunicaciones en interiores, una abrazadera de puesta a tierra de lámina metálica tipo cinta, que tenga una base metálica rígida que se asiente en el electrodo, y cuya cinta es de un material y dimensiones tales, que no tienen probabilidad de estirarse durante o después de la instalación.
- (4) Un medio aprobado equivalente.

Parte D. Envolvente, canalización y conexiones del cable de la acometida.

250-80. Canalizaciones y envolventes de acometida. Las envolventes y canalizaciones metálicas para los conductores y equipo de acometida se deben conectar al conductor puesto a tierra del sistema si el sistema eléctrico está puesto a tierra, o al conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas eléctricos que no están puestos a tierra.

Excepción: No se exigirá que los componentes metálicos usados en una instalación subterránea de tubo conduit no metálico pesado y que están aislados de posibles contactos por una cubierta de cuando menos 45 centímetros de todas las partes de los componentes metálicos, esté conectado al conductor puesto a tierra del sistema, al puente de unión en el lado del suministro o al conductor del electrodo de puesta a tierra.

250-84. Cable o canalización de acometida subterránea.

a) Cable de acometida subterránea. No se exigirá que la cubierta o armadura de un sistema de cable de acometida subterránea con blindaje o armadura metálica continua que estén conectados al conductor puesto a tierra del sistema en el lado fuente de la alimentación, se conecten al conductor puesto a tierra del sistema en el edificio o estructura. Se permitirá que el forro o la armadura estén aislados de la canalización o tubería metálica interior.

b) Canalización de acometida subterránea que contiene cable. No se exigirá que una canalización metálica de acometida subterránea que contiene un cable con forro o armadura metálica conectada al conductor puesto a tierra del sistema esté conectada al conductor puesto a tierra del sistema en el edificio o estructura. Se permitirá que el forro o la armadura estén aislados de la canalización o tubería metálica interior.

250-86. Envolventes y canalizaciones para otros conductores. Excepto como se permite en 250-112(i), las envolventes y canalizaciones metálicas para otros conductores que no sean los de acometida, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción 1: No se exigirá que las envolventes y canalizaciones metálicas para conductores adicionales a las instalaciones existentes de línea abierta y cable con revestimiento no metálico, estén conectados al conductor de puesta a tierra de equipos, cuando estas envolventes o métodos de alambrado cumplen con (1) a (4) siguientes:

- (1) No proveen una tierra de equipos.
- (2) Están en tramos de menos de 7.50 metros.
- (3) Están libres de contacto probable con la puesta a tierra, metal puesto a tierra, una malla de metal u otro material conductivo.
- (4) Están resguardadas para evitar el contacto de personas.

Excepción 2: No se exigirá que tramos cortos de envolventes o canalizaciones metálicas, usadas para brindar soporte o protección a los ensambles de cable contra daño físico, estén conectadas al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción 3: No se exigirá que un componente metálico esté conectado al conductor de puesta a tierra de equipos o al puente de unión del lado del suministro cuando exista cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) Los componentes metálicos se instalan en una canalización no metálica y están aislados de posibles contactos por una cubierta mínima de 45 cm a cualquier parte de los componentes metálicos.

(2) Los componentes metálicos forman parte de una instalación de canalización(es) no metálica(s) y están aislados de posibles contactos con cualquier parte de los componentes metálicos al estar cubiertos en un mínimo de 5 cm de concreto.

Parte E. Unión

250-90. Generalidades. Se debe proporcionar una unión cuando sea necesario, para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir en forma segura cualquier corriente de falla a que pueda estar sometido.

250-92. Acometidas.

a) Unión de equipos de acometidas. Las partes metálicas que normalmente no son portadoras de corriente, del equipo indicado en (1) y (2) siguientes, se deben unir entre sí.

- (1) Todas las canalizaciones de acometidas, charolas portacables, soportes del cablebus, canaletas auxiliares, o, el forro o armadura del cable de acometida, que contienen o soportan conductores de acometida, excepto como se permite en 250-80.
- (2) Todas las envolventes que contienen conductores de acometida, incluidos accesorios de medidores, cajas o similares, insertados en la canalización o armadura de acometida.

b) Método de unión en la acometida. Los puentes de unión que reúnan los requerimientos de este Artículo se deberán utilizar alrededor de conexiones desiguales tales como, reducciones o aumentos y discos removibles concéntricos o excéntricos. Las reducciones o contratuercas no deberán ser los únicos medios de unión requeridos por esta sección, pero se permitirá que se instalen para hacer la conexión mecánica de las canalizaciones.

La continuidad eléctrica en el equipo, las canalizaciones y las envolventes de conductores de acometida se debe asegurar por uno de los siguientes métodos:

- (1) Unión del equipo al conductor puesto a tierra de acometida, de la manera indicada en 250-8.
- (2) Conexiones que utilizan coples roscados o conectores roscados en envolventes, si el apriete se hace con llave.
- (3) Coples y conectores sin rosca, si se requiere un apriete para canalizaciones metálicas y cables con armadura metálica.
- (4) Otros dispositivos, tales como contratuercas y monitores del tipo de unión o monitores con puentes de unión.

250-94. Unión para sistemas de comunicaciones. Las terminaciones de la unión del sistema de comunicaciones deberán conectarse de acuerdo con (a) o (b).

a) Dispositivo de terminación de la unión entre sistemas. Se debe proporcionar una terminación de unión entre sistemas para conectar los conductores de unión entre sistemas, exigidos para otros sistemas, en la parte exterior de las envolventes del equipo de acometida o envoltente del equipo de medición y en los medios de desconexión para cualquier edificio o estructura adicional. Esta terminación entre sistemas debe cumplir con lo siguiente:

- (1) Ser accesible para inspección y conexión.
- (2) Consistir de un juego de terminales con capacidad para conectar cuando menos tres conductores de unión entre sistemas.
- (3) No debe interferir con la apertura de la envoltente del medio de desconexión de acometida del edificio o estructura y del equipo de medición.
- (4) En el equipo de acometida, debe estar montado en forma segura y eléctricamente conectado a una envoltente del equipo de acometida, a la envoltente del medidor, o a la canalización metálica no flexible de acometida, o estar montada a una de estas envolventes y estar conectada a esa envoltente o al conductor del electrodo de puesta a tierra con un conductor de cobre de tamaño mínimo de 13.3 mm² (6 AWG).
- (5) En los medios de desconexión de un edificio o estructura, se debe montar en forma segura y conectar eléctricamente a la envoltente metálica del medio de desconexión del edificio o estructura, o estar montada en los medios de desconexión y conectada a la envoltente metálica o al conductor del conductor del electrodo de puesta a tierra con un conductor de cobre de tamaño mínimo de 13.3 mm² (6 AWG) de cobre.
- (6) Las terminales deben estar aprobadas para puesta a tierra y unión de equipos.

Excepción: En edificios o estructuras existentes, cuando exista cualquiera de los conductores de unión y de electrodos de puesta a tierra entre sistemas que se exigen en 770-100(b)(2), 800-100(b)(2), 810-21(f)(2), 820-100(b)(2) y 830-100(b)(2), no se exige la instalación de la terminación de unión entre sistemas. Se permitirá un medio accesible externo a envolventes, para conectar los conductores del electrodo de puesta a tierra y de unión entre sistemas al equipo de acometida y a los medios de desconexión para cualquier edificio o estructura adicional, por al menos uno de los siguientes medios:

- (1) Canalizaciones metálicas no flexibles expuestas.
- (2) Conductor del electrodo de puesta a tierra expuesto.
- (3) Un medio aprobado para la conexión externa de un conductor de cobre u otro conductor resistente a la corrosión, de unión o del electrodo de puesta a tierra, hasta la canalización o equipo puestos a tierra.

NOTA 1: Un conductor de cobre de tamaño 13.3 mm² (6 AWG) con un extremo unido a la canalización no flexible metálica o equipo puesto a tierra y con 15 centímetros o más en el otro extremo, accesible en la pared exterior, es un ejemplo de un medio aprobado en el inciso (3) de esta Excepción.

NOTA 2: Ver 770-100, 800-100, 810-21, 820-100 y 830-100 para los requerimientos de unión y de puesta a tierra entre sistemas para cables de fibra óptica conductivos, circuitos de comunicación, equipo de radio y televisión, circuitos de CATV y sistemas de comunicación de banda ancha alimentados por la red, respectivamente.

b) Otros medios. Las conexiones a una barra de cobre o de aluminio con no menos de 6 mm de espesor y 50 mm de ancho y con suficiente longitud para conectar al menos 3 terminaciones de sistemas de comunicaciones en adición a otras conexiones. La barra se debe asegurar adecuadamente y debe ser instalada en un lugar accesible. Las conexiones se deben hacer con conectores aprobados. Si se utilizan barras de aluminio, la instalación debe cumplir con 250-64(a).

Excepción a (a) y (b). Los medios para conectar los conductores de unión entre sistemas no son requeridos cuando no se utilizan los sistemas de comunicación.

NOTA: el uso de un dispositivo de unión entre sistemas puede reducir el ruido eléctrico en los sistemas de comunicación.

250-96. Unión de otras envolventes.

a) Generalidades. Las canalizaciones metálicas, charolas portacables, armadura de cables, blindaje de cables, envolventes, bastidores, herrajes y otras partes metálicas no portadoras de corriente que están destinadas para uso como conductores de puesta a tierra de equipos, con o sin el uso de conductores de puesta a tierra de equipos suplementarios, se deben unir cuando sea necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir en forma segura cualquier corriente de falla que probablemente les sea impuesta. Cualquier pintura, esmalte o recubrimiento similar no conductor se debe remover de las roscas, puntos de contacto y superficies de contacto, o las conexiones se deben hacer por medio de herrajes diseñados para hacer que esta remoción sea innecesaria.

b) Circuitos de puesta a tierra aislados. Cuando se desee reducir el ruido eléctrico (interferencia electromagnética) en el circuito de puesta a tierra, se permitirá que la envolvente del equipo alimentado por un circuito derivado esté aislada de la canalización que contiene los circuitos que alimentan únicamente ese equipo, mediante uno o más de los accesorios no metálicos para canalizaciones, localizados en el punto de fijación de la canalización a la envolvente del equipo. La canalización metálica debe cumplir con las disposiciones de este Artículo y se debe complementar mediante un conductor de puesta a tierra de equipos aislado interno del equipo, instalado de acuerdo con 250-146(d) para la puesta a tierra de la envolvente del equipo.

NOTA: El uso de un conductor de puesta a tierra de equipos aislado del equipo, no exime el requisito de la puesta a tierra del sistema de canalización.

250-97. Unión para más de 250 volts. Para circuitos de más de 250 volts a tierra, la continuidad eléctrica de las canalizaciones metálicas y de los cables con pantalla metálica que contienen algún conductor diferente de los de acometida, se debe asegurar mediante uno o más de los métodos especificados para acometidas en 250-92(b), excepto para(b)(1).

Excepción: En caso de que no haya discos removibles sobredimensionados, concéntricos o excéntricos, o cuando una caja o envolvente con discos removibles concéntricos o excéntricos para la sujeción de tubos estén aprobadas para proporcionar una unión confiable, se permitirán los siguientes métodos:

- (1) Coples no roscados y conectores para cables con blindajes metálicos.
- (2) Dos contratueras en tubo conduit metálico pesado o tubo conduit metálico semipesado, una adentro y otra afuera de las cajas y gabinetes.
- (3) Accesorios con rebordes que se asientan firmemente contra la caja o gabinete, tales como conectores de tubería metálica eléctrica, conectores de tubo conduit metálico flexible y conectores de cable, con una contratuerca en la parte interior de cajas y gabinetes.
- (4) Accesorios aprobados.

250-98. Unión de canalizaciones metálicas unidas holgadamente. Las juntas de expansión y secciones telescópicas de las canalizaciones metálicas se deben hacer eléctricamente continuas mediante puentes de unión del equipo u otros medios.

250-100. Unión en lugares peligrosos (clasificados). Independientemente de la tensión del sistema eléctrico, la continuidad eléctrica de las partes metálicas no portadoras de corriente, de equipos, canalizaciones y otras envolventes en lugares peligrosos (clasificados), tal como se definen en 500-5, 505-5 y 506-5 se debe asegurar por alguno de los métodos de unión que se especifican en 250-92(b)(2) hasta (b)(4). Se debe usar uno o más de estos métodos de unión, estén instalados o no, los conductores de puesta a tierra de equipos del tipo cable conductor.

NOTA: Ver 501-30, 502-30, 503-30, 505-25 o 506-25 para conocer los requisitos de unión específicos.

250-102. Conductores puestos a tierra, conductores de unión y puentes de unión.

a) Material. Los puentes de unión de equipos deben ser de cobre, aluminio, aluminio recubierto de cobre o de otro material resistente a la corrosión. Un puente de unión debe ser un alambre, una barra, un tornillo o un conductor similar adecuado.

b) Fijación. Los puentes de unión se deben fijar de la manera especificada en las disposiciones aplicables de 250-8 para circuitos y equipo y por 250-70 para electrodos de puesta a tierra.

c) Tamaño. Puentes de unión del lado del suministro.

1) Tamaño para conductores en el lado del suministro en una sola canalización o cable. El puente de unión del lado de alimentación no debe tener un tamaño menor que el especificado en la Tabla 250-102(c)(1).

2) Tamaño para instalaciones de conductores en paralelo en dos o más canalizaciones o cables. Cuando los conductores de acometida de fase están conectados en paralelo en dos o más canalizaciones o cables y un puente de unión individual del lado de la alimentación es utilizado para la unión de estas canalizaciones o cables, el tamaño del puente de unión individual del lado de la alimentación para cada canalización o cable debe ser seleccionado de acuerdo con la Tabla 250-102(c)(1), basado en el tamaño de los conductores de fase de acometida en cada canalización o cable. El tamaño de un puente de unión del lado de la alimentación que es instalado para la unión de dos o más canalizaciones o cables debe estar de acuerdo con 250-102(c)(1).

NOTA: El Término “conductor de alimentación” incluye a los conductores no puestos a tierra que no cuentan con protección contra sobrecorriente sobre su lado de alimentación y terminan en el equipo de acometida o en el primer medio de desconexión de un sistema derivado separado.

Tabla 250-102(c)(1) Conductor puesto a tierra, puente de unión principal, puente de unión del sistema y puente de unión del lado de la alimentación para sistemas de corriente alterna

Tamaño del mayor conductor no puesto a tierra o área equivalente para conductores en paralelo				Tamaño del conductor puesto a tierra o puente de unión *			
Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio *	
mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
33.6 o menor	2 o menor	53.50 o menor	1/0 o menor	8.37	8	13.3	6
42.4 o 53.5	1 o 1/0	67.40 o 85.00	2/0 o 3/0	13.3	6	21.2	4
67.4 o 85.0	2/0 o 3/0	107 o 127	4/0 o 250	21.2	4	33.6	2
Más de 85.0 a 177	Más de 3/0 a 350	Más de 127 a 253	Más de 250 a 500	33.6	2	53.5	1/0
Más de 177 a 304.0	Más de 350 a 600	Más de 253 a 456	Más de 500 a 900	53.5	1/0	85.0	3/0
Más de 304 a 557.38	Más de 600 a 1100	Más de 456 a 887	Más de 900 a 1750	67.4	2/0	107	4/0
Más de 557.38	Más de 1100	Más de 887	Más de 1750	Ver Notas 1 y 2			

Notas:

1. Si los conductores de alimentación no puestos a tierra son mayores de 1100 kcmil de cobre o de 1750 kcmil de aluminio, el conductor puesto a tierra o puente de unión debe tener un área no menor de 12 ½ por ciento del área del mayor conductor de alimentación no puesto a tierra o área equivalente para conductores de alimentación en paralelo. No debe requerirse que el conductor puesto a tierra o el puente de unión sean mayores que el conductor no puesto a tierra o grupo de conductores no puestos a tierra de mayor calibre.
2. Si los conductores de alimentación no puestos a tierra son mayores de 1100 kcmil de cobre o de 1750 kcmil de aluminio y el puente de unión son de materiales diferentes (cobre, aluminio o aluminio revestido de cobre) el tamaño mínimo del conductor puesto a tierra o del puente de unión debe basarse en el uso presunto de los conductores de alimentación no puestos a tierra del mismo material que el del conductor puesto a tierra o puente de unión y tendrán una ampacidad equivalente a la de los conductores de alimentación no puestos a tierra instalados.
3. Si se usan múltiples conjuntos de conductores de entrada de la acometida según lo permitido en la sección 230.40, excepción No. 2, o si se instalan múltiples conjuntos de conductores de alimentación no puestos a tierra para un sistema derivado separado, el tamaño equivalente del conductor mayor de alimentación no puesto a tierra debe determinarse mediante la suma más alta de las áreas de los conductores correspondientes de cada conjunto.
4. Si no hay conductores de entrada de la acometida, el tamaño del conductor de alimentación debe determinarse mediante el tamaño equivalente del mayor conductor de entrada de la acometida requerido para la carga que se va a alimentar.

*Para los fines de esta tabla, el término “puente de unión” se refiere a los puentes de unión principales, a los puentes de unión del sistema y a los puentes de unión del lado de la alimentación.

d) Tamaño – Puente de unión del equipo en el lado carga de un dispositivo contra sobrecorriente. El tamaño del puente de unión del equipo en el lado carga de los dispositivos de sobrecorriente debe estar de acuerdo con 250-122.

Se permitirá que un solo puente de unión de equipos conecte dos o más canalizaciones o cables, si el puente de unión está dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122, para el mayor dispositivo de sobrecorriente que alimenta esos circuitos.

e) Instalación. Se permitirá que los conductores o puentes de unión y los puentes de unión del equipo se instalen dentro o fuera de la canalización o envoltente.

1) Dentro de la canalización o envoltente. Si está instalado dentro de una canalización, el puente de unión del equipo y puentes de unión o conductores deben cumplir con los requisitos de 250-119 y 250-148.

2) Fuera de la canalización o envoltente. Si está instalado en el exterior, la longitud del puente de unión o conductor del puente de unión del equipo no debe ser mayor a 1.80 metros y debe ir junto a la canalización o envoltente.

Excepción: Se permitirá un puente de unión de equipos o un puente de unión del lado de alimentación con longitud mayor a 1.80 metros cuando está ubicado el poste afuera, con el propósito de unión o puesta a tierra de secciones aisladas de canalizaciones o codos metálicos instalados en tramos verticales expuestos de tubo conduit metálico u otra canalización metálica y para los electrodos de puesta a tierra y, además, no se requiere que vayan junto con la canalización o envoltente.

3) Protección. Los conductores o puentes de unión y los puentes de unión del equipo y de conductores deben instalarse de acuerdo con 250-64(a) y (b).

250-104. Unión de sistemas de tubería y metal estructural expuesto.

a) Tubería metálica para agua. Un sistema de tubería metálica para agua se debe unir como se exige en (1), (2) o (3) siguientes.

1) General. Sistemas de tubería metálica para agua instalados o fijados dentro de un edificio o estructura se deben unir a cualquiera de los siguientes:

- a. A la envoltente del equipo de acometida
- b. Al conductor puesto a tierra de la acometida
- c. Al conductor del electrodo de puesta a tierra si es de tamaño suficiente

d. A uno o más electrodos de puesta a tierra usados, si el conductor del electrodo de puesta a tierra o puente de unión al electrodo de puesta a tierra tiene el tamaño suficiente.

Los puentes de unión se deben instalar de acuerdo con 250-64(a), (b), y (e). Los puntos de sujeción de los puentes de unión deben ser accesibles. Los puentes de unión deben dimensionarse de acuerdo con la tabla 250-102(c) excepto como se permite en 250-104(a)(2) y 250-104(a)(3).

2) Edificios de ocupaciones múltiples. Edificios de varios lugares con distintos usos. En edificios de varios lugares con distintos usos, en donde el(los) sistema(s) de tubería metálica para agua instalado(s) en, o fijado(s) al edificio o estructura destinada a las ocupaciones individuales está aislado metálicamente de todos los otros lugares mediante el uso de tubería no metálica para agua, se permitirá que el(los) sistema(s) de tubería metálica para agua de cada lugar esté unida a la terminal de puesta a tierra de equipos de la envoltente del tablero de alumbrado y control o del tablero de distribución (diferente del equipo de acometida) que alimenta ese lugar. El puente de unión se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250-102(d).

3) Varios edificios o estructuras alimentadas por alimentadores o circuitos derivados. Los sistemas de tubería metálica para agua instalados en, o fijados al edificio o estructura se deben unir a cualquiera de los siguientes:

- a. A la envoltente de los medios de desconexión del edificio o estructura cuando está localizada en el edificio o estructura.
- b. Al conductor de puesta a tierra de equipos que va junto con los conductores de alimentación.
- c. A uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados.

Los puentes de unión se deben dimensionar de acuerdo con 250-102(c)(1), basado en el tamaño de los conductores del alimentador o del circuito derivado que alimentan el edificio o estructura. No se exigirá que el puente de unión sea de mayor tamaño que el conductor de fase de mayor tamaño del alimentador o del circuito derivado que alimenta al edificio o estructura.

b) Otra tubería metálica. Si está instalada en, o fijada a, un edificio o estructura, uno o más sistemas de tuberías metálicas, incluyendo tubería para gas, que puedan llegar a energizarse, se deben unir a uno de los siguientes:

(1) Conductor de puesta a tierra del equipo para el circuito con probabilidad de energizar el sistema de tuberías

(2) A la envolvente del equipo de acometida;

(3) Al conductor puesto a tierra de la acometida;

(4) Al conductor del electrodo de puesta a tierra, si es de tamaño suficiente;

(5) A uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados, si el conductor del electrodo de puesta a tierra o el puente de unión al electrodo de puesta a tierra es de tamaño suficiente.

Los conductores de unión o los puentes de unión se deben dimensionar de acuerdo con la tabla 250-122 y los conductores de puesta a tierra de equipos se deben dimensionar de acuerdo con la tabla 250-122, usando la capacidad nominal del circuito que pudiera llegar a energizar los sistemas de tubería. Los puntos de fijación de los puentes de unión deben ser accesibles.

NOTA: La unión de todas las tuberías y ductos metálicos de aire dentro de los inmuebles proporcionará seguridad adicional.

c) Metal estructural. El metal estructural expuesto que está interconectado para formar la estructura metálica del edificio y no está intencionalmente unido o puesto a tierra y que pudiera llegar a estar energizado, se debe unir a cualquiera de los siguientes:

(1) La envolvente del equipo de acometida;

(2) Al conductor puesto a tierra en la acometida;

(3) A los medios de desconexión de edificios o estructuras alimentadas por un alimentador o circuito derivado;

(4) Al conductor del electrodo de puesta a tierra, si es de tamaño suficiente;

(5) A uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados, si el conductor del electrodo de puesta a tierra o el puente de unión al electrodo de puesta a tierra es de tamaño suficiente.

Los tamaños de los conductores o puentes de unión se deben seleccionar de acuerdo con la Tabla 250-102(c)(1) e instalarse de acuerdo con 250-64(a), (b) y (e). Los puntos de fijación de los puentes de unión deben ser accesibles, a menos que se instalen de acuerdo con 250-68(a), Excepción 2.

d) Sistemas derivados separados. Los sistemas de tubería metálica para agua y el acero estructural interconectado para formar la estructura metálica del edificio, se deben unir a sistemas derivados separados, según (1) hasta (3) siguientes.

1) Sistemas de tubería metálica para agua. Los conductores puestos a tierra de cada sistema derivado separado se deben unir al punto disponible más cercano de los sistemas de tubería metálica para agua en el área alimentada por cada sistema derivado separado. Esta conexión se debe hacer en el mismo punto del sistema derivado separado donde se conecta el conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada puente de unión se debe dimensionar según la Tabla 250-102(c)(1) con base en el conductor de fase de mayor tamaño del sistema derivado separado.

Excepción 1: No se exigirá un puente de unión separado al sistema de tubería metálica para agua cuando dicho sistema se utilice como electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado y el sistema de tubería para agua esté en el área alimentada.

Excepción 2: No se exigirá un puente de unión separado de la tubería para agua cuando la estructura metálica de un edificio o una estructura se utilicen como electrodo de puesta a tierra para un sistema derivado separado y esté unido a la tubería metálica para agua en el área alimentada por el sistema derivado separado.

2) Metal estructural. Cuando exista metal estructural expuesto que esté interconectado para formar la estructura del edificio en el área alimentada por el sistema derivado separado se debe unir al conductor puesto a tierra de cada sistema derivado separado. Esta conexión se debe hacer en el mismo punto del sistema derivado separado donde se conecta el conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada puente de unión se debe dimensionar según la Tabla 250-102(c)(1), con base en el conductor de fase de mayor tamaño del sistema derivado separado.

Excepción 1: No se exigirá un puente separado de unión al acero estructural del edificio, cuando la estructura metálica de un edificio o estructura se utilice como el electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado.

Excepción 2: No se exigirá un puente de unión separado al metal estructural del edificio, cuando la tubería para agua de un edificio o estructura se utilice como el electrodo de puesta a tierra para un sistema derivado separado, y esté unido al acero estructural del edificio en el área alimentada por el sistema derivado separado.

3) Conductor del electrodo de puesta a tierra común. Cuando se instala un conductor del electrodo de puesta a tierra común para varios sistemas derivados separados, tal como se permite en 250-30(a)(6), y cuando existe acero estructural expuesto que está interconectado para formar la estructura del edificio o hay tubería metálica interior en el área alimentada por el sistema derivado separado, la tubería metálica y el elemento metálico estructural se deben unir al conductor común del electrodo de puesta a tierra, en el área alimentada por el sistema derivado separado.

Excepción: No se exigirá un puente de unión separado desde cada sistema derivado hasta la tubería metálica para agua y a los elementos metálicos estructurales, cuando la tubería metálica y los elementos metálicos estructurales en el área alimentada por el sistema derivado separado estén unidos al conductor común del electrodo de puesta a tierra.

250-106. Sistemas de protección contra descargas atmosféricas. Los electrodos de puesta a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas se deben unir al sistema del electrodo de puesta a tierra del edificio o estructura.

NOTA 1: Ver 250-60 para el uso de las varillas de pararrayos

NOTA 2: Las canalizaciones metálicas, envolventes y otras partes metálicas no portadoras de corriente del equipo eléctrico instalado en un edificio equipado con un sistema de protección contra descargas atmosféricas, pueden requerir unión o separación de los conductores de protección contra descargas atmosféricas.

Parte F. Puesta a tierra de equipo y conductores de puesta a tierra de equipo

250-110. Equipo sujetado en su lugar o conectado mediante métodos de alambrado permanente (fijos). Las partes metálicas expuestas, normalmente no portadoras de corriente de equipos fijos alimentados por o conductores alojados en una envolvente o componentes que tienen probabilidad de ser energizadas, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Si están dentro de una distancia de 2.50 metros verticalmente o 1.50 metros horizontalmente de objetos metálicos puestos a tierra o de puesta a tierra y que las personas puedan hacer contacto con ellos.
- (2) Si están localizados en un lugar húmedo o mojado y no están aislados.
- (3) Si están en contacto eléctrico con metales.
- (4) Si están en un lugar peligroso (clasificado), como se indica en los Artículos 500 a 517.
- (5) Si son alimentados por un método de alambrado que provee un conductor de puesta a tierra al equipo, excepto como se permite en 250-86, Excepción 2, para secciones cortas de envolventes metálicas.
- (6) Si el equipo opera con cualquier terminal a más de 150 volts a tierra.

Excepción 1: Si están aprobados, los envolventes metálicos de aparatos calentados eléctricamente, que tienen su carcasa permanente y eficazmente aislada de tierra, no se requerirá la puesta a tierra del aparato.

Excepción 2: Los equipos de distribución, tales como tanques de transformadores y capacitores, montados en postes de madera a una altura superior a 2.50 metros sobre el nivel del suelo o de la tierra, no se requerirá que sean puestos a tierra.

Excepción 3: No se exigirá que el equipo protegido por un sistema de doble aislamiento, o su equivalente, se conecte al conductor de puesta a tierra de equipos. Cuando se emplee este sistema, el equipo se debe marcar en forma notoria.

250-112. Equipo específico sujetado en su lugar o conectado por métodos de alambrado permanentes (fijos). Excepto como se permite en los incisos (f) e (i), las partes metálicas normalmente no portadoras de corriente expuestas de los equipos descritos en (a) hasta (k), y las partes metálicas normalmente no portadoras de corriente de los equipos y envolventes descritos en (l) y (m) se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos, independientemente de la tensión.

a) Gabinetes de tableros de distribución, tableros de potencia con envoltentes metálicas y estructuras. Los gabinetes de tableros de distribución, tableros de potencia con envoltentes metálicas y estructuras que soportan equipo de desconexión, excepto los gabinetes de tableros de distribución o tableros de potencia con envoltentes metálicas de corriente continua de 2 hilos, si están eficazmente aislados de la tierra.

b) Órganos de tubos. Los bastidores del generador y del motor en un órgano de tubos, operado eléctricamente, a menos que esté aislado eficazmente de tierra y del motor que lo acciona.

c) Carcasas de motor. Carcasas de motor, como se establece en 430-242.

d) Envoltentes de controladores de motores. Envoltentes de controladores de motores, a menos que estén fijados a un equipo portátil no puesto a tierra.

e) Ascensores y grúas. Equipo eléctrico para ascensores y grúas.

f) Garajes, teatros y estudios de cine. Equipo eléctrico en talleres y estacionamientos comerciales, teatros y estudios de cine, excepto portalámparas colgantes alimentadas por circuitos de no más de 150 volts a tierra.

g) Anuncios eléctricos. Anuncios eléctricos, iluminación de contorno y equipo asociado, como se establece en 600-7.

h) Equipo para proyección de películas de cine. Equipo de proyección de cine.

i) Circuitos de control remoto, de señalización y de alarmas contra incendios. El equipo alimentado por circuitos Clase 1 debe ser puesto a tierra, a menos que funcione a menos de 50 volts. El equipo alimentado por circuitos de potencia limitada Clase 1, por circuitos de control remoto y señalización Clase 2 y Clase 3, y por circuitos de alarmas contra incendios, deben ser puestos a tierra si en la Parte B o H de este Artículo se exige la puesta a tierra del sistema.

j) Luminarias. Luminarias como se establece en la Parte E del Artículo 410.

k) Equipo montados en patines. El equipo eléctrico y los patines instalados en forma permanente se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, dimensionado como se exige en 250-122.

l) Bombas de agua operadas a motor. Bombas de agua operadas a motor, incluidas las de tipo sumergible.

m) Ademe metálico de pozos. Cuando una bomba sumergible se usa con ademe metálico, este ademe del pozo se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito de la bomba.

250-114. Equipo conectado con cordón y clavija. En cualquiera de las condiciones siguientes descritas en (1) a (4), las partes metálicas expuestas normalmente no portadoras de corriente de equipos conectados con cordón y clavija se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: No se exigirá que las herramientas, aparatos y equipos aprobados, incluidos en (2) hasta (4) estén conectados al conductor de puesta a tierra de equipos, si están protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente. El equipo con doble aislamiento se debe marcar claramente.

(1) En lugares peligrosos (clasificados) (ver los Artículos 500 a 517).

(2) Si operan a más de 150 volts a tierra.

Excepción 1: Si los motores están resguardados, no se exigirá que estén conectados al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción 2: Si están aprobados, los bastidores metálicos de aparatos calentados eléctricamente, que tienen su bastidor permanente y eficazmente aislado de tierra, no se requerirá que se conecte al conductor de puesta a tierra de equipos.

(3) En aplicaciones residenciales.

a. Refrigeradores, congeladores y equipos de aire acondicionado.

b. Máquinas lavadoras y secadoras de ropa, máquinas lavaplatos, estufas eléctricas, trituradoras de desperdicios para cocinas; equipos de tecnología de información; bombas de sumideros y equipo eléctrico para acuarios.

c. Herramientas manuales operadas a motor, herramientas estacionarias y fijas operadas a motor, y herramientas industriales ligeras operadas a motor.

d. Aparatos operados a motor de los siguientes tipos: tijeras podadoras, cortadoras de césped, sopladoras de nieve y lavadoras de pisos.

e. Lámparas portátiles de mano.

- (4) Otras aplicaciones distintas de las residenciales
 - a. Refrigeradores, congeladores y equipos de aire acondicionado.
 - b. Máquinas lavadoras y secadoras de ropa, máquinas lavaplatos; equipos de tecnología de información; bombas de sumideros y equipo eléctrico para acuarios.
 - c. Herramientas manuales portátiles operadas a motor, herramientas estacionarias y fijas operadas a motor, y herramientas industriales ligeras operadas a motor.
 - d. Aparatos operados a motor de los siguientes tipos: podadoras eléctricas, cortadoras césped, sopladoras de nieve y purificadores de aire.
 - e. Lámparas portátiles de mano
 - f. Aparatos conectados con cordón y clavija, usados en lugares húmedos o mojados, o por personas que se encuentran sobre el suelo o en pisos metálicos, o que trabajan dentro de tanques o calderas metálicas.
 - g. Herramientas que es probable se usen en lugares mojados o lugares conductivos.

Excepción: No se exigirá que las herramientas y lámparas portátiles de mano que se usen en lugares mojados o en lugares conductivos estén conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos, si se alimentan a través de un transformador de aislamiento con un secundario no puesto a tierra de no más de 50 volts.

250-116. Equipo no eléctrico. Las partes metálicas de equipo no eléctrico descrito en esta sección, deben estar conectados al conductor de puesta a tierra de equipos:

- (1) Las estructuras y carriles de grúas y montacargas operados eléctricamente.
- (2) Las estructuras de las cabinas de ascensores no accionados eléctricamente, a las cuales están sujetos conductores eléctricos.
- (3) Cables metálicos de desplazamiento operados manualmente, o cables de ascensores eléctricos.

NOTA: Cuando una extensión considerable de metal en edificios o estructuras o sobre ellos pueda llegar a ser energizada y esté expuesta a contacto personal, la unión y la puesta a tierra adecuadas brindarán seguridad adicional.

250-118. Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos, llevado junto o encerrado con los conductores del circuito, debe ser uno o más o una combinación de los siguientes:

- (1) Un conductor de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre. Este conductor debe ser sólido o cableado; aislado, cubierto o desnudo; en forma de un alambre o una barra de cualquier forma.
- (2) Tubo conduit metálico pesado Tipo RMC.
- (3) Tubo conduit metálico semipesado Tipo IMC.
- (4) Tubo conduit metálico ligero Tipo EMT.
- (5) Tubo conduit metálico flexible Tipo FMC, que cumpla todas las siguientes condiciones.
 - a. El tubo conduit termina en accesorios aprobados.
 - b. Los conductores del circuito alojados en el tubo conduit están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente con valor de 20 amperes o menos.
 - c. El tamaño de los tubos conduit no deben exceder la designación métrica de 35 (tamaño comercial 1½).
 - d. La longitud combinada de tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de falla a tierra, no sea mayor a 1.80 metros.
 - e. Si se utiliza para conectar equipos en donde se requiere flexibilidad para minimizar la transmisión de la vibración del equipo o para proporcionar flexibilidad para un equipo que requiere movimiento después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.
- (6) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFMC, cumpliendo todas las siguientes condiciones:
 - a. El tubo conduit termina en accesorios aprobados.

- b. Para designaciones métricas de 12 hasta 16 (tamaños comerciales de $\frac{3}{8}$ a $\frac{1}{2}$ pulgada), los conductores del circuito contenidos en el tubo conduit están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de 20 amperes o menos.
 - c. Para designaciones métricas de 21 hasta 35 (tamaños comerciales de $\frac{3}{4}$ a $1\frac{1}{4}$ pulgada) los conductores del circuito contenidos en el tubo conduit están protegidos por dispositivos de sobrecorriente de no más de 60 amperes, y no hay tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible ni tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos en designaciones métricas de 12 hasta 16 (tamaños comerciales de $\frac{3}{8}$ a $\frac{1}{2}$ pulgada) en la trayectoria de la falla a tierra.
 - d. La longitud combinada de tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de la corriente de falla no es mayor a 1.80 metros.
 - e. Si se utiliza para conectar equipos en donde se requiere flexibilidad para minimizar la transmisión de la vibración del equipo o para proporcionar flexibilidad para un equipo que requiere movimiento después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.
- (7) Tubo conduit metálico flexible ligero Tipo FMT, que termina en accesorios aprobados y que cumple todas las siguientes condiciones:
- a. Los conductores del circuito contenidos en la tubería están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de 20 amperes o menos.
 - b. La longitud combinada de tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de la corriente de falla a tierra, no es mayor a 1.80 metros.
- (8) La armadura del cable tipo AC, como se establece en 320-108.
- (9) La cinta de cobre de cable con aislamiento mineral y forro metálico Tipo MI.
- (10) Cable con blindaje metálico Tipo MC que brinda una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra de acuerdo con uno o más de lo siguiente:
- a. Contiene un conductor de puesta a tierra aislado o no aislado en cumplimiento con 250-118(1).
 - b. La combinación de la cubierta metálica y el conductor no aislado de unión/puesta a tierra de equipos del cable tipo MC de cinta metálica entrelazada que está identificado como un conductor de puesta a tierra de equipos.
 - c. La cubierta metálica o la combinación de la cubierta metálica y los conductores de puesta a tierra del cable tipo MC de tubo liso o corrugado, que está aprobada como un conductor de puesta a tierra.
- (11) Charola portacables, como se permite en 392-10 y 392-60.
- (12) El armazón de ensambles de cables aislados (cablebus), como se permite en 370-60(1).
- (13) Otras canalizaciones metálicas aprobadas, eléctricamente continuas y canales auxiliares aprobados.
- (14) Canalizaciones metálicas superficiales adecuadas aprobadas para puesta a tierra.

NOTA: Ver Artículo 100 para la definición de la trayectoria efectiva de la corriente de falla a tierra.

250-119. Identificación de conductores de puesta a tierra de equipos. A menos que se exija algo diferente en esta NOM, se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra de equipos, cubiertos o aislados individualmente deben tener un acabado exterior continuo de color verde o verde con una o más franjas amarillas, excepto como se permite en esa sección. Los conductores con aislamiento o cubierta individual verde, verde con una o más franjas amarillas, o identificados como se permite en esta sección no se deben usar como conductores de circuito puestos a tierra o no puestos a tierra.

Excepción 1: Los cables de circuitos de potencia limitada Clase 2 o Clase 3, o cables de potencia limitada para alarma de incendio o cables de comunicación conteniendo solamente circuitos que funcionan a menos de 50 volts, conectados a equipos, que no requieren ser puestos a tierra de acuerdo con 250-112(i), se permitirá que usen un conductor con aislamiento de color verde o verde con una o más franjas amarillas para otros propósitos diferentes de la puesta a tierra de equipos.

Excepción 2: Debe permitirse que los cordones flexibles con un aislamiento integral y chaqueta, sin un conductor de puesta a tierra del equipo, tenga un acabado exterior continuo que sea verde.

Excepción 3: Debe permitirse que los conductores con aislamiento de color verde se utilicen como conductores de señales no puestos a tierra, donde estén instalados entre las terminaciones de salida de los cabezales de control de semáforos u sus lámparas indicadoras. Los circuitos de señalización instalados de

acuerdo con lo descrito en esta excepción deben incluir un conductor de puesta a tierra del equipo que cumpla con lo establecido en la sección 250-118. Los conductores de tipo cable de puesta a tierra de equipos deben ser desnudos o tener un aislamiento o cubierta que sea verde, con una o más franjas amarillas.

a) Conductores de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y mayores. Los conductores de puesta a tierra del equipo de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y mayores deben cumplir con lo siguiente:

- (1) Se permitirá que un conductor con aislamiento o cubierto, de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y mayor que se identifique en forma permanente en el momento de la instalación, como un conductor de puesta a tierra de equipos, en cada extremo y en todo lugar en donde el conductor sea accesible.

Excepción: No se exigirá que los conductores de tamaño 21.2 mm² (4AWG) y mayores estén marcados dentro de todas las cajas de paso que no contienen empalmes ni bujes de conexión no utilizados.

- (2) La identificación debe rodear al conductor y se debe realizar mediante uno de los siguientes métodos:
 - a. Remover el aislamiento o recubrimiento de toda la longitud expuesta.
 - b. Pintar de color verde el aislamiento o recubrimiento, en la terminación.
 - c. Marcar el aislamiento o recubrimiento con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde, en la terminación.

b) Cable multiconductor. Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado atiende la instalación, se permitirá que, en el momento de la instalación, uno o más conductores aislados en un cable multiconductor se identifiquen permanentemente como conductores de puesta a tierra de equipos, en cada extremo, y en cada lugar en donde los conductores sean accesibles, mediante uno de los siguientes métodos:

- (1) Quitar el aislamiento de toda la longitud expuesta.
- (2) Pintar de color verde el aislamiento expuesto.
- (3) Marcar el aislamiento expuesto con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde. La identificación debe rodear al conductor.

c) Cordón flexible. Los conductores de puesta a tierra en cordones flexibles deberán estar aislados y tendrán un acabado exterior continuo verde, o verde con una o más franjas amarillas.

250-120. Instalación del conductor de puesta a tierra de equipos. Un conductor de puesta a tierra de equipos se debe instalar de acuerdo con (a), (b) y (c).

a) Canalizaciones, charolas portacables, cable armado, canalizaciones prealambradas o cubiertas de cable. Cuando el conductor de puesta a tierra consiste de una canalización, charola portacables, cable armado, armazón de ensamble de cables o cubierta de cable, o cuando sea un alambre dentro de una canalización o cable, se debe instalar de acuerdo con las disposiciones aplicables en esta NOM, usando los accesorios para las uniones y terminaciones aprobados para su uso con el tipo de canalización o cable utilizado. Todas las conexiones, uniones y accesorios deben quedar apretadas, mediante el uso de las herramientas adecuadas.

b) Conductores de aluminio y aluminio recubierto de cobre. Se permitirán los conductores de puesta a tierra de equipos, de aluminio y de aluminio recubierto de cobre desnudo o aislado. Los conductores desnudos no deben estar en contacto directo con la mampostería o la tierra ni estar expuestos a condiciones corrosivas. Los conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre no deben terminarse a 45 centímetros de la tierra o menos.

c) Conductores de puesta a tierra de equipos de tamaño menor que 13.3 mm² (6 AWG). Cuando no están tendidos con los conductores del circuito como se permite en 250-130(c) y 250-134(b) Excepción 2, los conductores de puesta a tierra de equipos de tamaño menor que 13.3 mm² (6 AWG) se deben proteger contra daño físico mediante una canalización identificada o cable armado, a menos que se instale en los espacios huecos de los miembros estructurales de edificios o estructuras y en donde no están expuestos a daño físico.

250-121. Uso de los conductores de puesta a tierra de equipos. Un conductor de puesta a tierra de equipos no se debe utilizar como conductor del electrodo de puesta a tierra.

Excepción: Debe permitirse que un conductor tipo cable de puesta a tierra de equipos instalado de conformidad con lo establecido en la sección 250-6(a) y con los requisitos aplicables tanto al conductor de puesta a tierra del equipo como al conductor del electrodo de puesta a tierra, descritos en las Partes B, C y D del presente artículo, se use tanto como conductor de puesta a tierra del equipo como conductor del electrodo de puesta a tierra.

250-122. Tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos.

a) General. Los conductores de puesta a tierra de equipos, de cobre, aluminio, o aluminio recubierto de cobre, no deben ser de tamaño menor a los mostrados en la Tabla 250-122, pero en ningún caso se exigirá que sean mayores que los conductores de los circuitos que alimentan el equipo. Cuando se usa una charola portacables, canalización, blindaje o cable armado como conductor de puesta a tierra de equipos, como se establece en 250-118 y 250-134(a), se debe cumplir con 250-4(a)(5) o (b)(4).

Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos sean seccionados dentro de un cable multiconductor, siempre y cuando el área combinada en mm^2 o kcmil cumpla con la Tabla 250-122.

b) Incremento en el tamaño. Cuando se incrementa el tamaño de los conductores de fase, del tamaño mínimo que tiene una ampacidad suficiente para la instalación prevista, los conductores de puesta a tierra de, si hay instalados, se debe incrementar el tamaño de los conductores, proporcionalmente al área en mm^2 o kcmil de los conductores de fase.

c) Circuitos múltiples. Cuando un sólo conductor de puesta a tierra de equipos se instala con circuitos múltiples en la misma canalización, cable o charola portacables, se debe dimensionar para los conductores protegidos con el mayor dispositivo contra sobrecorriente en la canalización, cable o charola portacables. Los conductores de puesta a tierra de equipos, instalados en charola portacables deben cumplir con los requisitos mínimos de 392-10(b)(1)(c).

d) Circuitos de motores. Los conductores de puesta a tierra de equipos para circuitos de motores se deben dimensionar según (1) o (2) siguientes.

1) General. El tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor al determinado en 250-122(a), con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado.

2) Interruptor automático de disparo instantáneo y protector contra cortocircuito del motor. Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente es un interruptor automático de disparo instantáneo o un protector contra cortocircuito del motor, el tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor al determinado en 250-122(a) usando el valor nominal máximo permitido del fusible de doble elemento con retardo de tiempo, seleccionado para la protección del circuito derivado contra falla a tierra y cortocircuito, de acuerdo con 430-52(c)(1), Excepción 1.

e) Cordón flexible y alambre de luminarias. El conductor de puesta a tierra de equipos en un cordón flexible con el mayor conductor del circuito de tamaño 5.26 mm^2 (10 AWG) o menor, y el conductor de puesta a tierra de equipos usado con alambres para artefactos de alumbrado de cualquier tamaño de acuerdo con 240-5, no debe ser menor al tamaño 0.824 mm^2 (18 AWG) de cobre y no menor a los conductores del circuito. El conductor de puesta a tierra de equipos en un cordón flexible con un conductor del circuito mayor al tamaño 5.26 mm^2 (10 AWG) se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250-122.

f) Conductores en paralelo. Para circuitos de conductores instalados en paralelo como se permite en 310-10(h), los conductores de puesta a tierra de equipos se deben instalar de acuerdo con (1) o (2) siguientes.

(1) Instalación de los conductores en canalizaciones, canales auxiliares o charolas portacables.

(a) Una sola canalización o charola portacables. Si se instalan conductores en paralelo en la misma canalización o en la misma charola portacables, se permitirá un solo conductor como conductor de puesta a tierra del equipo. El conductor de puesta a tierra del equipo deberá dimensionarse de acuerdo con 250-122, basado en el dispositivo de protección contra sobrecorriente para el alimentador o circuito derivado. Los conductores de puesta a tierra del equipo instalados en charolas portacables deben cumplir con los requisitos mínimos de 392-10(b)(1)(c). Se permite que las charolas portacables o canales auxiliares metálicos de acuerdo con 250-118 o charolas portacables que cumplan con 392-60(b) se utilicen como el conductor de puesta a tierra del equipo.

(b) Canalizaciones múltiples. Si se instalan conductores en paralelo en canalizaciones múltiples, los conductores de puesta a tierra del equipo, cuando se usen, se instalarán en paralelo en cada canalización. El conductor de puesta a tierra del equipo instalado en cada canalización debe dimensionarse de acuerdo con la sección 250-122, basado en el dispositivo de protección contra sobrecorriente para el alimentador o circuito derivado. Se permite que las charolas portacables o canales auxiliares metálicos de acuerdo con 250-118 o charolas portacables que cumplan con 392-60(b) se utilicen como el conductor de puesta a tierra del equipo.

(2) Cables Multiconductores.

a) Si los cables multiconductores se instalan en paralelo, el conductor o los conductores de puesta a tierra del equipo en cada cable se conectarán en paralelo.

b) Si se instalan cables multiconductores en paralelo en la misma canalización, la canal auxiliar o la charola portacables, se permitirá un solo conductor de puesta a tierra de equipos dimensionado de acuerdo con 250-122 en combinación con los conductores de puesta a tierra de equipos siempre que esté dentro del cable multiconductor y todos estarán conectados entre sí.

c) Los conductores de puesta a tierra de equipos instalados en charolas portacable deberán cumplir con los requisitos mínimos de 392-10(b)(1)(c). Se permite que las charolas portacables o canales auxiliares metálicos de acuerdo con 250-118 o charolas portacables que cumplan con 392-60(b) se utilicen como el conductor de puesta a tierra del equipo.

d) Excepto lo dispuesto en el punto 250-122(f)(2)(b) para las instalaciones de las canalizaciones o charolas portacables, el conductor de puesta a tierra del equipo en cada cable multiconductor deberá dimensionarse de acuerdo con 250-122 basado en el dispositivo de protección contra sobrecorriente para el alimentador o circuito derivado.

g) Derivaciones del alimentador. Los conductores de puesta a tierra de equipos instalados junto con derivaciones del alimentador no deben ser menores que los indicados en la Tabla 250-122, basados en el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente del alimentador, pero no se exigirá que sean mayores que los conductores de la derivación.

250-124. Continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos.

a) Conexiones separables. Conexiones separables, como las que se usan en equipos removibles o clavijas de conexión, coples y contactos, deberán proporcionar que, se conecte primero y se desconecte al último el conductor de puesta a tierra de equipos. No se exigirá "conectar primero y desconectar al último" cuando el equipo enclavado, clavijas, contactos y conectores impidan la energización sin la continuidad de la puesta a tierra.

b) Desconectores. Ningún cortacircuito automático o desconectador se debe colocar en el conductor de puesta a tierra de equipos de un sistema de alambrado de inmueble, a menos que la apertura del cortacircuito o desconectador desconecte todas las fuentes de alimentación.

250-126. Identificación de las terminales de alambrado de dispositivos. La terminal para la conexión del conductor de puesta a tierra de equipos se debe identificar mediante uno de los siguientes medios:

- (1) Una terminal de tornillo con cabeza de color verde, no fácilmente removible.
- (2) Un terminal de tuerca de color verde, no fácilmente removible.
- (3) Con el símbolo de la figura 250-126, las letras T, G, GR o la palabra tierra o verde.



NOTA Figura 250-126 Un ejemplo de un símbolo utilizado para identificar el Punto de Terminación de la Puesta a Tierra para un Conductor de Puesta a Tierra de equipos.

Tabla 250-122.- Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2.08	14	-	-
20	3.31	12	-	-
60	5.26	10	-	-
100	8.37	8	13.30	6
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	26.70	3	42.40	1

500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Nota: Para cumplir con lo establecido en 250-4(a)(5) o (b)(4), el conductor de puesta a tierra de equipos debe ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.

*Véase 250-120 para restricciones de instalación.

Parte G. Métodos de puesta a tierra de equipos

250-130. Conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos. Las conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos en la fuente de sistemas derivados separados se deben hacer de acuerdo con 250-30(a)(1). Las conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos en el equipo de acometida se deben hacer como se indica en los incisos (a) o (b). Para el reemplazo de contactos del tipo sin terminal de puesta a tierra, con contactos del tipo con terminal de puesta a tierra, y para extensiones de circuitos derivados solamente en las instalaciones existentes que no tienen conductor de puesta a tierra de equipos en el circuito derivado, se permitirán conexiones tal como se indica en el inciso (c).

a) Para sistemas puestos a tierra. La conexión se debe hacer mediante la unión del conductor de puesta a tierra de equipos al conductor puesto a tierra de acometida y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

b) Para sistemas no puestos a tierra. La conexión se debe hacer mediante la unión del conductor de puesta a tierra de equipos al conductor del electrodo de puesta a tierra.

c) Reemplazo de contactos sin puesta a tierra o extensiones de circuitos derivados. Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos, de un contacto del tipo con terminal de puesta a tierra o de una extensión de un circuito derivado, esté conectado a cualquiera de los siguientes:

- (1) Cualquier punto accesible en el sistema de electrodos de puesta a tierra, como se describe en 250-50.
- (2) Cualquier punto accesible en el conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (3) La barra terminal de puesta a tierra de equipos, dentro de la envolvente en donde se origina el circuito derivado para el contacto o el circuito derivado.
- (4) Un conductor de puesta a tierra de equipos que sea parte de otro circuito derivado que se origine en el envolvente en el que se origina el circuito derivado para el contacto o el circuito derivado.
- (5) Para sistemas puestos a tierra, el conductor puesto a tierra de acometida dentro de la envolvente del equipo de acometida.
- (6) Para sistemas no puestos a tierra, la barra terminal de puesta a tierra dentro de la envolvente del equipo de acometida.

NOTA: Ver 406-4(d) para el uso de contactos del tipo interruptor de protección del circuito por falla a tierra.

250-132. Secciones cortas de canalización. Cuando se requiere que sean puestas a tierra secciones separadas de canalización metálica o cable armado, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con 250-134.

250-134. Equipo sujetado en su lugar o conectado usando métodos de alambrado permanente (fijo) – Puesta a tierra. A menos que estén puestos a tierra por la conexión al conductor puesto a tierra del circuito, como se permite en 250-32, 250-140 y 250-142, las partes metálicas de equipos, canalizaciones y otras envolventes, no portadoras de corriente, si son puestos a tierra, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos mediante uno de los métodos que se indican en (a) o (b).

a) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Mediante conexión con cualquiera de los conductores de puesta a tierra de equipos permitidos en 250-118.

b) Con conductores de circuito. Mediante conexión con un conductor de puesta a tierra de equipos, contenido dentro de la misma canalización, cable, o que de otra forma se lleve junto con los conductores del circuito.

Excepción 1: Como se establece en 250-130(c), se permitirá llevar el conductor de puesta a tierra de equipos separado de los conductores del circuito.

Excepción 2: Para circuitos de corriente continua, se permitirá que se lleve el conductor de puesta a tierra de equipos separado de los conductores del circuito.

NOTA 1: Ver 250-102 y 250-168 con relación a los requisitos del puente de unión del equipo.

NOTA 2: Ver 400-10 con relación al uso de cordones para equipo fijo.

250-136. Equipos considerados puestos a tierra. Bajo las condiciones especificadas en (a) y (b), las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente se deben considerar puestas a tierra.

a) Equipo sujetado a soportes metálicos puestos a tierra. Equipo eléctrico sujetado a, y en contacto eléctrico con, un bastidor o estructura metálica provista para su soporte y conectada a un conductor de puesta a tierra de equipos por uno de los medios indicados en 250-134. Para equipos de corriente alterna, no se debe usar la estructura metálica de un edificio como el conductor de puesta a tierra de equipos requerido.

b) Estructura de carros metálicos. La estructura de carros metálicos, sostenidas e izadas por cables metálicos, asegurados a o corriendo sobre, poleas o cilindros metálicos de las máquinas de los elevadores que están conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos por uno de los métodos indicados en 250-134.

250-138. Equipo conectado con cordón y clavija. Las partes metálicas no portadoras de corriente del equipo conectado con cordón y clavija, si son puestos a tierra, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos por uno de los métodos indicados en (a) o (b).

a) Por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos. Por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos llevado junto con los conductores de alimentación de energía en un ensamble de cables o cordón flexible, terminado apropiadamente en una clavija de conexión con terminal de puesta a tierra, con un contacto fijo de puesta a tierra.

Excepción: Se permitirá que la terminal del contacto de puesta a tierra de los interruptores de circuito por falla a tierra de tipo enchufable sea de tipo movable y de restablecimiento automático, en circuitos que operan a no más de 150 volts entre dos conductores cualesquiera, o a más de 150 volts entre cualquier conductor y tierra.

b) Por medio de un alambre flexible separado o un conductor plano flexible separado. Por medio de un alambre flexible separado o un conductor plano flexible separado, aislado o desnudo, conectado a un conductor de puesta a tierra de equipos y protegido tanto como sea práctico contra daños físicos, cuando es parte del equipo.

250-140. Bastidores de estufas y de secadoras de ropa. Los bastidores de estufas eléctricas, hornos montados en la pared, unidades de cocción sobre la cubierta, secadoras de ropa y cajas de salida o de empalmes, que son parte del circuito de estos aparatos, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos de la manera especificada en 250-134 o 250-138.

Excepción: Únicamente para instalaciones de circuitos derivados existentes, cuando no esté presente un conductor de puesta a tierra de equipos en las cajas de salida o de empalmes, se permitirá que los bastidores de estufas eléctricas, hornos montados en la pared, unidades de cocción sobre la cubierta, secadoras de ropa y cajas de salida o de empalmes, que son parte del circuito de estos aparatos, se conecten al conductor puesto a tierra del circuito, si cumplen todas las siguientes condiciones:

- (1) El circuito de alimentación es de 120/240 volts, 1 fase, 3 hilos; o 220Y/127 volts, derivado de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella.
- (2) El tamaño del conductor puesto a tierra no es menor de 5.26 mm² (10 AWG) de cobre, o de 13.1 mm² (6 AWG) de aluminio.
- (3) El conductor puesto a tierra está aislado, o el conductor puesto a tierra no está aislado y es parte del cable tipo SE de la acometida, y el circuito derivado se origina en el equipo de acometida.
- (4) Las conexiones de puesta a tierra de los contactos, suministrados como parte del equipo, están unidas al equipo.

250-142. Uso del conductor puesto a tierra del circuito para puesta a tierra de equipos.

a) Equipo del lado fuente. Se permitirá que un conductor puesto a tierra del circuito sirva para conectar a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente de equipos, canalizaciones y otras envolventes, en cualquiera de los siguientes lugares:

- (1) En el lado fuente o dentro de la envolvente del medio de desconexión de acometida de corriente alterna
- (2) En el lado fuente o dentro de la envolvente del medio de desconexión principal para edificios separados, como se establece en 250-32(b).
- (3) En el lado fuente o dentro de la envolvente del medio de desconexión principal o de los dispositivos contra sobrecorriente de un sistema derivado separado, cuando se permita en 250-30(a)(1).

b) Equipo del lado carga. Excepto como se permite en 250-30(a)(1) y 250-32(b) Excepción, un conductor puesto a tierra del circuito no se debe usar para poner a tierra partes metálicas de equipo no portadoras de corriente, en el lado carga del medio de desconexión de acometida, o en el lado carga del medio de desconexión de un sistema derivado separado o de los dispositivos contra sobrecorriente para un sistema derivado separado que no tenga un medio de desconexión principal.

Excepción 1: Se permitirá que los bastidores de estufas, hornos montados en la pared, unidades de cocción sobre la cubierta y secadoras de ropa, bajo las condiciones permitidas en 250-140 para las instalaciones existentes, se conecten al conductor puesto a tierra del circuito.

Excepción 2: Se permitirá que sea puesto a tierra la envolvente de medidores mediante la conexión al conductor puesto a tierra del circuito, en el lado carga del desconectador de acometida, si se cumplen con todas las siguientes condiciones:

- (1) No se instala protección contra fallas a tierra en la acometida.
- (2) Todas las envolventes de medidores están junto al medio de desconexión de acometida.
- (3) El tamaño del conductor puesto a tierra del circuito no es menor al especificado en la Tabla 250-122 para los conductores de puesta a tierra de equipos.

Excepción 3: Se permitirá que los sistemas de corriente continua estén puestos a tierra en el lado carga del medio de desconexión o del dispositivo de protección contra sobrecorriente, según 250-164.

Excepción 4: Las calderas tipo de electrodos que funcionan a más de 1000 volts deben ser puestas a tierra según se exige en 490-72(e)(1) y 490-74.

250-144. Conexiones de circuitos múltiples. Cuando el equipo está puesto a tierra y es alimentado por conexiones separadas de más de un circuito o por un sistema de alambreado puesto a tierra del inmueble, se debe proporcionar una terminación del conductor de puesta a tierra de equipos para cada una de estas conexiones, como se especifica en 250-134 y 250-138.

250-146. Conexión de la terminal de puesta a tierra del contacto a la caja. Se debe usar un puente de unión del equipo para conectar la terminal de puesta a tierra de un contacto, del tipo con terminal de puesta a tierra, a una caja puesta a tierra, a menos que esté puesto a tierra como se especifica en los incisos (a) hasta (d) siguientes. El puente de unión del equipo debe estar dimensionado según la Tabla 250-122, con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege a los conductores del circuito.

a) Caja montada en la superficie. Cuando la caja está montada sobre la superficie, se permitirá el contacto directo metal con metal entre el yugo del dispositivo y la caja, o un yugo de contacto o dispositivo, que cumpla con el inciso (b) de esta sección, para la puesta a tierra del contacto a la caja. Se debe retirar por lo menos una de las arandelas aislantes del contacto, que no tenga un yugo de contacto o dispositivo que cumpla lo indicado en el inciso (b) de esta sección, para asegurar el contacto directo metal con metal. Esta disposición no se aplica a contactos de montaje sobre la tapa, a menos que la combinación caja y cubierta esté aprobada para brindar una continuidad satisfactoria a tierra entre la caja y el contacto. Se permite que una cubierta expuesta, se use como medio de unión y de puesta a tierra cuando (1) el dispositivo está fijo a la cubierta con, por lo menos, dos elementos de fijación que sean permanentes (por ejemplo, un remache) o que se sujete con rosca o se sujete con tuerca y tornillo y (2) cuando los orificios de montaje de la cubierta están en una parte plana, no elevada de la cubierta.

b) Dispositivos de contacto o yugos. Se permitirán dispositivos de contacto o yugos diseñados como auto-puesta a tierra, junto con los tornillos de soporte, para establecer la unión del equipo entre el yugo del dispositivo y las cajas de tipo empotrado.

c) Cajas de piso. Se permitirá el uso de cajas para piso diseñadas para brindar continuidad satisfactoria de puesta a tierra entre la caja y el dispositivo.

d) Contactos de puesta a tierra aislada. Cuando se instalen para reducir el ruido eléctrico (interferencia electromagnética) en el circuito de puesta a tierra, se permitirá un contacto en el cual la terminal de puesta a tierra esté aislada deliberadamente del medio de montaje del contacto. La terminal de puesta a tierra del contacto se debe conectar a un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos con aislamiento, tendido junto con los conductores del circuito. Se permitirá que este conductor de puesta a tierra de equipos pase a través de uno o más tableros de distribución sin ninguna conexión a la barra terminal de puesta a tierra del tablero de distribución, como se permite en 408-40, Excepción, de tal modo de terminarlo dentro del mismo edificio o estructura, directamente a la terminal del conductor de puesta a tierra de equipos del sistema derivado o acometida aplicable. Cuando se instala según las disposiciones de esta sección, también se permitirá que este conductor de puesta a tierra de equipos pase a través de cajas, ductos u otras envolventes sin ser conectado a tales envolventes.

NOTA: El uso de un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos con aislamiento no exime el requisito de la puesta a tierra del sistema de canalización y de la caja de salida.

250-148. Continuidad y fijación de los conductores de puesta a tierra de equipos a las cajas. Si los conductores del circuito están empalmados dentro de una caja o terminan dentro o soportado por una caja en un equipo, todos los conductores de puesta a tierra de equipos asociados con cualquiera de esos conductores del circuito se deben conectar dentro de la caja o a la caja con los dispositivos adecuados para el uso, de acuerdo con 250-8 y según (a) hasta (e) siguientes.

Excepción: No se exigirá que el conductor de puesta a tierra de equipos, permitido en 250-146(d), esté conectado a otros conductores de puesta a tierra de equipos o a la caja.

a) Conexiones. Las conexiones y los empalmes se deben hacer según 110-14(b), excepto que no se requiera aislamiento.

b) Continuidad de la puesta a tierra. El arreglo de las conexiones de puesta a tierra debe ser tal que la desconexión o el retiro de un contacto, una luminaria u otro dispositivo alimentados desde la caja, no interfiera ni interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

c) Cajas metálicas. Se debe hacer una conexión entre uno o más de los conductores de puesta a tierra de equipos y la caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra que no se debe usar para ningún otro propósito, un equipo para puesta a tierra, o un dispositivo de puesta a tierra aprobados.

d) Cajas no metálicas. Uno o más conductores de puesta a tierra de equipos llevados a una caja de salida no metálica, se deben organizar de forma que se pueda hacer una conexión a cualquier accesorio o dispositivo que requiera puesta a tierra en esa caja.

e) Soldadura. No se deben utilizar conexiones que dependan exclusivamente de soldadura de bajo punto de fusión.

Parte H. Sistemas de corriente continua

250-160. Generalidades. Los sistemas de corriente continua deben cumplir con esta Parte y otras secciones del Artículo 250 no destinadas específicamente para sistemas de corriente alterna.

250-162. Sistemas y circuitos de corriente continua que deben ser puestos a tierra. Los circuitos y sistemas de corriente continua deben ser puestos a tierra como se establece en (a) y (b) siguientes.

a) Sistemas de corriente continua de dos conductores. Debe ser puesto a tierra un sistema de corriente continua de dos conductores que alimenta el alambrado del inmueble y que opera a una tensión mayor que 60 volts, pero no mayor de 300 volts.

Excepción 1: No se requerirá que sea puesto a tierra un sistema equipado con un detector de tierra, que alimenta solamente equipo industrial en áreas limitadas, donde esté instalado adyacente o forme parte integral de la fuente de alimentación.

Excepción 2: No se requerirá que sea puesto a tierra un sistema de corriente continua derivado de un rectificador alimentado desde un sistema de corriente alterna que cumple con 250-20.

Excepción 3: No se requerirá que sean puestos a tierra los circuitos de alarma contra incendios de corriente continua cuya corriente máxima sea de 30 miliamperes, como se especifica en el Artículo 760, Parte C.

b) Sistemas de corriente continua de tres conductores. Debe ser puesto a tierra el conductor neutro de todos los sistemas de 3 hilos de corriente continua que alimentan el alambrado del inmueble.

250-164. Punto de conexión para sistemas de corriente continua.

a) Fuente de suministro fuera del inmueble. Los sistemas de corriente continua que deben ser puestos a tierra y que se alimenten desde una fuente fuera del inmueble, deben tener la conexión de puesta a tierra en una o más estaciones de suministro. No se debe hacer una conexión de puesta a tierra en acometidas individuales ni en ningún punto del alambrado del inmueble.

b) Fuente de suministro en el inmueble. Si la fuente de suministro del sistema de corriente continua está localizada dentro del inmueble, se debe hacer una conexión de puesta a tierra en uno de los siguientes:

- (1) La fuente de suministro.
- (2) En el primer medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente del sistema.
- (3) Por otro medio que logre una protección equivalente al sistema y utilice equipo identificado y aprobado para ese uso.

250-166. Tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente continua. El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra de un sistema de corriente continua debe cumplir con los requisitos de tamaño descritos en esta sección, aunque no debe requerirse que sea mayor de 85.01 mm² (3/0 AWG) de cobre o de 127 mm² (250 kcmil) de aluminio. El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema de corriente continua debe ser como se especifica en (a) y (b), excepto lo permitido en (c) hasta (e) siguientes:

a) No menor que el conductor del neutro. Si el sistema de corriente continua consiste en un conjunto de balanceado de 3 hilos o de un devanado balanceado con protección de sobrecorriente, como se establece en 445-12 (d), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor del neutro, ni menor que 8.37 mm² (8 AWG) de cobre, o 13.3 mm² (6 AWG) de aluminio.

b) No menor que el conductor más grande. Si el sistema de corriente continua es diferente al de (a) anterior, el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor más grande alimentado por el sistema, y no menor que el 8.37 mm² (8 AWG) de cobre, o el 13.3 mm² (6 AWG) de aluminio.

c) Conectado a electrodos de varilla, tubo o placa. Si está conectado a electrodos de varilla, tubería o placa, como se establece en 250-52(a)(5) o (a)(7), no se exigirá que esa porción de conductor del electrodo de puesta a tierra que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra sea de mayor tamaño que un conductor de cobre de 13.3 mm² (6 AWG) o uno 21.2 mm² (4 AWG) de aluminio.

d) Conectado a un electrodo embebido en concreto. Si se conecta a un electrodo embebido en concreto, como se establece en 250-52(a)(3), no se exigirá que esa porción del conductor del electrodo de puesta a tierra, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea de tamaño mayor que 21.2 mm² (4 AWG) de cobre.

e) Conectado a un anillo de puesta a tierra. Si está conectado a un anillo de puesta a tierra, como se establece en 250-52(a)(4), no se exigirá que esa porción del conductor del electrodo de puesta a tierra que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra sea de mayor tamaño que el conductor usado para el anillo de puesta a tierra.

250-167. Detección de fallas a tierra de la corriente continua.

a) Sistemas no puestos a tierra. Deben requerirse sistemas de detección de fallas a tierra para sistemas no puestos a tierra.

b) Sistemas puestos a tierra. Debe permitirse detección de fallas a tierra para sistemas puestos a tierra.

c) Marcado. Los sistemas de corriente continua deben estar marcados de manera legible, con la indicación del tipo de puesta a tierra en la fuente de corriente continua o en el primer medio de desconexión del sistema. El marcado debe ser suficientemente durable para resistir las condiciones ambientales involucradas.

250-168. Puente de unión del sistema de corriente continua. Para sistemas de corriente continua que deben ser puestos a tierra, se debe usar un puente de unión sin empalmes para conectar los conductores de puesta a tierra de equipos al conductor puesto a tierra en la fuente o en el primer medio de desconexión del sistema donde el sistema está puesto a tierra. El tamaño del puente de unión no debe ser menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra del sistema, especificado en 250-166 y debe cumplir con las disposiciones de 250-28(a), (b) y (c).

250-169. Sistemas derivados separados no puestos a tierra de corriente continua. Excepto que se permita algo diferente en 250-34 para generadores portátiles y montados en vehículos, un sistema derivado separado no puesto a tierra de corriente continua, alimentado de una fuente de potencia autónoma (como por ejemplo un grupo motor-generador), debe tener un conductor del electrodo de puesta a tierra conectado a un electrodo que cumpla con la Parte C de este Artículo, para proporcionar la puesta a tierra de envolventes metálicas, canalizaciones, cables y partes metálicas de equipo expuestas no portadoras de corriente del equipo. La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe hacer a la envolvente metálica, en cualquier punto del sistema derivado separado, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente, o se debe hacer en la fuente de un sistema derivado separado que no tiene medio de desconexión ni dispositivo de protección contra sobrecorriente.

El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar de acuerdo con 250-166.

Parte I. Instrumentos, medidores y relevadores

250-170. Circuitos del transformador para instrumentos. Los circuitos del secundario de los transformadores para instrumentos de corriente y de potencial deben ser puestos a tierra si los devanados del primario están conectados a circuitos de 300 volts o más a tierra, y si están instalados sobre o en tableros de potencia con envolventes metálicas y sobre tableros de distribución, deben ser puestos a tierra, independientemente de la tensión.

Excepción 1: Los circuitos en los cuales los devanados del primario están conectados a circuitos de 1000 volts o menos sin partes energizadas ni alambrado expuesto o accesible a personal no calificado.

Excepción 2: No se requerirá que sean puestos a tierra los secundarios de transformadores de corriente conectados delta de 3 fases.

250-172. Cajas de transformadores para instrumentos. Las cajas o armazones de los transformadores para instrumentos se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, cuando sean accesibles a personal no calificado.

Excepción: Las cajas o armazones de los transformadores de corriente cuyos primarios no están a más de 150 volts a tierra, y que se usen exclusivamente para alimentar corriente a los medidores.

250-174. Cajas de instrumentos, medidores y relevadores que operan a 1000 volts o menos. Los instrumentos, medidores y relevadores que operan con sus devanados o partes activas a 1000 volts o menos, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se especifica en (a), (b) o (c) siguientes.

a) No instalados en tableros de potencia con envolventes metálicas y en tableros de distribución. Los instrumentos, medidores y relevadores no instalados en tableros de potencia con envolventes metálicas y tableros de distribución, que operan con devanados o partes activas a 300 volts o más a tierra, y son accesibles al personal no calificado, deben tener sus envolventes y otras partes metálicas expuestas conectadas al conductor de puesta a tierra de equipos.

b) En equipos de tableros de potencia con envolventes metálicas y/o en tableros de distribución de frente muerto. Los instrumentos, medidores y relevadores (operados desde transformadores de corriente y de potencial o conectados directamente en el circuito), de tableros de potencia con envolventes metálicas o tableros de distribución de frente muerto, deben tener los envolventes conectados al conductor de puesta a tierra de equipos.

c) En tableros de distribución de frente vivo. Los instrumentos, medidores y relevadores (operados desde transformadores de corriente y de potencial o conectados directamente en el circuito), en tableros de distribución que tienen partes vivas expuestas al frente de los tableros, no deben tener los envolventes conectadas al conductor de puesta a tierra de equipos. Se deben proporcionar al operador tapetes aislantes, u otro aislamiento de piso adecuado, si la tensión a tierra es mayor que 150 volts.

250-176. Cajas de instrumentos, medidores y relevadores – Tensión de operación mayor que 1000 volts. Si los instrumentos, medidores y relevadores tienen partes portadoras de corriente de más de 1000 volts a tierra, se deben aislar mediante elevación o proteger con barreras adecuadas, metal puesto a tierra o cubiertas o resguardos aislantes. Sus envolventes no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: Los envolventes de detectores electrostáticos de tierra, en las cuales los segmentos de tierra internos del instrumento están conectados a la carcasa del instrumento y puestas a tierra, y el detector de tierra está aislado mediante elevación.

250-178. Conductor de puesta a tierra de equipos del instrumento. El tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos para los circuitos del secundario de los transformadores para instrumentos y para envolventes de instrumentos no debe ser menor que 3.31 mm^2 (12 AWG) de cobre. Los envolventes de transformadores para instrumentos, instrumentos, medidores y relevadores que están montados directamente en superficies o envolventes metálicas puestos a tierra, o el metal puesto a tierra de tableros de potencia, tableros metálicos o de tableros de distribución, se deben considerar puestos a tierra y no se exigirá ningún conductor adicional de puesta a tierra de equipos.

Parte J. Puesta a tierra de sistemas y circuitos de más de 1000 volts

250-180. Generalidades. Cuando los sistemas de más de 1000 volts están puestos a tierra, deben cumplir con todas las disposiciones aplicables de las secciones anteriores de este Artículo, y con 250-182 hasta 250-194, las cuales complementan y modifican las secciones precedentes.

250-182. Sistemas con neutro derivado. Se permitirá el uso de un punto neutro del sistema derivado de un transformador de puesta a tierra, para utilizarse como puesta a tierra en sistemas de más de 1000 volts.

250-184. Sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra. Se permitirá que los sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra tengan un solo punto de puesta a tierra o múltiples puntos de puesta a tierra.

a) Conductor del neutro.

1) Nivel de aislamiento. El nivel de aislamiento mínimo para los conductores del neutro de sistemas sólidamente puestos a tierra debe ser de 600 volts.

Excepción 1: Se permitirá el uso de conductores de cobre desnudos para el conductor neutro de los siguientes:

- (1) Conductores de entrada de la acometida.
- (2) Acometidas laterales o conductores de acometida subterránea.
- (3) Partes de alimentadores directamente enterrados.

Excepción 2: Se permitirán conductores desnudos para el conductor neutro de partes aéreas instaladas en el exterior.

Excepción 3: Se permitirá que el conductor neutro puesto a tierra sea un conductor desnudo, si está separado de los conductores de fase y protegido contra daño físico.

NOTA: Ver 225-4 para cubiertas de conductores, si están a menos de 3.00 metros de cualquier edificio u otra estructura.

2) Ampacidad. El conductor neutro debe tener suficiente ampacidad para la carga impuesta en el conductor, pero no menos del 33.33 por ciento de la ampacidad de los conductores de fase.

Excepción: En instalaciones industriales y comerciales bajo supervisión de ingeniería, se debe permitir determinar el valor de la ampacidad del conductor neutro a no menos del 20 por ciento de la ampacidad del conductor de fase.

b) Sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto. Cuando se usa un neutro del sistema puesto a tierra en un solo punto, se debe aplicar lo siguiente:

- (1) Se permitirá que un sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto sea alimentado desde (a) o (b):
 - a. Un sistema derivado separado.
 - b. Un sistema con neutro con múltiples puestas a tierra (multiaterrizado), con un conductor de puesta a tierra de equipos conectado al conductor neutro multiaterrizado, en la fuente del sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto.
- (2) Se debe instalar un electrodo de puesta a tierra para el sistema.
- (3) Un conductor del electrodo de puesta a tierra debe conectar el electrodo de puesta a tierra con el conductor neutro del sistema.
- (4) Un puente de unión debe conectar el conductor de puesta a tierra de equipos con el conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (5) Se debe proporcionar un conductor de puesta a tierra de equipos en cada edificio, estructura y envolvente de equipo.
- (6) Sólo se exigirá un conductor neutro cuando se alimentan cargas de fase a neutro.
- (7) Cuando se instala el conductor neutro debe ser aislado y estar conectado a tierra solo en un lugar.
- (8) Un conductor de puesta a tierra de equipos se debe tender junto con los conductores de fase y debe cumplir con lo que se indica en (a), (b) y (c) siguientes:
 - a. No debe llevar carga de forma continua.
 - b. Puede estar desnudo o aislado.
 - c. Debe tener suficiente ampacidad para soportar las condiciones de falla.

c) Sistemas con neutro multiaterrizado. Cuando se usa un sistema de neutro multiaterrizado, se debe aplicar lo siguiente:

- (1) Se permitirá que el conductor neutro de un sistema con neutro sólidamente puesto a tierra esté puesto a tierra en más de un punto. La puesta a tierra se permitirá en una o más de las siguientes ubicaciones:

- a. Transformadores que alimentan conductores para un edificio u otra estructura.
 - b. Circuitos subterráneos cuando el conductor neutro está expuesto.
 - c. Circuitos aéreos instalados en exteriores.
- (2) El conductor neutro multiterrizado debe estar puesto a tierra en cada transformador y en otras ubicaciones adicionales por medio de una conexión a un electrodo de puesta a tierra.
 - (3) Se debe instalar por lo menos un electrodo de puesta a tierra y conectarlo al conductor neutro multiterrizado cada 400 metros.
 - (4) La distancia máxima entre cualquier par de electrodos adyacentes no debe ser más de 400 metros.
 - (5) En un sistema de cable armado multiterrizado, la armadura debe estar puesta a tierra en cada empalme de cable que esté expuesto al contacto con personas.

250-186. Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna proporcionados por la empresa de servicio

a) Sistemas con un conductor puesto a tierra en el punto de acometida. Donde un sistema de corriente alterna que funciona a más de 1000 volts está puesto a tierra en cualquier punto y está provisto de un conductor puesto a tierra en el punto de acometida, deben instalarse uno o más conductores puestos a tierra y se deben llevar con los conductores no puestos a tierra hasta cada medio de desconexión de la acometida y se deben conectar a cada terminal o barra principal del conductor puesto a tierra del medio de desconexión. Un puente de unión principal debe conectar el conductor puesto a tierra a cada envolvente de los medios de desconexión de la acometida. El conductor puesto a tierra debe instalarse de acuerdo con (a)(1) hasta (a)(4). El tamaño del conductor puestos a tierra sólidamente debe ser el mayor de aquél determinado en las secciones 250-184 o de (a)(1) o (a)(2).

Excepción: Donde dos o más medios de desconexión de la acometida están ubicados en un solo ensamble aprobado para uso como equipo de acometida, debe permitirse conectar el conductor puesto a tierra a la terminal o barra común del conductor puesto a tierra del ensamble. El ensamble debe incluir un puente de unión principal para conectar el conductor puesto a tierra al envolvente del ensamble.

(1) Dimensionamiento de una sola canalización o conductor aéreo. El conductor puesto a tierra no debe ser menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra requerido, especificado en la Tabla 250-102(c)(1), pero no debe requerirse que sea mayor que el conductor(es) no puesto(s) a tierra más grande de entrada de la acometida.

(2) Conductores en paralelo en dos o más canalizaciones o conductores aéreos. Si los conductores no puestos a tierra de entrada de la acometida están instalados en paralelo en dos o más canalizaciones o como conductores aéreos en paralelo, los conductores puestos a tierra también se deben instalar en paralelo. El tamaño del conductor puesto a tierra en cada canalización o aéreo se debe basar en el área total en mm² de los conductores no puestos a tierra en paralelo de la canalización o aéreos, tal como se indica en la sección 250-186(a)(1), pero no debe ser menor de 53.5 mm² (1/0 AWG).

NOTA: Ver 310-10(h) sobre conductores no puestos a tierra, conectados en paralelo.

(3) Servicio conectado en delta. El conductor puesto a tierra de un servicio de 3 fases, 3 hilos conectado en delta debe tener una ampacidad no menor que la de los conductores no puestos a tierra.

(4) Sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia. Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia deben instalarse de acuerdo con lo establecido en la sección 250-187.

b) Sistemas sin un conductor puesto a tierra en el punto de acometida. Donde un sistema está puesto a tierra en cualquier punto y no está provisto de un conductor puesto a tierra en el punto de acometida, se debe instalar un puente de unión del lado de la alimentación, debe ser llevado con los conductores no puestos a tierra hasta cada medio de desconexión de la acometida y se debe conectar a cada terminal o barra principal de los conductores de puesta a tierra del equipo de los medios de desconexión. El puente de unión del lado de la alimentación debe instalarse de acuerdo con lo establecido de (b)(1) a (b)(3).

Excepción: Donde dos o más medios de desconexión de la acometida están ubicados en un solo ensamble aprobado para uso como equipo de acometida, debe permitirse conectar el puente de unión del lado de la alimentación a la terminal o barra principal común de puesta a tierra del equipo del ensamble.

(1) Dimensionamiento para una sola canalización o conductor aéreo. El puente de unión del lado de la alimentación no debe ser menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra requerido, especificado en la Tabla 250-102(c)(1), pero no debe requerirse que sea mayor que el o los conductores no puestos a tierra más grande de entrada de la acometida.

(2) Conductores en paralelo en dos o más canalizaciones o conductores aéreos. Si los conductores no puestos a tierra de entrada de la acometida están instalados en paralelo en dos o más canalizaciones o conductores aéreos, el puente de unión del lado de la alimentación también se debe instalar en paralelo. El tamaño del puente de unión del lado de la alimentación de cada canalización o aéreo se debe basar en el área total en mm² o kcmil de los conductores no puestos a tierra en paralelo en la canalización o aéreos, tal como se indica en la sección 250-186(a)(1), pero no debe ser menor de 1/0 AWG.

(3) Sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia. Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia deben instalarse de acuerdo con lo establecido en la sección 250-187.

250-187. Sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia. Cuando se cumplen todas las siguientes condiciones, se permitirán sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia en los cuales una impedancia de puesta a tierra, usualmente una resistencia, limita la corriente de falla a tierra:

- (1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas atenderán la instalación.
- (2) Hay detectores de tierra instalados en el sistema.
- (3) No se alimentan cargas de línea a neutro.

Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia deben cumplir las disposiciones siguientes.

a) Ubicación. La impedancia de puesta a tierra se debe insertar en el conductor de puesta a tierra entre el electrodo de puesta a tierra del sistema de alimentación y el punto neutro del transformador o generador de alimentación.

b) Identificación y aislamiento. El conductor del neutro debe cumplir con lo siguiente:

- 1) El conductor neutro debe estar identificado.
- 2) El conductor neutro debe estar aislado para la máxima tensión del neutro

NOTA: La máxima tensión al neutro en un sistema de 3 fases conectado en estrella es 57.7% de la tensión de fase a fase.

c) Conexión del conductor neutro del sistema. El conductor neutro del sistema no se debe conectar a tierra, excepto a través de la impedancia de puesta a tierra del neutro.

d) Conductores de puesta a tierra de equipos. Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén desnudos y se deben conectar eléctricamente a la barra de puesta a tierra y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

250-188. Puesta a tierra de sistemas que alimentan equipo portátil o móvil. Los sistemas que alimentan equipo portátil o móvil de más de 1000 volts, que no sean subestaciones instaladas temporalmente, deben cumplir con (a) hasta (f) siguientes.

a) Equipo portátil o móvil. El equipo portátil o móvil de más de 1000 volts se debe alimentar de un sistema que tenga el conductor neutro puesto a tierra a través de una impedancia. Cuando se usa un sistema de más de 1000 volts conectado en delta para alimentar al equipo móvil o portátil, se debe derivar un conductor neutro asociado con el punto neutro del sistema.

b) Partes metálicas expuestas no portadoras de corriente. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente del equipo portátil o móvil se deben conectar mediante un conductor de puesta a tierra de equipos al punto en el cual la impedancia del neutro del sistema está puesta a tierra.

c) Corriente de falla a tierra. La tensión desarrollada entre la carcasa del equipo móvil o portátil y tierra, por el flujo de la máxima corriente de falla a tierra, no debe ser mayor a 100 volts.

d) Detección de fallas a tierra y protección con relevadores. Se debe proporcionar detección de fallas a tierra y protección con relevadores para desenergizar automáticamente cualquier componente de un sistema de más de 1000 volts que haya producido una falla a tierra. La continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos se debe monitorear continuamente con el fin de desenergizar automáticamente el circuito de más 1000 volts, al equipo portátil o móvil, cuando se pierda la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos.

e) Aislamiento. El electrodo de puesta a tierra al cual está conectada la impedancia del neutro del sistema del equipo portátil o móvil debe estar aislado y separado en la tierra, por lo menos 6.00 metros de cualquier otro sistema o electrodo de puesta a tierra de equipos, y no debe haber conexión directa entre los electrodos de puesta a tierra, tales como tuberías enterradas, cercas, etc.

f) Cable móvil y acopladores. Los cables móviles y acopladores de sistemas de más de 1000 volts para la interconexión de equipo portátil o móvil deben cumplir los requisitos de la Parte C del Artículo 400 para cables, y 490-55, para acopladores.

250-190. Puesta a tierra de equipos.

a) Puesta a tierra de equipos. Se deben poner a tierra todas las partes metálicas no portadoras de corriente del equipo fijo, portátil y móvil, y de cercas, alojamientos y envolventes asociadas, así como las estructuras de soporte.

Excepción: No se requiere que las partes metálicas estén puestas a tierra cuando están separadas de la tierra y ubicadas de tal forma que ninguna persona en contacto con la tierra, pueda hacer contacto con las partes metálicas cuando el equipo está energizado.

NOTA: Ver 250-110, Excepción 2, relativa a equipos de distribución montados en postes.

b) Conductor del electrodo de puesta a tierra: Si un conductor del electrodo de puesta a tierra conecta las partes metálicas no portadoras de corriente a tierra, el conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado de acuerdo con la tabla 250-66, basado en el tamaño del conductor de fase mayor de acometida, alimentador o circuito derivado que alimentan el equipo. El conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor al tamaño 13.3 mm² (6 AWG) de cobre o 21.2 mm² (4 AWG) de aluminio.

c) Conductor de puesta a tierra de equipos: El conductor de puesta a tierra de equipos debe cumplir con (1) hasta (3) siguientes.

1) General. Los conductores de puesta a tierra de equipos que no sean parte integral de un cable ensamblado no deben ser menores del tamaño 13.3 mm² (6 AWG) de cobre o del 21.2 mm² (4 AWG) de aluminio.

2) Cables blindados. La pantalla metálica del aislamiento que rodea a los conductores que llevan corriente se permitirá que sea usada como conductor de puesta a tierra de equipos, si tiene capacidad para soportar la corriente de falla a tierra durante el tiempo que el dispositivo de protección contra sobrecorriente opera, sin que se dañe la pantalla metálica. La pantalla metálica del aislamiento y el alambre especial de puesta a tierra no se deberán de utilizar como conductor de puesta a tierra de equipos para sistemas sólidamente puestos a tierra.

3) Tamaño. El tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos debe estar de acuerdo con la tabla 250-122 basado en la corriente nominal del fusible o en el ajuste de sobrecorriente del relevador de protección.

NOTA: El valor de sobrecorriente para un interruptor automático es la combinación de la relación del transformador de corriente y el ajuste de la corriente de disparo del relevador de protección.

250-191. Sistemas de puesta a tierra en subestaciones de corriente alterna. Para subestaciones de corriente alterna, el sistema de puesta a tierra deberá cumplir con la Parte C del Artículo 250.

NOTA: Para mayor información de puesta a tierra de subestaciones, véase apéndice B, Tabla B1.1.

250-194. Puesta a tierra y unión de cercas y otras estructuras metálicas. Las cercas metálicas que encierran, y otras estructuras metálicas en o alrededor de una subestación con equipos y conductores eléctricos expuestos deben ser puestas a tierra y unidas para limitar las tensiones de paso, de contacto y de transferencia.

a) Cercas metálicas. Donde haya cercas metálicas colocadas dentro de los 5 m de equipos o conductores eléctricos expuestos, la cerca debe estar unida al sistema de electrodos de puesta a tierra con puentes de unión de tipo cable, de la siguiente manera:

(1) Los puentes de unión se deben instalar en cada una de las esquinas de la cerca y a intervalos máximos de 50 m a lo largo de la cerca.

(2) Donde conductores aéreos desnudos crucen la cerca, los puentes de unión se deben instalar a cada lado del cruce.

(3) Las puertas deben estar unidas al poste de soporte de la salida y cada poste de soporte de la salida debe estar unido al sistema de electrodos de puesta a tierra.

(4) Todas las puertas u otras aberturas de la cerca deben estar unidas a través de la abertura mediante un puente de unión enterrado.

(5) La malla de puesta a tierra o los sistemas de electrodos de puesta a tierra deben extenderse para cubrir la oscilación las puertas en su posición abierta.

(6) Los hilos de alambre de púas situados encima de la cerca deben estar unidos al sistema de electrodos de puesta a tierra.

Deben permitirse diseños alternativos elaborados con la supervisión de la ingeniería para la puesta a tierra o la unión de cercas metálicas.

NOTA: Una sección o cerca no conductora pueden proporcionar aislamiento para la transferencia de tensión a otras áreas.

b) Estructuras metálicas. Todas las estructuras metálicas conductoras expuestas, incluidos los cables de la retenida que estén dentro de 2.5 m verticalmente o 5 m horizontalmente de equipos o conductores expuestos y sujetos al contacto de personas, deben estar unidos a los sistemas de electrodos de puesta a tierra del área.

ARTÍCULO 280

APARTARRAYOS DE MAS DE 1000 VOLTS

Parte A. Generalidades

280-1. Alcance. Este Artículo comprende los requisitos generales, los requisitos de instalación y los requisitos de conexión para apartarrays instalados en sistemas de alambrado de inmuebles, de más de 1000 volts.

280-3. Número requerido. Cuando se utiliza en un punto de un circuito, se debe conectar un apartarrayos a cada conductor de fase. Se permite que una instalación individual de estos apartarrayos proteja varios circuitos interconectados, siempre que ningún circuito quede expuesto a sobretensiones transitorias cuando esté desconectado de los apartarrayos.

280-4. Selección del apartarrayos. Los apartarrayos deben cumplir con:

a) Capacidad. El valor nominal del apartarrayos debe ser igual o mayor a la máxima tensión continua de funcionamiento disponible en el punto de aplicación.

1) Sistemas puestos a tierra sólidamente. La máxima tensión continua de operación debe ser la tensión de fase a tierra del sistema.

2) Impedancia o sistema no puesto a tierra. La máxima tensión continua de operación debe ser la tensión de fase a fase del sistema.

b) Tipos de carburo de silicio. El valor nominal de un apartarrayos de tipo de carburo de silicio no debe ser menor al 125 por ciento del valor nominal que se especifica en el inciso (a) anterior.

NOTA: La selección de un apartarrayos de óxido metálico con valor nominal adecuado está basado en consideraciones de la tensión máxima continua de operación, de la magnitud y duración de las sobretensiones en el lugar donde está instalado el apartarrayos, cuando está afectado por fallas de fase a tierra, técnicas del sistema de puesta a tierra, sobretensiones transitorias por desconexión y otras causas. Ver las reglas de aplicación del fabricante para la selección del apartarrayos específico a ser usado en un sitio particular.

Parte B. Instalación

280-11. Localización. Se permitirá que los apartarrayos estén instalados en interiores o exteriores. Los apartarrayos deben ser inaccesibles para personas no calificadas, a menos que estén aprobados para instalación en sitios accesibles.

280-12. Usos no permitidos. No se debe instalar un apartarrayos cuando el valor nominal del apartarrayos es menor a la tensión máxima continua de fase a tierra a la frecuencia del sistema disponible en el punto de aplicación.

280-14. Instalación de los conductores de puesta a tierra del apartarrayos. Los conductores utilizados para conectar el apartarrayos a la línea, barra o al equipo y a un punto de conexión del conductor de puesta a tierra tal como se indica en 280-21, deben ser lo más corto posible y se deben evitar dobleces innecesarios.

Parte C. Conexión de los apartarrayos

280-21. Conexión. El conductor de puesta a tierra del apartarrayos debe estar conectado a uno de los siguientes:

- (1) Al conductor de acometida puesto a tierra
- (2) Al conductor del electrodo de puesta a tierra
- (3) Al electrodo de puesta a tierra de acometida
- (4) A la terminal de puesta a tierra de equipos en el equipo de acometida.

280-23. Conductores de los apartarrayos. El conductor entre el apartarrayos y la línea y entre el apartarrayos y la conexión de puesta a tierra no debe ser menor al tamaño 13.3 mm² (6 AWG) de cobre.

280-24. Interconexiones. El apartarrayos que protege un transformador que alimenta un sistema de distribución secundario, se debe interconectar como se especifica en (a) o (b) siguientes.

a) Interconexiones metálicas. Se debe hacer una interconexión metálica con el conductor puesto a tierra del circuito del secundario o al conductor de puesta a tierra del circuito del secundario, siempre que, además de la conexión de puesta a tierra directa en el apartarrayos, ocurra lo siguiente:

1) Conexión adicional de puesta a tierra. El conductor puesto a tierra del secundario tenga además una conexión de puesta a tierra con un sistema subterráneo de tubería metálica continua para agua. En tubería para agua en áreas urbanas, donde hay por lo menos cuatro conexiones de tuberías de agua con el conductor neutro y no menos de cuatro de estas conexiones por cada 1.6 kilómetros de conductor neutro, se permitirá hacer la interconexión metálica con el conductor neutro del secundario, sin tener que hacer la conexión directa de puesta a tierra en el apartarrayos.

2) Conexión del sistema con neutro multiterrizado. El conductor puesto a tierra del secundario del sistema es una parte de un sistema de neutro multiterrizado o un alambre estático del cual el conductor neutro del primario o el alambre estático tiene al menos cuatro conexiones de puesta a tierra por cada 1.6 kilómetros de línea, además de la conexión de puesta a tierra de cada acometida.

b) A través de un entrehierro o dispositivo. Cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra del apartarrayos no esté conectado como se establece en (a) anterior, o cuando el secundario no esté puesto a tierra como se indica en (a) anterior, pero está puesto a tierra como se indica en 250-52, se debe hacer una interconexión a través de un entrehierro u otro dispositivo aprobado, como se exige en (1) o (2) siguientes:

1) Sistemas con primario no puesto a tierra o con un solo punto puesto a tierra. Para sistemas con el primario no puesto a tierra o con un solo punto de puesta a tierra, el entrehierro u otro dispositivo aprobado debe tener como mínimo una tensión de ruptura a 60 hertz de dos veces la tensión del circuito primario, pero no necesariamente más de 10 kilovolts y debe haber como mínimo otra puesta a tierra en el conductor puesto a tierra del secundario, a una distancia no menor de 6.00 metros del electrodo de puesta a tierra del apartarrayos.

2) Sistemas con neutro del primario multiterrizado. Para sistemas con neutro multiterrizado, el electrodo de descarga (explosor) u otro dispositivo aprobado debe tener una tensión de ruptura a 60 hertz no mayor a 3 kilovolts, y debe haber como mínimo otra puesta a tierra en el conductor puesto a tierra del secundario a una distancia no menor que 6.00 metros del electrodo de puesta a tierra del apartarrayos.

280-25. Conexiones del electrodo de puesta a tierra y las envolventes. Excepto lo indicado en este Artículo, las conexiones del conductor del electrodo de puesta a tierra de los apartarrayos se deben hacer como se especifica en el Artículo 250, partes C y J. Los conductores del electrodo de puesta a tierra, instalados en envolventes metálicas deben cumplir con 250-64(e).

ARTÍCULO 285

SUPRESORES DE SOBRETENSIONES TRANSITORIAS DE 1000 VOLTS O MENOS (SSTT)

Parte A. Generalidades

285-1. Alcance. Este Artículo cubre de los requerimientos generales, los requisitos de instalación y los requisitos de conexión para supresores de sobretensiones transitorias instalados permanentemente en sistemas de 1000 volts o menos en los sistemas de alambrado de inmuebles.

NOTA: Los apartarrayos de 1000 volts o menos también se conocen como supresores de sobretensiones transitorias Tipo 1.

285-3. Usos no permitidos. No se debe instalar un dispositivo supresor de sobretensiones transitorias en los siguientes lugares:

- (1) Circuitos de más de 1000 volts.
- (2) En sistemas no puestos a tierra, en sistemas puestos a tierra a través de una impedancia, en sistemas en delta con una esquina puesta a tierra, a menos que estén aprobados específicamente para el uso en estos sistemas.
- (3) Cuando el valor nominal del supresor contra sobretensiones transitorias es menor a la máxima tensión continua disponible de fase a tierra a la frecuencia del sistema en el punto de aplicación.

285-4. Número requerido. Cuando se usa en un punto en un circuito, el supresor contra sobretensiones transitorias se debe conectar a cada conductor de fase.

285-5. Aprobado. Un supresor contra sobretensiones transitorias debe ser un dispositivo aprobado.

285-6. Valor de corriente de cortocircuito. El supresor contra sobretensiones transitorias se debe marcar con la capacidad de corriente de cortocircuito y no se debe instalar en un punto del sistema donde la corriente de falla disponible exceda dicho valor. Este requisito de marcado no se aplica a los contactos.

Parte B. Instalación

285-11. Ubicación. Se permitirá que los supresores de sobretensiones transitorias puedan instalarse en el interior o en el exterior y deben ser inaccesibles a personas no calificadas, a menos que esté aprobado para su instalación en lugares accesibles.

285-12. Trayectoria de las conexiones. Los conductores usados para conectar los supresores de sobretensiones transitorias a la línea o a la barra y a la puesta a tierra deben ser lo más cortos posible y se deben evitar dobleces innecesarios.

285-13. Supresor contra sobretensiones transitorias de tipo 4 y de otro tipo de componentes. Los ensambles de componentes de tipo 4 y otros componentes tipo SPD solamente deben ser instalados por el fabricante del equipo.

Parte C. Conexión de los supresores contra sobretensiones transitorias

285-21. Conexión. Cuando se instala un supresor contra sobretensiones transitorias, debe cumplir con 285-23 hasta 285-28.

285-23. Supresores contra sobretensiones transitorias Tipo 1 (apartarrayos). Los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 1 se deben instalar de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

a) Instalación. Los supresores contra sobretensiones transitorias de Tipo 1 (apartarrayos) se deben instalar, así como se indica a continuación:

- (1) Debe que los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 1 (apartarrayos) se conecten en el lado de alimentación del desconectador de acometida como se permite en 230-82(4) o
- (2) Debe que los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 1 (apartarrayos) se conecten como se especifica en 285-24.

b) En la acometida. Cuando se instala en la acometida, el conductor de puesta a tierra de los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 1 se debe conectar a uno de los siguientes:

- (1) Al conductor puesto a tierra de acometida
- (2) Al conductor del electrodo de puesta a tierra
- (3) Al electrodo de puesta a tierra para la acometida
- (4) A la terminal de puesta a tierra de equipos en el equipo de acometida

285-24. Supresores contra sobretensiones transitorias de Tipo 2. Los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 2 se deben instalar de acuerdo con lo siguiente.

a) Edificio o estructura alimentada por la acometida. Los supresores contra sobretensiones transitorias de Tipo 2 se deben conectar en cualquier lugar en el lado carga de un dispositivo contra sobrecorriente del desconectador de acometida requerido en 230-91, a menos que se instale de acuerdo con 230-82(8).

b) Edificio o estructura suministrada por alimentador. Los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 2 se deben conectar en el edificio o estructura, en cualquier lugar en el lado carga del primer dispositivo contra sobrecorriente en el edificio o estructura.

c) Sistema derivado separado. Los supresores contra sobretensiones transitorias se deben conectar en el lado de carga del primer dispositivo contra sobrecorriente de un sistema derivado separado.

285-25. Supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 3. Se permitirá que los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 3 se instalen en cualquier lugar en el lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado hasta el equipo alimentado. Si en las instrucciones del fabricante de los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 3 está incluida, la conexión debe estar por lo menos a 10.00 metros de distancia del desconectador de acometida o del sistema derivado separado.

285-26. Tamaño del conductor. Los conductores de puesta a tierra y de línea no deben ser menores al tamaño 2.08 mm² (14 AWG) de cobre.

285-27. Conexión entre los conductores. Debe permitirse que un supresor contra sobretensiones transitorias se conecte entre cualquiera de dos conductores de fase, conductor puesto a tierra, conductor de puesta a tierra de equipos, o conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra de equipos se deben interconectar solamente por la operación normal de los supresores contra sobretensiones transitorias durante una sobretensión.

285-28. Conexiones del conductor del electrodo de puesta a tierra y las envolventes. Excepto lo que se establece en este Artículo, las conexiones de puesta a tierra de los supresores contra sobretensiones transitorias se deben hacer tal como se especifica en la Parte C del Artículo 250. Los conductores del electrodo de puesta a tierra, instalados en envolventes metálicas, deben cumplir lo establecido en 250-64(e).

CAPÍTULO 3

MÉTODOS DE ALAMBRADO Y MATERIALES

ARTÍCULO 300

MÉTODOS DE ALAMBRADO

Parte A. Requisitos Generales

300-1. Alcance.

a) Todas las instalaciones de alambrado. Este Artículo comprende los requisitos generales para métodos de alambrado y materiales para todas las instalaciones de alambrado, a menos que se modifique por otros artículos de este Capítulo 3.

b) Partes integrales de equipos. Las disposiciones de este Artículo no están previstas para ser aplicadas a los conductores que sean parte integral de equipos, tales como motores, controladores, centros de control de motores, equipos de control ensamblados en fábrica, o equipos de utilización aprobados.

c) Designación métrica y tamaños comerciales. La designación métrica y tamaños comerciales para tubería conduit, tubería, adaptadores y accesorios asociados se deben designar tal como se indica en la Tabla 300-1(c).

Tabla 300-1 (c).- Designación métrica y tamaños comerciales

Designación métrica	Tamaño comercial
12	$\frac{3}{8}$
16	$\frac{1}{2}$
21	$\frac{3}{4}$
27	1
35	$1\frac{1}{4}$
41	$1\frac{1}{2}$
53	2
63	$2\frac{1}{2}$
78	3
91	$3\frac{1}{2}$
103	4
129	5
155	6

La designación métrica y los tamaños comerciales sirven para propósitos de identificación únicamente y no son dimensiones reales.

300-2. Limitaciones.

a) Tensión. Cuando no estén específicamente limitados por alguna sección del Capítulo 3, los métodos de alambrado de este Capítulo se aplicarán a instalaciones de 1000 volts nominales o menos. Estos métodos se permitirán en circuitos de más de 1000 volts cuando esté expresamente permitido en cualquier otro lugar de esta NOM.

b) Temperatura. Los límites de temperatura del aislamiento de los conductores deben estar de acuerdo con lo establecido en 310-15(a)(3).

300-3. Conductores.

a) Conductores individuales. Sólo se deben instalar conductores individuales, de los especificados en la Tabla 310-104(a) cuando formen parte de uno de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3.

Excepción: Se permitirán conductores individuales cuando se instalan como conductores aéreos separados de acuerdo con 225-6.

b) Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito y, el conductor puesto a tierra, todos los conductores de puesta a tierra de los equipos y los conductores de unión, cuando se usen, deben estar instalados en la misma: canalización, canal auxiliar, charola portacables, ensamble de conductores aislados en zanja, cable o cordón, a menos que se permita algo diferente, de acuerdo con (1) a (4) siguientes.

1) Instalaciones en paralelo. Se permitirá tender los conductores en paralelo de acuerdo con las disposiciones de 310-10(h). El requisito de tender todos los conductores del circuito dentro de la misma canalización, canal auxiliar, charola portacables, zanja, cable o cordón, se debe aplicar separadamente a cada porción de la instalación en paralelo y los conductores de puesta a tierra del equipo deben cumplir con las disposiciones de 250-122. Los tendidos paralelos en charolas portacables deben cumplir con las disposiciones de 392-20(c).

Excepción: Se permitirá el tendido de los conductores instalados en canalizaciones no metálicas subterráneas, como instalaciones de conductores de fase, neutro y puesto a tierra aislados. Las canalizaciones se deben instalar muy cerca unas de otras y los conductores aislados de fase, neutro y puesto a tierra deben cumplir con las disposiciones de 300-20(b).

2) Conductores de puesta a tierra y de unión. Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén instalados afuera de la canalización o del ensamble de cable, si están de acuerdo con las disposiciones de 250-130(c) para algunas instalaciones existentes, o de acuerdo con la Excepción 2 de 250-134(b) para circuitos de corriente continua. Se permitirá la instalación de los conductores para la unión de los equipos en el exterior de las canalizaciones, de acuerdo con 250-102(e).

3) Métodos de alambrado no ferrosos. Los conductores en métodos de alambrado con un forro no metálico o no magnético, si están tendidos en diferentes canalizaciones, canales auxiliares, charolas portacables, zanjas, cables o cordones, deben cumplir con las disposiciones de 300-20(b).

Los conductores en un cable tipo MI de un solo conductor con forro no magnético deben cumplir con las disposiciones de 332-31. Los conductores de un cable tipo MC de un solo conductor con forro no magnético deben cumplir con las disposiciones de 330-31, 330-116 y 300-20(b).

4) Envoltentes de tableros de tamaño del ancho de una columna. Cuando un canal auxiliar está entre un tablero de distribución tipo columna y una caja de paso, y la caja de paso incluye terminales del neutro, se permitirá que los conductores del neutro de los circuitos alimentados desde el tablero de distribución se originen en la caja de paso.

c) Conductores de sistemas diferentes.

1) De 1000 volts nominales o menos. Se permitirá que los conductores de circuitos de corriente directa y corriente alterna de 1000 volts nominales o menos ocupen el mismo envoltente, cable o canalización del alambrado. Todos los conductores deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión máxima del circuito aplicado a cualquier conductor que se encuentre en el envoltente, cable o canalización.

Debe permitirse que el cableado secundario de las lámparas de descarga eléctrica de 1000 volts o menos, si está aislado para la tensión secundaria involucrada, ocupe el mismo envoltente de luminaria, anuncio o iluminación de contorno, que los conductores del circuito derivado.

NOTA 1: Para los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3, véase 725-136(a).

NOTA 2: Véase 690-4(b) para información sobre fuente fotovoltaica y circuitos de salida.

2) De más de 1000 volts nominales. Los conductores de los circuitos de más de 1000 volts nominales no deben ocupar el mismo envoltente, cable o canalización del alambrado de equipos, que los conductores de circuitos de 1000 volts nominales o menos, a menos que se permita algo diferente en (a) hasta (e) siguientes.

- a. Se permitirá que los conductores primarios de los balastos de lámparas de descarga, aislados para la tensión del primario del balastro, si están dentro del envoltente del alambrado individual, ocupen el mismo envoltente de la luminaria, anuncio o iluminación de contorno, que los conductores del circuito derivado.
- b. Se permitirá que los conductores de excitación, de control, del relevador y del amperímetro usados en conexión con cualquier motor o arrancador individual ocupen el mismo envoltente que los conductores del circuito del motor.
- c. En motores, transformadores, ensambles de tableros de distribución y control, tableros de distribución y equipos similares, se permitirán conductores con aislamiento para diferentes tensiones.
- d. En los pozos de visitas se permitirán conductores con aislamiento para diferentes tensiones, si los conductores de cada sistema están separados en forma eficaz y permanente de los conductores de los otros sistemas y sujetos firmemente a perchas, aisladores u otros soportes aprobados.

Los conductores con aislamiento no blindado y que operan a diferentes tensiones no deben ocupar el mismo envoltente, cable o canalización.

300-4. Protección contra daños físicos. Los conductores, canalizaciones y cables deben estar debidamente protegidos cuando estén expuestos a daños físicos.

NOTA: Un daño menor a una canalización, armadura de cable o aislamiento de cable no viola necesariamente la integridad del aislamiento de los conductores, canalizaciones y armadura de cable.

a) Cables y canalizaciones a través de elementos de madera.

1) Orificios perforados. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando esté instalado un método de alambrado de cables o canalización a través de orificios perforados en vigas, travesaños diagonales, o elementos de madera, los orificios se deben hacer de modo que el borde de los mismos esté situado a una distancia no menor a 3.00 centímetros del borde más próximo del elemento de madera.

Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o la canalización de la penetración por tornillos o clavos mediante placa o pasacable de acero de espesor mínimo de 1.5 milímetros y de longitud y ancho adecuados, instalados de modo que cubra el área del alambrado.

Excepción 1: No se exigirán placas de acero para proteger tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico pesado o tubo conduit metálico ligero.

Excepción 2: Se permitirá una placa de acero marcada y aprobada con espesor menor a 1.5 milímetros que brinde igual o mayor protección contra la penetración por tornillo o clavo.

2) Ranuras en la madera. Cuando no se debilite la estructura del edificio, tanto en lugares expuestos como ocultos, se permitirá instalar los cables o canalizaciones en ranuras en las vigas, travesaños diagonales, u otros elementos de madera, siempre que el cable o canalización estén protegidos, contra clavos o tornillos, por una placa de acero de espesor mínimo de 1.5 milímetros y con la longitud y ancho adecuados, instalada para cubrir el área del alambrado en esos puntos. La placa de acero se debe instalar antes de que se aplique el acabado a la construcción.

Excepción 1: No se exigirán placas de acero para proteger el tubo conduit metálico pesado, el tubo conduit metálico semipesado, el tubo conduit no metálico pesado o el tubo conduit metálico ligero.

Excepción 2: Se permitirán placas de acero de menor espesor a 1.5 milímetros que brinden igual o mayor protección contra la penetración de tornillos o clavos.

b) Cables con cubierta no metálica y tubo conduit no metálico a través de miembros estructurales metálicos.

1) Cables con cubierta no metálica. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando haya cables con cubierta no metálica que pasen por ranuras u orificios en miembros metálicos de la estructura, troquelados, cortados o perforados en fábrica o en sitio, el cable se debe proteger mediante pasacables o anillos aprobados que cubran todos los bordes metálicos y estén asegurados firmemente a la abertura antes de instalar el cable.

2) Cables con cubierta no metálica y tubo conduit no metálico. Cuando sea probable que haya clavos o tornillos que puedan penetrar un cable con forro no metálico o un tubo conduit no metálico, se debe proteger el cable o tubería mediante una funda, una lámina o una abrazadera de acero, de un espesor no menor a 1.5 milímetros.

Excepción: Se permitirán placas de acero de menor espesor a 1.5 milímetros que brinden igual o mayor protección contra la penetración de tornillos o clavos.

c) Cables a través de espacios detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables o métodos de alambrado tipo canalización instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso, se deben fijar de acuerdo con los artículos aplicables.

d) Cables y canalizaciones paralelos a los miembros estructurales y tiras de soporte. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando esté instalado un método de alambrado de cables o métodos de alambrado tipo canalización, paralelos a miembros estructurales tales como columnas, vigas o travesaños diagonales, o paralelos a tiras de soporte, el cable o canalización se debe instalar y sostener de modo que la superficie exterior más cercana del cable o canalización quede a no menos de 3.00 centímetros del borde más cercano del miembro estructural o tiras de soporte, por el que sea probable que puedan penetrar clavos o tornillos. Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o canalización de la penetración por tornillos o clavos mediante una placa de acero, una funda de acero o equivalente, de cuando menos 1.5 milímetros de espesor.

Excepción 1: No se exigirán placas de acero, fundas de acero o su equivalente, para proteger tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico pesado, o el tubo conduit metálico ligero.

Excepción 2: Para trabajos ocultos en edificios terminados o en los paneles terminados de edificios prefabricados en los que no se pueda fijar el cable o canalización, se permitirá jalar los cables con una guía entre los puntos de acceso.

Excepción 3: Se permitirá una placa de acero de menor espesor a 1.5 milímetros que brinde igual o mayor protección contra penetración de tornillos o clavos.

e) Cables, canalizaciones o cajas instaladas en o debajo de la estructura de los techos. Un cable, canalización o caja instalado, en lugares expuestos u ocultos, debajo de la lámina acanalada de la cubierta de los techos se debe sostener de manera que no quede a menos de 3.80 centímetros, medido desde la parte más baja de la cubierta del techo a la parte superior del cable, canalización o caja. Un cable, canalización o caja no se debe instalar en las partes ocultas de la estructura de lámina acanalada del techo.

NOTA: El material de la estructura de lámina metálica corrugada para techos con frecuencia se repara o reemplaza después de la instalación inicial del cable o canalización y de la instalación del techo y puede ser penetrado por los tornillos u otros dispositivos mecánicos diseñados para sujetar firmemente la membrana a prueba de agua o el material de aislamiento del techo.

Excepción: No se exigirá que el tubo conduit metálico pesado ni el tubo conduit metálico semipesado cumplan con este inciso (e).

f) Cables y canalizaciones instaladas en ranuras poco profundas. Los métodos de alambrado del tipo de cables o canalizaciones instalados en una ranura que se vaya a cubrir con paneles de yeso, paneles decorativos, entablado, alfombrado o algún otro acabado similar, se deben proteger con una placa de acero, funda de acero, o equivalente, de 1.5 milímetros de espesor o por un espacio libre no menor a 3.00 centímetros en toda la longitud de la ranura en la que esté instalado el cable o canalización.

Excepción 1: No se exigirán placas de acero, fundas de acero o su equivalente, para proteger tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico pesado, o tubo conduit metálico ligero.

Excepción 2: Se permitirá una placa de acero de menor espesor a 1.5 milímetros que brinde igual o mayor protección contra la penetración de tornillos o clavos.

g) Accesorios aislados. Cuando una canalización contenga conductores aislados de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) o mayores y estos conductores entren en un envolvente, gabinete, caja o canalización, se deben proteger los conductores mediante un accesorio identificado que ofrezca una superficie aislante lisa y redondeada, a menos que los conductores estén separados del accesorio o de la canalización por un material aislante identificado y sujeto firmemente.

Excepción: Cuando los bujes o boquillas roscadas que son parte integrante del gabinete, caja, envolvente o canalización, ofrecen una superficie suavemente redondeada o acampanada para la entrada de los conductores.

No se deben utilizar pasacables de tubo conduit hechos exclusivamente de material aislante para sujetar un accesorio o canalización. El accesorio o material aislante debe tener una temperatura nominal no menor que la temperatura nominal del aislamiento de los conductores instalados.

h) Juntas estructurales. Se debe utilizar un accesorio aprobado de expansión/deflexión u otro medio aprobado cuando una canalización cruce una junta estructural para expansión, contracción o deflexión, utilizadas en edificios, puentes, espacios de estacionamiento y otras estructuras.

300-5. Instalaciones subterráneas.

a) Requisitos de profundidad mínima. Los cables, tubos conduit u otras canalizaciones directamente enterradas, se deben instalar de modo que cumplan los requisitos de profundidad mínima de la Tabla 300-5.

b) Lugares mojados. Se debe considerar que el interior de los envolventes o canalizaciones subterráneas son lugares mojados. Los conductores y cables aislados instalados en estos envolventes o canalizaciones subterráneas deben cumplir con 310-10(c). Todas las conexiones o empalmes en instalaciones subterráneas deben estar aprobadas para lugares mojados.

c) Cables y conductores subterráneos bajo edificios. Los cables y conductores subterráneos instalados bajo un edificio deben estar en una canalización.

Tabla 300-5.- Requisitos de profundidad mínima en instalaciones de 0 a 1000 volts nominales

Ubicación del método de alambrado o circuito	Tipo de método de alambrado o circuito				
	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5
	Cables o conductores directamente enterrados	Tubo conduit metálico pesado o semipesado	Canalizaciones no metálicas aprobadas para instalar directamente enterradas sin cubiertas de concreto u otras canalizaciones aprobadas	Circuitos derivados para viviendas de 120 volts o menos con protección contra fallas a tierra y protección contra sobrecorriente máxima de 20 amperes	Circuitos de control de riego y alumbrado del paisaje limitados a menos de 30 volts e instalados con cables tipo UF o en otros cables o canalizaciones identificados
centímetros					
Todas las ubicaciones no especificadas abajo	60	15	45	30	15 ^{a, b}
En zanjas con una cubierta de 5 centímetros de concreto de espesor o equivalente	45	15	30	15	15
Bajo un edificio	0 (en canalizaciones o cable tipo MC o MI identificados para instalar directamente enterrados)	0	0	0 (en canalizaciones o cable tipo MC o tipo MI identificado para instalar directamente enterrados)	0 (en canalizaciones o cable tipo MC o tipo MI identificado para instalar directamente enterrados)
Bajo baldosas de concreto para exteriores de mínimo 10 centímetros de espesor, sin tráfico de vehículos y que las baldosas sobresalgan no menos de 15 centímetros de la instalación subterránea	45	10	10	15 (directamente enterrado)	15 (directamente enterrado)
				10 (en canalizaciones)	10 (en canalizaciones)
Bajo calles, carreteras, autopistas, callejones, accesos vehiculares y estacionamientos	60	60	60	60	60
Accesos vehiculares y estacionamientos exteriores para viviendas unifamiliares, bifamiliares y utilizados sólo para propósitos relacionados con la vivienda	45	45	45	30	45
Dentro o bajo las pistas de los aeropuertos, incluidas las áreas adyacentes donde está prohibido el paso	45	45	45	45	45

^a Se permitirá una profundidad menor cuando se especifique en las instrucciones de instalación de un sistema de iluminación de baja tensión.

^b Se permitirá una profundidad de 15 cm (6 pulgadas) para la iluminación de la piscina, el spa y la fuente, instalada en una canalización no metálica, limitada a no más de 30 volts cuando forme parte de un sistema de iluminación de baja tensión.

1. Profundidad mínima se define como la distancia más corta en milímetros medida entre un punto en la superficie superior de cualquier conductor, cable, tubo conduit o canalización directamente enterrados, y el nivel superior del terreno terminado, concreto o cubierta similar.

2. Las canalizaciones aprobadas para enterramiento sólo embebidas en concreto requieren una cubierta de concreto de no menos de 5 centímetros de espesor.

3. Se permitirán menores profundidades cuando los cables y conductores suben para terminaciones o empalmes o cuando se requiere tener acceso a ellos.

4. Cuando se usa uno de los métodos de alambrado presentados en las columnas 1-3 para uno de los tipos de circuitos de las columnas 4 y 5, se permitirá enterrar los cables a la menor profundidad.

5. Si se encuentra roca sólida que impide cumplir con la profundidad especificada en esta Tabla, el alambrado se debe instalar en canalizaciones metálicas o no metálicas permitidas directamente enterradas. Las canalizaciones se deben cubrir con un mínimo de 5 centímetros de concreto que penetre hasta la roca.

Excepción 1: Se permitirá el cable tipo MI bajo un edificio sin instalación en una canalización, cuando esté embebido de concreto, relleno u otro material de mampostería de acuerdo con 332-10(6) o en tramos subterráneos si están protegidos adecuadamente contra daños físicos y condiciones corrosivas de acuerdo con 332-10(10).

Excepción 2: Se permitirá el cable tipo MC directamente enterrado o revestido en concreto bajo un edificio, sin instalación en una canalización de acuerdo con 330-10(a)(5) y en lugares mojados de acuerdo con 330-10(a)(11).

d) Protección contra daños. Los conductores y cables enterrados directamente se deben proteger contra daño según se indica en (1) hasta (4) siguientes.

1) Que salen desde el nivel del terreno. Los conductores y cables enterrados directamente que salen desde el nivel del terreno y que se especifican en las columnas 1 y 4 de la Tabla 300-5, se deben proteger con envolventes o canalizaciones que se extiendan desde la profundidad mínima requerida en el inciso (a), hasta un punto situado a una distancia mínima de 2.50 metros sobre el acabado del terreno. No se exigirá en ningún caso que la protección requerida exceda los 45 centímetros por debajo del acabado del terreno.

2) Conductores que entran en edificios. Los conductores que entran en un edificio deben estar protegidos hasta el punto de entrada.

3) Conductores de acometida. Los conductores de acometidas subterráneas, que no están embebidos en concreto y que están enterradas 45 centímetros o más por debajo del nivel del terreno, deben tener identificada su ubicación por medio de una cinta de aviso colocada en la zanja cuando menos 30 centímetros por encima de la instalación subterránea.

4) Daño del envoltente o la canalización. Cuando la canalización o envoltente estén expuestas a daños, los conductores se deben instalar en tubo conduit metálico pesado RMC, tubo conduit metálico semipesado IMC, tubo conduit de PVC Cédula 80 o su equivalente.

e) Empalmes y derivaciones. Se permitirá que los cables o conductores enterrados directamente estén empalmados o derivados sin utilizar cajas de empalme. Los empalmes o derivaciones deben hacerse según lo establecido en 110-14(b).

f) Relleno.

No deben usarse rellenos que puedan dañar la canalización, los cables, canalizaciones, conductores u otras subestructuras o impedir la compactación adecuada del mismo o contribuir a la corrosión de los elementos de la instalación, tales como relleno que contenga rocas grandes, materiales de pavimento, escorias, materiales grandes y con ángulos agudos o material corrosivo.

Quando sea necesario proteger a la canalización o al cable contra daño físico, la protección debe proporcionarse por medio de rellenos de materiales granulados o seleccionados, cubiertas adecuadas, mangas apropiadas u otros medios aprobados.

g) Sellos de la canalización. El tubo conduit o canalizaciones por las cuales pudiera hacer contacto la humedad con partes vivas energizadas, deben sellarse en uno o ambos extremos. Las canalizaciones de reserva o las no utilizadas también deberán estar selladas. Los sellos deben ser identificados para uso con el aislamiento del cable, aislamiento del conductor, conductor desnudo, pantalla protectora u otros componentes.

NOTA: Cuando se tenga la presencia de gases o vapores peligrosos sellar el tubo conduit o las canalizaciones subterráneas que entren a los edificios.

h) Pasacables. En el extremo de un tubo conduit u otra canalización que termine bajo tierra y de la que salgan los conductores o cables como en el método de alambreado directamente enterrado, se debe instalar un pasacable o accesorio terminal con una abertura integrada en forma de anillo aislador. En lugar del pasacable se permitirá usar un sello que tenga las mismas características de protección física del pasacable.

i) Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito y cuando se requiera, el conductor puesto a tierra, y todos los conductores de puesta a tierra del equipo, deben instalarse en una misma canalización o cuando vayan en una trinchera, próximos unos de otros.

Excepción 1: Se permitirán que los conductores sean instalados en paralelo en canalizaciones, cables multiconductores o cables conductores individuales directamente enterrados. Cada cable multiconductor o canalización debe contener todos los conductores del mismo circuito, incluidos los conductores de puesta a tierra del equipo. Cada cable conductor individual directamente enterrado, se debe localizar lo más cerca posible en la zanja con los cables conductores individuales en el mismo juego paralelo de conductores en el circuito, incluidos los conductores de puesta a tierra de equipos.

Excepción 2: Se permitirán instalaciones de fase separada, polaridad, conductor puesto a tierra y conductor de unión y de puesta a tierra del equipo en cables o canalizaciones no metálicas con recubrimiento no metálico o forro no magnético situadas muy cerca unas de otras, cuando los conductores estén en paralelo como lo permite 310-10(h), y cuando se cumplen las condiciones de 300-20(b).

j) Movimientos de la tierra. Cuando los conductores, cables o canalizaciones directamente enterrados estén sujetos a asentamiento por movimientos del terreno o a causa de heladas, los conductores, cables o canalizaciones directamente enterrados se deben colocar de modo que se eviten daños a los conductores encerrados o a los equipos conectados a las canalizaciones.

NOTA: Esta sección reconoce los bucles en "S" en las transiciones de cables y conductores directamente enterrados a canalizaciones, en las juntas de expansión en las canalizaciones ascendentes hasta los equipos fijos y, en general, la realización de conexiones flexibles a los equipos sujetos a asentamientos o levantamientos.

k) Perforación direccional. Los cables o canalizaciones que se instalan usando equipo de perforación direccional deben estar aprobados para ese propósito.

300-6. Protección contra la corrosión y el deterioro. Las canalizaciones, charolas portacables, ensamble de cables con canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, armadura de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, coples, accesorios, soportes y todo el material de soporte, deben ser de materiales adecuados para el medio ambiente en el cual van a ser instalados.

a) Equipo metálico ferroso. Las canalizaciones metálicas ferrosas, charolas portacables, ensamble de canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos metálicos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte, deben protegerse adecuadamente contra la corrosión por dentro y por fuera (excepto las roscas en las uniones), recubriéndolos con un material aprobado resistente a la corrosión. Cuando es necesaria la protección contra la corrosión y el tubo conduit se rosca en el sitio, las roscas se deben recubrir con un compuesto aprobado, eléctricamente conductor y resistente a la corrosión.

NOTA: Las roscas cortadas en obra son aquellas que se cortan en conductos, codos o niples en un lugar distinto a la fábrica, donde el producto esté listado.

Excepción: No se exigirá que el acero inoxidable tenga recubrimiento protector.

1) Protegidos contra la corrosión sólo mediante esmalte. Cuando están protegidos contra la corrosión sólo con esmalte, las canalizaciones metálicas ferrosas, charolas portacables, ensamble de canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos metálicos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte, no se deben utilizar en exteriores ni en lugares mojados, como se describe en 300-6(d).

2) Recubrimientos orgánicos en cajas o gabinetes. Cuando las cajas o gabinetes tengan un sistema aprobado de recubrimiento con pintura orgánica y estén rotulados como "hermético a la lluvia", "a prueba de lluvia" o "tipo exterior", se permitirá utilizarlos en exteriores.

3) En concreto o en contacto directo con la tierra. Se permitirá instalar canalizaciones metálicas ferrosas, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte en concreto o en contacto directo con la tierra, o en áreas sometidas a un fuerte ambiente corrosivo, cuando estén fabricados de material aprobado para esta condición o estén provistos de una protección contra la corrosión.

b) Equipo metálico de aluminio. Las canalizaciones, charolas portacables, ensamble de canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte, todos de aluminio, embebidos en concreto o en contacto directo con la tierra, deben estar provistos de protección suplementaria contra la corrosión.

c) Equipo no metálico. Las canalizaciones, charolas portacables, ensamble de canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, cables con cubierta exterior no metálica y armadura o cubierta metálica interna, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte no metálicos, deben estar fabricados de material resistente a la corrosión y deben cumplir lo que se especifica en (1) y (2) siguientes, según se aplique a la instalación específica.

1) Expuesto a la luz solar. Cuando los materiales están expuestos a la luz solar, deben estar identificados como resistentes a la luz solar.

2) Exposición a sustancias químicas. Si están sometidos a exposición a solventes, vapores, inmersión o rociado de sustancias químicas, los materiales o recubrimientos deben ser resistentes a las sustancias químicas con base en su aplicación o deben estar identificados para resistir el reactivo químico específico.

d) Lugares mojados en interiores. En plantas de procesamiento de productos lácteos, lavanderías, fábricas de conservas y otros lugares mojados en interiores, y en lugares donde se laven las paredes con frecuencia o tengan superficies de material absorbente, como papel húmedo o madera, todo el sistema de alambrado, incluidas cajas, accesorios, canalizaciones y cables usados con el mismo, cuando estén expuestos, se deben montar de modo que quede como mínimo un espacio libre de 6 milímetros entre el sistema de alambrado y la pared o superficie que lo soporta.

Excepción: Se permite la instalación de canalizaciones, cajas y accesorios no metálicas sin la separación mínima en superficies de concreto, tabique, azulejo o superficies similares.

NOTA: En general, los lugares en los cuales se manejan y almacenan productos químicos, ácidos y/o alcalinos pueden presentar condiciones severas de corrosión especialmente si son lugares húmedos o mojados. Existen condiciones severas de corrosión en áreas de plantas empacadoras de carne, tenerías, pegamentos, algunos establos, instalaciones muy cercanas al mar y a las albercas, áreas donde se utilizan productos químicos para deshielo y sótanos o cuartos de almacenamiento para cueros, crudos, materiales para embalar, fertilizantes, sal y productos químicos a granel.

300-7. Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas.

a) Sellado. Cuando diversas partes de una canalización o cubierta de cable están expuestas a temperaturas muy diferentes, y cuando se sabe que la condensación es un problema, como en áreas de almacenamiento en frío en los edificios o cuando pasan desde el interior hacia el exterior de un edificio, la canalización o la cubierta se deben rellenar con un material aprobado para evitar la circulación de aire caliente hacia una sección más fría de la canalización o la cubierta. Para este propósito no se exigirá un sello a prueba de explosión.

b) Juntas de expansión Expansión-Deflexión y Conexiones de Deflexión. Las canalizaciones deben proporcionarse con juntas de expansión Expansión-Deflexión y Conexiones de Deflexión cuando se requiera compensar la expansión, deflexión y contracción térmica.

NOTA: Las Tablas 352-44 y 355-44 suministran información sobre la expansión para el policloruro de vinilo, (PVC) y para tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), respectivamente. Se puede determinar un número nominal para tubo conduit de acero al multiplicar la longitud de expansión de la Tabla 352-44 por 0.20. El coeficiente de expansión de la tubería eléctrica de acero, tubo conduit metálico semipesado y tubo conduit pesado, es de 1.170×10^{-5} (0.0000117 milímetros por cada milímetro de tubo conduit por cada grado centígrado de cambio de temperatura).

Se puede determinar un número nominal para tubo conduit de aluminio y tubería metálica eléctrica de aluminio multiplicando la longitud de expansión de la Tabla 352-44 por 0.40. El coeficiente de expansión para tubería metálica eléctrica de aluminio y tubo conduit metálico pesado de aluminio es de 2.34×10^{-5} (0.0000234 milímetros por cada milímetro de tubo conduit por cada grado centígrado de cambio de temperatura).

300-8. Instalación de conductores con otros sistemas. En las canalizaciones o charolas portacables que contengan conductores eléctricos no debe haber ningún tubo, tubería o similar para vapor, agua, aire, gas, drenaje o cualquier otro servicio que no sea eléctrico.

300-9. Canalizaciones en lugares mojados por encima del nivel del suelo. Cuando las canalizaciones se instalan en lugares mojados por encima del nivel del suelo, se debe considerar que el interior de estas canalizaciones es un lugar mojado. Los conductores y cables aislados instalados en canalizaciones en lugares mojados por encima del nivel del suelo deben cumplir con lo que se especifica en 310-10(c).

300-10. Continuidad eléctrica de las canalizaciones y envolventes metálicas. Las canalizaciones, armaduras de cables y otros envolventes metálicos de conductores, se deben unir metálicamente formando un conductor eléctrico continuo y se deben conectar a todas las cajas, accesorios y gabinetes, de modo que ofrezcan una continuidad eléctrica efectiva. A menos que se permita específicamente en otra parte de esta NOM, las canalizaciones y ensambles de cables se deben sujetar mecánicamente a las cajas, gabinetes, accesorios y otras envolventes.

Excepción 1: No se exigirá que secciones cortas de canalizaciones, usadas para brindar soporte o protección a los ensambles de cables contra daño físico, sean continuas eléctricamente.

Excepción 2: No se exigirá que los envolventes de equipos que se van a aislar, según lo permite 250-96(b), estén unidos eléctricamente a la canalización metálica.

300-11. Aseguramiento y soportes.

a) Firmemente sujetos en el lugar. Las canalizaciones, ensambles de cables, cajas, gabinetes y accesorios deben estar firmemente sujetos en su lugar. No se permitirá utilizar como único soporte, alambres de soporte que no ofrezcan un soporte seguro. Se permitirán como único soporte, los alambres de soporte y accesorios asociados que brindan un soporte seguro, y que están instalados además de los alambres de soporte de la retícula del plafón. Si se usan alambres de soporte independientes, se deben asegurar en ambos extremos. Los cables y canalizaciones no se deben soportar en la retícula del plafón.

b) Sistemas de cableado instalados por encima de los techos suspendidos. No se permitirán como el único soporte los cables de soporte que no proporcionen soporte seguro. Los alambres de soporte y los accesorios asociados que proporcionan soporte seguro y que se instalan además de los cables de soporte de la rejilla del techo se permitirán como único soporte. Cuando se utilizan cables de soporte independientes, se asegurarán en ambos extremos. Los cables y canalizaciones no estarán soportados por las rejillas del techo.

1) Ensamblajes resistentes al fuego. El alambrado situado dentro de la cavidad de los ensambles para piso o para techo clasificado como resistente al fuego, no se debe sujetar ni soportar a la rejilla del plafón, incluidos los alambres de soporte del ensamble. Debe existir un medio de soporte seguro e independiente y se debe permitir su fijación al ensamble. Si se usan alambres de soporte independientes, se deben poder distinguir por su color, su etiquetado u otro medio eficaz, de los que son parte del diseño clasificado como resistente al fuego.

Excepción: Se permitirá que el sistema de soporte del plafón sostenga el alambrado y el equipo que ha sido probado como parte del ensamble resistente al fuego.

2) Ensamblajes no resistentes al fuego. El alambrado situado dentro de la cavidad de un ensamble para piso o para techo clasificado como no resistente al fuego, no se debe sujetar ni soportar en el ensamble del plafón, incluidos los alambres de soporte del ensamble. Se debe suministrar un medio de soporte seguro e independiente y se debe permitir su fijación al ensamble. Cuando se utilicen alambres de soporte independientes, se deben distinguir ya sea por color, etiqueta u otro medio efectivo.

Excepción: Se permitirá que el sistema de soporte del ensamble sostenga el alambrado del circuito derivado y el equipo asociado, si está instalado de acuerdo con las instrucciones del fabricante del ensamble.

c) Canalizaciones usadas como medio de soporte. Las canalizaciones sólo se deben usar como medio de soporte para otras canalizaciones, cables o equipo no eléctrico, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando la canalización o medio de soporte estén identificados como un medio de soporte.
- (2) Cuando la canalización alberga conductores de alimentación de energía para equipo controlado eléctricamente, y se usa para apoyar conductores o cables de circuito Clase 2 que son únicamente para el propósito de conexión a los circuitos de control del equipo.
- (3) Cuando la canalización se usa para sostener cajas de acuerdo con 314-23 o para soportar luminarias de acuerdo con 410-36(e).

d) Cables no utilizados como medio de soporte. Los métodos de alambrado con cables no se deben usar como medio de soporte para otros cables, canalizaciones ni equipo no eléctrico.

300-12. Continuidad mecánica de las canalizaciones y de los cables. Las canalizaciones metálicas o no metálicas, armaduras de cables y forros de cables, deben ser continuos entre los gabinetes, cajas, accesorios u otros envoltorios o salidas.

Excepción 1: No se exigirá que las secciones cortas de canalizaciones, utilizadas como soporte o protección de los ensambles de cables contra daño físico, sean continuas mecánicamente.

Excepción 2: No se exigirá que las canalizaciones ni los cables instalados en el fondo de equipos con fondo abierto, como tableros de distribución, centros de control de motores y transformadores montados sobre plataforma o en el suelo se fijen mecánicamente al equipo.

300-13. Continuidad mecánica y eléctrica de los conductores.

a) Generalidades. Los conductores en las canalizaciones deben ser continuos entre las cajas de salida, cajas de registro, dispositivos, etc. Dentro de una canalización no debe haber ni empalmes ni derivaciones, a no ser los permitidos en 300-15; 368-56(a), 376-56, 378-56, 384-56, 386-56, 388-56 o 390-7.

b) Retiro de dispositivos. En los circuitos derivados multiconductores, la continuidad de un conductor puesto a tierra no debe depender de las conexiones en los dispositivos tales como portalámparas, contactos, etc., cuando al retirar tales dispositivos se interrumpa la continuidad.

300-14. Longitud de los conductores libres en las salidas, puntos de conexiones y de interrupción. En cada salida, punto de conexiones y de interrupción se debe dejar libre, para empalmes o para la conexión de luminarias o dispositivos, una longitud de 15 centímetros como mínimo, medida desde el punto en la caja en donde el conductor sale de su canalización o forro del cable. Cuando la abertura para una salida, punto de conexiones o de interrupción es menor de 20 centímetros en cualquier dimensión, cada conductor debe tener la longitud suficiente para extenderse al menos 7.50 centímetros fuera de la abertura.

Excepción: No se exigirá que los conductores no empalmados o que no terminan en el punto de salida, de conexiones o punto de interrupción cumplan con lo especificado en esta sección.

300-15. Cajas o accesorios, cuando se requieren. Se debe instalar una caja en cada salida y punto de interrupción para alambrado oculto con aisladores de porcelana tipo perilla y tubo.

Los accesorios y conectores se deben usar solamente con los métodos de alambrado específicos para los cuales están diseñados y aprobados.

Cuando el método de alambrado es con tubo conduit, tubería, cable tipo AC, cable tipo MC, cable tipo MI, cable con forro no metálico u otros cables, se debe instalar una caja en cada punto de: empalme de un conductor, salida, interrupción, conexión, terminación o paso, a menos que se permita algo diferente en (a) hasta (l) siguientes.

a) Métodos de alambrado con acceso interior. No se exigirá una caja para cada punto de empalme, unión, interrupción, paso, terminación o salida en métodos de alambrado con cubiertas removibles como canalizaciones, ensambles multicontacto, canales auxiliares y canalizaciones superficiales. Las cubiertas deben ser accesibles después de la instalación.

b) Equipos. En lugar de una caja, se permitirá una caja de unión o una caja de conexión, que sean parte integral del equipo aprobado.

c) Protección. No se exigirá una caja cuando los cables entran o salen del tubo conduit o tubería que se usa para brindar soporte a los cables o protección contra el daño físico. Se debe instalar un accesorio en el (los) extremo(s) del tubo conduit o tubería, para proteger el cable contra la abrasión.

d) Cable tipo MI. No se exigirá una caja en donde se usan accesorios accesibles para empalmes rectos en cable con cubierta metálica y aislamiento mineral.

e) Envolvente integral. Se permitirá un dispositivo de alambrado con envolvente integral, identificado para uso con cable con forro no metálico, que tenga abrazaderas de fijación, que aseguran el dispositivo a las paredes o plafón, de construcciones convencionales en sitio, en lugar de una caja.

NOTA: Véanse 334-30(c), 545-10, 550-15(i), 551-47(e) Excepción 1; y 552-48(e), Excepción 1.

f) Accesorio. Se permitirá el uso de un accesorio identificado en lugar de una caja, si los conductores no se empalman ni terminan dentro del accesorio. El accesorio debe ser accesible después de la instalación.

g) Conductores enterrados directamente. Como se permite en 300-5(e), no se exigirá una caja para empalmes y derivaciones en conductores y cables directamente enterrados.

h) Dispositivos aislados. Como se permite en 334-40(b), no se exigirá una caja para dispositivos aislados alimentados mediante cable con forro no metálico.

i) Envoltentes. No se exigirá una caja cuando el punto de empalme, de interrupción, terminal o de paso, está en un gabinete de interruptor, en un envolvente para interruptores o dispositivos de sobrecorriente, tal como se permite en 312-8, en controladores de motor, tal como se permite en 430-10(a), o en un centro de control de motores.

j) Luminarias. No se exigirá una caja cuando las luminarias se usan como canalización, como se permite en 410-64.

k) Empotrados. No se exigirá una caja para empalmes cuando los conductores se encuentran empotrados, tal como se permite en 424-40, 424-41(d), 426-22(b), 426-24(a), y 427-19(a).

l) Pozos de visita y registro. No se exigirá una caja para conductores en pozos de visita ni registro, excepto cuando se conectan a equipo eléctrico. La instalación debe cumplir con las disposiciones de la Parte E del Artículo 110 para pozos de visita y 314-30 para registro.

300-16. Canalización o cable para alambrado oculto o a la vista.

a) Caja o accesorio. Se debe utilizar una caja o adaptador terminal con orificios con pasacables separados para cada conductor, siempre que se haga una transición desde un tubo conduit metálico, tubo conduit no metálico, cable con forro no metálico, cable de tipo AC, cable tipo MC o cable con cubierta metálica y aislante mineral y alambrado en una canalización superficial hasta una instalación visible u oculta con aisladores de porcelana tipo de perilla y tubo. Un adaptador utilizado para este fin no debe tener empalmes ni derivaciones, ni se debe utilizar en las salidas para luminarias. Una caja utilizada para este propósito no debe tener derivaciones ni empalmes, a menos que cumpla con lo estipulado en 314-16(c)(2).

b) Pasacables. Se permitirá el uso de un pasacables en lugar de una caja o terminal, cuando los conductores salen de una canalización y entran o terminan en equipos, como tableros de distribución abiertos, equipo de control abierto, o equipo similar. El pasacables debe ser de tipo aislante para conductores diferentes de los que tienen forro de plomo.

300-17. Número y tamaño de los conductores en una canalización. El número y tamaño de los conductores en cualquier canalización no debe ser mayor al que permita la disipación de calor y la facilidad de instalación o desmontaje de los conductores sin dañar los conductores o su aislamiento.

NOTA: Véanse las siguientes secciones de esta NOM:

Tubo conduit metálico semipesado, 342-22;

Tubo conduit metálico pesado, 344-22;

Tubo conduit metálico flexible, 348-22;

Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, 350-22;

Tubo conduit PVC, 352-22;

Tubo conduit de HDPE, 353-22;

RTRC, 355-22;

Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, 356-22;

Tubo conduit metálico ligero, 358-22;

Tubo conduit metálico flexible, 360-22;

Tubo conduit no metálico, 362-22;

Canalizaciones en pisos celulares de concreto, 372-11;

Canalizaciones en pisos metálicos celulares, 374-5;

Ductos metálicos, 376-22,

Ductos no metálicos, 378-22;

Canalizaciones metálicas superficiales, 386-22;

Canalizaciones no metálicas superficiales, 388-22;

Canalizaciones bajo el piso, 390-6;

Cables para artefactos, 402-7;

Teatros, 520-6;

Anuncios, 600-31(c);

Elevadores, 620-33;

Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señal de audio, 640-23(a) y 640-24;

Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3, Artículo 725;

Circuitos de alarmas contra incendios, Artículo 760; y

Cables de fibra óptica y canalizaciones, Artículo 770.

300-18. Instalación de canalizaciones.

a) Tramos completos. Las canalizaciones diferentes de los electroductos (Ductos con barras) o canalizaciones expuestas que poseen cubiertas articuladas o removibles, se deben instalar completas entre los puntos de salida, unión o empalme, antes de instalar los conductores. Cuando se requiere facilitar la instalación del equipo de utilización, se permitirá que la canalización se instale inicialmente sin una conexión terminal en el equipo. Se permitirán ensambles de canalizaciones prealambradas, solamente en donde se permita específicamente en esta NOM para el método de alambrado aplicable.

Excepción: No se exigirá que las secciones cortas de canalizaciones usadas para contener conductores o ensamble de cables para protección contra el daño físico se instalen completas entre los puntos de salida, unión o empalme.

b) Soldadura. Las canalizaciones metálicas no deben estar soportadas, terminadas o conectadas mediante soldadura, a menos que estén diseñadas específicamente para este fin, o que sea permitido específicamente algo diferente en esta NOM.

300-19. Soporte de los conductores en canalizaciones verticales.

a) Intervalos de separación máximos. Los conductores en canalizaciones verticales se deben sujetar si la canalización vertical supera los valores de la Tabla 300-19(a). Debe haber al menos un método de soporte para cada cable en la parte superior de la canalización vertical o lo más cerca posible de ella. Los soportes intermedios deben ser los necesarios para limitar la longitud del conductor sostenido, para que no sea mayor que los valores establecidos en la Tabla 300-19(a).

Excepción: Un cable con armadura de alambre de acero se debe sostener en la parte superior del tramo vertical con un soporte para cable que sujete a la armadura. Se permitirá instalar en el extremo inferior del conducto vertical un dispositivo de seguridad que sostenga el cable, en el caso de que éste se deslice por el interior del soporte de la armadura de cable con alambre. Se permitirá instalar otros soportes adicionales de tipo cuña que alivien los esfuerzos causados en las terminales de los equipos por la expansión del cable bajo carga.

b) Cables y conductores resistentes al fuego. Los métodos de soporte y los intervalos para cables y conductores resistentes al fuego deben cumplir con todas las limitaciones suministradas en la lista del sistema de protección del circuito eléctrico usado y, en ningún caso, deben exceder los valores de la Tabla 300-19(a).

Tabla 300-19(a).- Separación entre los soportes de los conductores

Tamaño o designación del conductor	Soporte de los conductores en canalizaciones verticales	Conductores	
		Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre
		metros	
Desde 0.824 mm ² (18 AWG) hasta 8.37 mm ² (8 AWG)	no mayores a	30	30
Desde 13.3 mm ² (6 AWG) hasta 53.5 mm ² (1/0 AWG)		60	30
Desde 67.4 mm ² (2/0 AWG) hasta 107 mm ² (4/0 AWG)		55	25
Mayor que 107 mm ² (4/0 AWG) hasta 177 mm ² (350 kcmil)		40	20
Mayor que 177 mm ² (350 kcmil) hasta 253 mm ² (500 kcmil)		35	15
Mayor que 253 mm ² (500 kcmil) hasta 380 mm ² (750 kcmil)		30	10
Mayor que 380 mm ² (750 kcmil)		25	10

c) Métodos de soporte. Se debe utilizar uno de los siguientes métodos de soporte:

- (1) Dispositivos de sujeción contruidos con o que empleen cuñas aislantes, introducidas en los extremos de las canalizaciones. Cuando la sujeción del aislamiento no sostenga adecuadamente el cable, se debe sujetar también el conductor.
- (2) Insertando cajas en los intervalos exigidos, en las que se hayan instalado soportes aislantes que se aseguren de una manera segura y aprobada para soportar el peso de los conductores unidos a los mismos. Las cajas deben estar provistas con tapa.
- (3) En las cajas de conexiones, doblando los cables no menos de 90° y llevándolos horizontalmente hasta una distancia no menor al doble del diámetro del cable, sobre dos o más soportes aislantes, y sujetados además mediante alambres de amarre, si se desea. Cuando se utilice este método, los cables se deben sujetar a intervalos no superiores al 20 por ciento de los establecidos en la Tabla anterior.
- (4) Mediante otro método igualmente eficaz.

300-20. Corrientes inducidas en envolventes metálicas ferrosas o canalizaciones metálicas ferrosas.

a) Agrupamiento de conductores. Cuando se instalen conductores de corriente alterna en envolventes o canalizaciones metálicas ferrosas, se deben agrupar de modo que se evite el calentamiento por inducción del metal ferroso circundante. Para ello, se deben juntar todos los conductores de fase y, cuando los haya, el conductor puesto a tierra y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos.

Excepción 1: Se permitirá la instalación de los conductores de puesta a tierra del equipo, para algunas instalaciones existentes, separados de los conductores de su circuito asociado, si están tendidos de acuerdo con las disposiciones de 250-130(c).

Excepción 2: Se permitirá instalar un solo conductor en un envoltorio ferromagnético y usarlo para calentamiento por efecto superficial, de acuerdo con las disposiciones de 426-42 y 427-47.

b) Conductores individuales. Cuando un solo conductor de corriente alterna pase a través de un metal con propiedades magnéticas, se deben reducir al mínimo los efectos de la inducción con alguno de estos dos métodos:

- (1) Haciendo ranuras en la parte metálica que quede entre los agujeros por los que pasan los conductores individuales o
- (2) Pasando todos los conductores del circuito a través de una pared aislante suficientemente grande para que quepan todos los conductores del circuito.

Excepción: En el caso de circuitos de alimentación para sistemas de alumbrado de vacío o de descarga eléctrica, o de anuncios o aparatos de rayos X, las corrientes que pasan por los conductores son tan pequeñas que, cuando estos conductores están ubicados en envoltorios metálicos o pasan a través de metales, se pueden despreciar los efectos del calentamiento por inducción.

NOTA: Como el aluminio es un metal no magnético, no se producirá calentamiento por histéresis, sin embargo, las corrientes inducidas estarán presentes. Tales corrientes no son de magnitud suficiente como para que requieran el agrupamiento de los conductores ni otro tratamiento especial cuando pasan los conductores a través de paredes de aluminio.

300-21. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones eléctricas en espacios vacíos, ductos verticales y ductos de ventilación o de manejo de aire, deben hacerse de modo que la posible propagación de fuego o de productos de la combustión no sea incrementada substancialmente. Las aberturas alrededor de los elementos eléctricos que pasan a través de paredes, tabiques, pisos o techos resistentes al fuego, deben protegerse contra el fuego por métodos adecuados, para mantener la resistencia contra fuego.

NOTA: Los catálogos de materiales eléctricos para la construcción, contienen listados de limitaciones que son necesarias para mantener la clasificación de resistencia al fuego de un ensamble en el que se han hecho penetraciones o aberturas. Los reglamentos de construcción también contienen limitaciones sobre las penetraciones de membrana en lados opuestos de ensambles para pared resistente al fuego. Un ejemplo es la separación mínima horizontal de 60 centímetros que se aplica usualmente entre cajas instaladas en las caras opuestas de una pared. En estos catálogos de productos se puede encontrar la ayuda necesaria para cumplir con lo establecido en 300-21.

300-22. Alambrado en ductos no utilizados para manejo de aire, ductos construidos para ventilación ambiental y otros espacios para ventilación ambiental (*Plenum*). Lo establecido en esta sección se aplica a la instalación y usos de alambrado y de equipos eléctricos en ductos utilizados para la extracción de polvo, pelusas o vapor; ductos construidos específicamente para ventilación ambiental; y otros espacios usados para ventilación ambiental (*plenum*).

NOTA: Véase el Artículo 424, Parte F con respecto a los calentadores de ductos.

a) Ductos para la extracción de polvo, pelusas o vapor. En los ductos utilizados para el transporte de polvo, pelusas o vapores inflamables, no se debe hacer ningún tipo de sistema de alambrado. Tampoco se debe hacer ninguna instalación eléctrica en ductos o fosos que contengan únicamente esos ductos, utilizados para la extracción de vapor o la ventilación de equipo de cocina tipo comercial.

b) Ductos específicamente construidos para ventilación ambiental. El equipo, los dispositivos y los métodos de cableado especificados en esta sección sólo se permitirán dentro de dichos ductos solamente si son necesarios para la acción directa o la detección del aire contenido. Cuando el equipo o los dispositivos estén instalados y la iluminación sea necesaria para facilitar el mantenimiento y la reparación, se admitirán luminarias de tipo cerrado.

En los ductos específicamente construidos para ventilación ambiental, sólo se deben hacer instalaciones eléctricas con cables de tipo MI sin un recubrimiento general no metálico, cables de tipo MC con forro impermeable metálico liso o corrugado, sin recubrimiento general no metálico, tubería metálica eléctrica, tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico semipesado o tubo conduit metálico pesado sin recubrimiento general no metálico. Se permitirá tubo conduit metálico flexible en tramos que no excedan 1.20 metros para conectar equipos y dispositivos ajustables físicamente para estar dentro de estos ductos construidos. Los conectores utilizados con tubo conduit metálico flexible deben cerrar eficazmente cualquier abertura en la conexión. Se permitirá instalar equipos y dispositivos dentro de dichos ductos sólo si son necesarios para actuar en forma directa sobre el aire contenido o monitorear el aire contenido. Cuando haya instalados equipos o dispositivos y sea necesaria la iluminación para facilitar su reparación y mantenimiento, se permitirán luminarias selladas.

Excepción: Los métodos de cableado y los sistemas de cableado, aprobados para uso en otros espacios utilizados para aire ambiental (*plenums*), deberán ser instalados en ductos fabricados específicamente para el manejo ambiental del aire bajo las siguientes condiciones:

(1) Los métodos de cableado o los sistemas de cableado sólo se permitirán si es necesario conectarse a equipos o dispositivos asociados con la acción directa o detección del aire contenido, y

(2) La longitud total de tales métodos de cableado o sistemas de cableado no deberá exceder a 1,2 m.

c) Otros espacios usados para ventilación ambiental (*Plenums*). Esta sección se debe aplicar a los espacios no construidos específicamente para propósitos de manejo del aire ambiental, pero utilizados para propósitos del manejo de aire como un *plenum*. Esta sección no aplica para recintos habitables o áreas de edificios cuyo propósito principal no es el manejo de aire.

NOTA: El espacio sobre un plafón colgante, usado para propósitos de manejo de aire ambiental es un ejemplo del tipo de otros espacios a los cuales se aplica esta sección.

Excepción: Esta sección no se debe aplicar a los espacios entre vigas o columnas de unidades de vivienda en donde el alambrado pasa a través de estos espacios, perpendicular a la dimensión más grande de tales espacios.

1) Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado para estos otros espacios se deben limitar a los electroductos (Ductos con barras) aislados, no ventilados y encerrados totalmente, que no tienen provisiones para conexiones enchufables, cable tipo MI sin un recubrimiento general no metálico, cable tipo MC sin recubrimiento total no metálico, cable tipo AC, u otro cable multiconductor de control o de potencia ensamblado en fábrica y aprobado específicamente para uso dentro de un espacio de manejo de aire, o ensambles de cable prefabricados y aprobados, de sistemas de alambrado metálico fabricado sin forro no metálico. Se permitirá la instalación de otros tipos de cables, conductores y canalizaciones en tubería metálica eléctrica, tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico pesado sin recubrimiento total no metálico, tubo conduit metálico flexible, o en donde sean accesibles, canalizaciones metálicas superficiales o ductos metálicos de alambres con cubiertas metálicas.

Los amarres para cables no metálicos y otros accesorios para cables no metálicos que se utilicen para asegurar y sostener cables deben estar aprobados como de baja emisión de humo y calor.

2) Sistemas de charolas portacables. Las disposiciones en (a) o (b) se aplican para el uso de sistemas de charolas portacables metálicas en otros espacios utilizados para la ventilación ambiental (*plenums*), en donde sea accesible como sigue:

a) Sistemas de charolas portacables de metal. Se permitirá que los sistemas de charolas portacables de metal soporten los métodos de alambrado en 300-22(c)(1).

b) Sistemas de charolas portacables de metal de fondo y lado sólidos. Se permitirá que los sistemas de charolas portacables de metal de fondo y lado sólidos con cubiertas sólidas de metal, contengan los métodos de alambrado y los cables, que no están cubiertos en (1) anterior, de acuerdo con 392-10 (a) y (b).

3) Equipo. En otros espacios utilizados para la ventilación ambiental (*plenums*), se permitirá la instalación de equipo eléctrico con envolvente metálico o equipo eléctrico con envolvente no metálico aprobado para uso dentro de un espacio de manejo de aire y con características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo, así como con el material del alambrado asociado adecuado para la temperatura ambiente, a menos que se prohíba en otra parte de esta NOM.

Excepción: Se permitirán los sistemas de ventiladores integrales, si están identificados específicamente para uso dentro de un espacio de manejo de aire.

d) Equipo de tecnología de información. El alambrado eléctrico en áreas de ventilación por debajo de pisos falsos en lugares para equipo de tecnología de la información se permitirá de acuerdo con el Artículo 645.

300-23. Paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables, canalizaciones y equipos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso, incluidos los paneles de plafones suspendidos, deben estar instalados y sujetos de manera que permitan quitar los paneles y permitir el acceso a los equipos.

Parte B. Requisitos para instalaciones de más de 1000 volts nominales

300-31. Tapas requeridas. Se deben instalar tapas adecuadas en todas las cajas y accesorios y envolventes similares para impedir contactos accidentales con las partes energizadas o daños materiales a las partes o al aislamiento.

300-32. Conductores de diferentes sistemas. Véase 300-3(c) (2).

300-34. Radio de curvatura de los conductores. Durante la instalación o después de ella, los conductores no se deben doblar a un radio menor a 8 veces el diámetro total para conductores no blindados, o 12 veces el diámetro total para conductores blindados o recubiertos de plomo. En cables multiconductores o cables de conductores sencillos agrupados con conductores blindados individualmente, el radio mínimo de curvatura es de 12 veces el diámetro de los conductores blindados individualmente o 7 veces el diámetro total, lo que sea mayor.

300-35. Protección contra calentamiento por inducción. Las canalizaciones metálicas y los conductores asociados deben estar dispuestos de manera que se evite el calentamiento de la canalización, de acuerdo con las disposiciones aplicables de 300-20.

300-37. Métodos de alambrado sobre la tierra. Los conductores sobre la tierra se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, en tubo conduit metálico semipesado, en tubería metálica eléctrica, en tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) y tubo conduit de PVC, en charolas portacables, en canales auxiliares, como electroductos (Ductos con barras), como ensambles de cables con aislamiento en envoltura metálica, en otras canalizaciones identificadas o como tendidos visibles de cable revestido de metal adecuado para este uso y propósito. En lugares accesibles solamente a personal calificado, también se permitirán tendidos visibles de cables media tensión, conductores desnudos y barras colectoras desnudas. Se permitirá que las barras colectoras sean de cobre o aluminio.

Excepción: Se permitirá utilizar el cable de iluminación de pistas aéreas en circuitos en serie alimentados por reguladores e instalados en bóvedas restringidas de iluminación de aeropuertos como instalaciones de cable expuestas.

300-38. Canalizaciones en lugares húmedos situados por encima del nivel del suelo. Donde las canalizaciones se instalan en lugares húmedos situados por encima del nivel del suelo, se debe considerar que el interior de estas canalizaciones es un lugar húmedo. Los conductores y cables aislados instalados en canalizaciones, en lugares húmedos situados por encima del nivel del suelo deben cumplir con lo que se especifica en la sección 310-10(c).

300-39. Conductores aislados con cubierta trenzada. Instalación visible. Los tendidos expuestos de conductores aislados con cubierta trenzada deben tener una malla retardante de flama. Si los conductores usados no tienen esta protección, se debe impregnar la cubierta trenzada con un retardante de flama, después de la instalación. Esta cubierta trenzada tratada, se debe retirar hacia atrás hasta una distancia segura de las terminales del conductor, de acuerdo con la tensión de operación. Esta distancia no debe ser menor a 2.50 centímetros por cada kilovolt de la tensión del conductor a tierra del circuito, en donde sea aplicable.

300-40. Blindaje del aislamiento. Los componentes del blindaje de aislamiento metálico y semiconductor, de los cables blindados, se deben retirar en los extremos del cable una distancia que depende de la tensión del circuito y del aislamiento. Se deben suministrar medios para reducir el esfuerzo dieléctrico, en todas las terminaciones del blindaje aplicado en fábrica.

Los componentes de la armadura metálica, tales como cintas, alambres o mallas, o una combinación de ellos, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra, a una barra colectora de puesta a tierra o a un electrodo de puesta a tierra.

300-42. Protección mecánica o contra la humedad, para cables con cubierta metálica. Cuando los conductores del cable salen de una cubierta metálica y es necesaria protección contra la humedad o daños físicos, el aislamiento de los conductores se debe proteger mediante un dispositivo terminal de la cubierta metálica del cable.

300-45. Señales de advertencia. Deben colocarse señales de advertencia claramente visibles en los puntos de acceso a conductores en todos los sistemas de ductos y sistemas de cables. Las señales de advertencia deben ser legibles y permanentes y deben tener la siguiente inscripción:

PELIGRO—ALTA TENSIÓN—MANTÉNGASE ALEJADO

300-50. Instalaciones subterráneas.

a) Generalidades. Los conductores subterráneos se deben identificar para la tensión y las condiciones bajo las cuales se instalan. Los cables directamente enterrados deben cumplir con las disposiciones de 310-10 (f). Los cables subterráneos se deben instalar de acuerdo con (1) o (2) siguientes, y la instalación debe cumplir los requisitos de profundidad de la Tabla 300-50.

1) Cables blindados y no blindados en ensambles de cables con armadura metálica. Los cables subterráneos, incluidos los cables no blindados, cables tipo MC y cables con cubierta metálica impermeable a la humedad, deben tener estos forros puestos a tierra a través de una trayectoria de puesta a tierra efectiva que cumpla con los requisitos de 250-4(a)(5) o (b)(4). Se deben enterrar directamente o instalar en canalizaciones identificadas para ese uso.

2) Establecimientos industriales. En establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que solamente personas calificadas atenderán el cable instalado, debe permitirse que cables de un solo conductor no blindados, con tipos de aislamiento de hasta 2000 volts que estén listados para enterramiento directo sean enterrados directamente.

3) Otros cables no blindados. Los cables no blindados no tratados en el inciso (1) y (2) anteriores se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado o tubo conduit no metálico pesado, recubierto en no menos de 7.50 centímetros de concreto.

Tabla 300-50.- Requisitos de profundidad mínima^a

Tensión del circuito	Condiciones generales (no especificadas de otra manera)			Condiciones especiales (se usan si es aplicable)		
	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6
	Cables enterrados directamente ^b	Tubo conduit RTRC, PVC, y HDPE ^c	Tubo conduit metálico pesado y semipesado	Canalizaciones bajo edificios o losas de concreto exteriores, con espesor mínimo de 10 centímetros ^d	Cables en canalizaciones de aeropuertos o áreas adyacentes en donde se prohíbe el paso	Áreas sometidas a tráfico vehicular tales como vías principales y Comerciales para estacionamiento
	Centímetros					
Mayor de 1000 volts hasta 22 kilovolts	75	45	15	10	45	60
Mayor de 22 kilovolts hasta 40 kilovolts	90	60	15	10	45	60
Mayor de 40 kilovolts	100	75	15	10	45	60

NOTAS GENERALES:

1. Se permitirán profundidades menores cuando se exige altura de los conductores o cables para las terminaciones o los empalmes o cuando se necesita tener acceso.

2. Cuando la roca sólida evita el cumplimiento con las especificaciones de profundidad de la cubierta de esta tabla, el alambrado se debe instalar en una canalización metálica o no metálica directamente enterrada. La canalización debe estar cubierta con un mínimo de 5 centímetros de concreto que se extienda hasta la roca.

3. En establecimientos industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que personas calificadas atenderán la instalación, se permitirá que los requisitos mínimos de profundidad de la cubierta, para conductos diferentes del tubo conduit metálico pesado y el tubo conduit metálico semipesado, se reduzcan 15 centímetros por cada 5 centímetros de concreto o equivalente, colocado totalmente dentro de la zanja por encima de la instalación subterránea.

NOTAS ESPECÍFICAS:

a) Profundidad mínima se define como la distancia más corta, en milímetros, medida entre un punto en la superficie superior de cualquier conductor, cable, tubo conduit u otra canalización enterrada directamente, y la superficie superior del nivel terminado del terreno, concreto u otra cubierta similar.

b) La ubicación de cables subterráneos enterrados directamente que no están encerrados ni protegidos con concreto y están enterrados a 75 centímetros o más por debajo del suelo, se debe identificar con una cinta de advertencia que se coloca en la zanja por lo menos a 30 centímetros por encima de los cables.

c) Aprobado para uso directamente enterrado sin revestimiento. Todos los otros sistemas no metálicos requerirán 5 centímetros de concreto o su equivalente sobre el conduit, adicional a la profundidad que se indica en la tabla.

d) La losa debe sobresalir de la instalación subterránea un mínimo de 15 centímetros, y se debe colocar una cinta de advertencia u otro medio eficaz y adecuado para las condiciones, sobre la instalación subterránea.

b) Lugares mojados. El interior de envoltentes o canalizaciones instaladas bajo tierra se deben considerar como lugares mojados. Los conductores aislados y los cables instalados en estos envoltentes o canalizaciones en instalaciones subterráneas se deben aprobar para su uso en lugares mojados y deben cumplir con 310-10(c). Cualquier conexión o empalme en una instalación subterránea debe ser aprobada para lugares mojados.

c) Protección contra daños. Los conductores que salen de la tierra se deben alojar en canalizaciones aprobadas. Las canalizaciones instaladas en postes deben ser de tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), marcado con el sufijo – XW, tubo conduit de PVC Cédula 80, o su equivalente, que se extienda desde la profundidad mínima requerida en la Tabla 300-50, hasta un punto a 2.50 metros sobre el nivel terminado del terreno. Los conductores que entran en un edificio se deben proteger mediante un envolvente o canalización aprobados, desde la profundidad de cubierta mínima hasta el punto de entrada. Cuando los conductores, canalizaciones o cables directamente enterrados están expuestos a movimiento por asentamiento o heladas, se deben instalar para impedir daño a los conductores encerrados o al equipo conectado a las canalizaciones. Los envolventes metálicos se deben poner a tierra.

d) Empalmes. Se permitirá que los cables de directamente enterrados sean empalmados o derivados sin el uso de cajas de empalme, siempre y cuando se instalen utilizando materiales adecuados para esa aplicación. Las derivaciones y empalmes deben ser herméticos al agua y protegidos contra daños mecánicos. Cuando los cables están blindados, el blindaje debe ser continuo a través del empalme o derivación.

Excepción: En los empalmes de un sistema de alambrado, se permitirá interrumpir y traslapar los blindajes metálicos de los cables de un solo conductor enterrados directamente, manteniendo una separación constante entre fases. Si los blindajes son interrumpidos y traslapados, cada sección de blindaje se debe poner a tierra en un punto.

e) Relleno. Se debe brindar protección en forma de material granular o seleccionado, o cubiertas adecuados, para evitar que las canalizaciones o cables sufran daño físico. Se debe evitar que el relleno contenga rocas grandes, materiales de pavimentación, escoria, materiales angulares grandes o afilados, o materiales corrosivos, porque estos materiales puedan dañar o contribuir a la corrosión de las canalizaciones, cables u otras subestructuras, o impedir la compactación adecuada del relleno.

f) Sello de la canalización. Cuando una canalización entra desde un sistema subterráneo, el extremo que se encuentra dentro del edificio se debe sellar con un compuesto identificado, con el fin de impedir la entrada de humedad o gases, o se debe colocar de manera que se impida el contacto de la humedad con las partes vivas.

ARTÍCULO 310

CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL

Parte A. Generalidades

310-1. Alcance. Este Artículo trata de los requisitos generales de los conductores y de sus denominaciones de tipo, aislamiento, marcado, resistencia mecánica, ampacidad y usos. Estos requisitos no se aplican a los conductores que forman parte integral de equipos como motores, controladores de motores y equipos similares, ni a los conductores específicamente tratados en otras partes de esta NOM.

NOTA 2: Para los cordones y cables flexibles, véase el Artículo 400. Para los cables de artefactos, véase el Artículo 402.

310-2. Definiciones

Ductos eléctricos. Tubos conduit u otras canalizaciones de sección transversal redonda, que son adecuados para uso subterráneo o recubiertos de concreto.

Resistividad térmica. Como se usa en esta NOM, es la oposición que presenta un material a la transferencia de calor, por conducción, a través del mismo.

NOTA: Es el recíproco de la conductividad térmica, se designa como Rho y se expresa con las unidades de °C-cm/W.

Parte B. Instalación

310-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de los conductores descritos en 310-104 en cualquiera de los métodos de alambrado cubiertos en el Capítulo 3, y como se especifica en sus respectivas tablas o como se permita en otras partes de esta NOM.

a) Lugares secos. Los conductores y cables aislados usados en lugares secos deben ser de cualquiera de los tipos identificados en esta NOM.

b) Lugares secos y húmedos. Los conductores y cables aislados usados en lugares secos y húmedos deben ser de los tipos FEP, FEPB, MTW, PFA, RHH, RHW, RHW-2, SA, THHN, THW, THW-LS, THW-2, THW-2-LSOH, THHW, THHW-LS, THHW-LSOH, THWN, THWN-2, TW, XHH, XHHW, XHHW-2, Z o ZW.

c) Lugares mojados. Los conductores y cables aislados usados en lugares mojados deben cumplir con una de las siguientes condiciones:

- (1) Tener cubierta metálica impermeable a la humedad.
- (2) Ser de los tipos MTW, RHW, RHW-2, TW, THW, THW-LS, THW-2, THW-2-LSOH, THHW, THHW-LS, THHW-LSOH, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2, ZW.
- (3) Ser de un tipo aprobado para uso en lugares mojados.

d) Lugares expuestos a la luz solar directa. Los conductores o cables aislados donde estén expuestos directamente a los rayos solares deben cumplir con (1) o (2):

- (1) Los conductores y cables deben estar aprobados, o aprobados y marcados como resistentes a la luz solar.
- (2) Los conductores y cables deben estar recubiertos con material aislante, tal como una cinta o cubierta, que esté aprobada, o aprobada y marcada como resistente a la luz solar.

e) Blindaje. Se permitirán conductores aislados resistentes al ozono, no blindados, con una tensión máxima de fase a fase de 5000 volts en cables tipo MC en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas capacitadas atenderán la instalación. Para otros establecimientos, los conductores aislados dieléctricos sólidos que funcionan a más de 2000 volts en instalaciones permanentes, deben tener aislamiento resistente al ozono y deben estar blindados. Todos los blindajes metálicos del aislamiento se deben conectar a un conductor del electrodo de puesta a tierra, a una barra de puesta a tierra, a un conductor de puesta a tierra del equipo o a un electrodo de puesta a tierra.

NOTA: Los principales propósitos del blindaje son confinar los esfuerzos de la tensión al aislamiento, conducir la corriente de carga capacitiva y la corriente de fuga del aislamiento a tierra, así como conducir la corriente de falla a tierra para facilitar la operación de los dispositivos de protección contra falla a tierra en el caso de una falla del cable eléctrico.

Excepción 1: Se permitirá usar conductores aislados no blindados aprobados, en instalaciones de hasta 2400 volts, con las siguientes condiciones:

- a. Los conductores deben tener un aislamiento resistente a las descargas eléctricas y a la superficie de la trayectoria de los conductores o el(los) conductor(es) aislado(s), debe(n) estar recubierto(s) con un material resistente al ozono, a las descargas eléctricas y a la superficie de la trayectoria de los conductores.
- b. Cuando se usen en lugares mojados, el(los) conductor(es) aislado(s) debe(n) tener una cubierta no metálica que los cubra totalmente, o una cubierta metálica continua.
- c. El espesor del aislamiento y de la cubierta debe estar de acuerdo con la Tabla 310-104(d).

Excepción 2: Se permitirá usar los conductores aislados no blindados aprobados hasta 5000 volts para reemplazar los conductores existentes no blindados, en equipos existentes en establecimiento industriales únicamente, bajo las siguientes condiciones:

- a. Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personal calificado instala y atiende la instalación.
- b. Los conductores deben tener un aislamiento resistente a las descargas eléctricas y a las descargas parciales o, el conductor con aislamiento debe estar recubierto con un material resistente al ozono, a las descargas eléctricas y a las descargas parciales.
- c. Cuando se utilicen en lugares mojados, el conductor con aislamiento debe tener una cubierta no metálica o una cubierta metálica continua.
- d. El espesor del aislamiento y de la cubierta debe estar de acuerdo con la Tabla 310-104(d).

NOTA: Es posible que la reubicación o el reemplazo del equipo no cumpla con el término existente al relacionarse con esta excepción.

Excepción 3: Cuando se permita en la Excepción 2 del inciso (f) siguiente.

f) Conductores enterrados directamente. Los conductores usados directamente enterrados deben ser de un tipo identificado para ese uso. Los cables con aislamiento de más de 2000 volts deben ser blindados.

Excepción 1: Se permitirá usar cables multiconductores no blindados con aislamiento de entre 2001 y 2400 volts, si el cable tiene un blindaje o armadura metálica que lo cubra totalmente.

El blindaje, forro o armadura metálicos se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra, a la barra colectora de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra.

Excepción 2: Se permitirá que el cable para alumbrado de aeropuertos usado en circuitos en serie con tensión de hasta 5000 volts y que son alimentados por reguladores, no esté blindado.

NOTA 1: En cuanto a los requisitos de instalación de los conductores de 1000 volts o menos, véase 300-5.

NOTA 2: En cuanto a los requisitos de instalación de los conductores de más de 1000 volts, véase 300-50.

g) Condiciones corrosivas. Los conductores expuestos a grasas, aceites, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que tengan un efecto perjudicial sobre el conductor o el aislamiento, deben ser de un tipo adecuado para esa aplicación.

h) Conductores en paralelo.

1) Generalidades. Se permitirá que los conductores de aluminio, de aluminio recubierto de cobre o de cobre de tamaño 53.5 mm² (1/0 AWG) y mayor, que sean los de fase, polaridad, neutro o el puesto a tierra del circuito estén conectados en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos) cuando se instalen de acuerdo con (2) a (6) siguientes.

Excepción 1: Se permitirá instalar en paralelo conductores con tamaño menor a 53.5 mm² (1/0 AWG) para suministrar alimentación de control a instrumentos de medida, contactores, relevadores, solenoides y otros dispositivos de control similares, o para frecuencias de 360 Hz y más, siempre que se aplique todo lo siguiente:

- a. Estén contenidos dentro de la misma canalización o cable.
- b. La ampacidad de cada conductor individual sea suficiente para transportar toda la corriente que comparten los conductores en paralelo.
- c. La protección contra sobrecorriente sea tal que no se supere la ampacidad de cada conductor individual, en caso de que uno o más de los conductores en paralelo se desconectaran accidentalmente.

Excepción 2: Bajo la supervisión de ingeniería, se permitirá tender en paralelo conductores neutros puestos a tierra de tamaño 33.6 mm² (2 AWG) y 42.4 mm² (1 AWG), en las instalaciones ya existentes.

NOTA a la Excepción 2: La Excepción 2 se puede aplicar para evitar sobrecalentamiento de conductores neutros en instalaciones existentes con gran contenido de armónicas.

2) Características de los conductores y de la instalación. Los conductores en paralelo de cada fase, polaridad, neutro, conductor puesto a tierra del circuito, conductor de puesta a tierra de equipos o puente de unión de equipos, deben cumplir con todas las siguientes condiciones:

- (1) Tener la misma longitud.
- (2) Ser del mismo material conductor.
- (3) Ser del mismo tamaño en mm².
- (4) Tener el mismo tipo de aislamiento.
- (5) Terminar de la misma manera.

3) Cables o canalizaciones separadas. Cuando los conductores se tiendan en cables o canalizaciones distintas, los cables o canalizaciones deben tener la misma cantidad de conductores y las mismas características eléctricas. No se exigirá que los conductores de una fase, polaridad, neutro, conductor puesto a tierra del circuito o conductor de puesta a tierra de equipos, tengan las mismas características físicas que los de otra fase, polaridad, neutro, conductor puesto a tierra del circuito o conductor de puesta a tierra de equipos.

4) Ajuste de la ampacidad. Los conductores instalados en paralelo deben cumplir con las disposiciones de 310-15 (b)(3)(a).

5) Conductores de unión de equipos. Cuando se usen conductores de puesta a tierra de equipos en paralelo, se deben dimensionar de acuerdo con 250-122. Se permitirán conductores de puesta a tierra de equipos seccionados de un tamaño menor a 53.5 mm² (1/0 AWG) en cables multiconductores, siempre que el área circular combinada en mm² de los conductores seccionados de puesta a tierra de equipos en cada cable, cumpla con lo que se indica en 250-122.

6) Puentes de unión de equipos. Cuando se instalen en canalizaciones puentes de unión de equipos en paralelo o puentes de unión del lado de la alimentación, se deben dimensionar e instalar de acuerdo con 250-102.

310-15. Ampacidad para conductores con tensión de 0-2000 volts.**a) Generalidades**

1) Tablas o supervisión de ingeniería. Se permitirá determinar la ampacidad de los conductores mediante Tablas, como se establece en 310-15 (b) o bajo la supervisión de ingeniería, como se establece en 310-15(c).

NOTA 1: En las ampacidades proporcionadas en esta sección no se tiene en cuenta la caída de tensión. Véase 210-19(a), Nota 4, para circuitos derivados y 215-2(a) Nota 2 para alimentadores.

2) Selección de la ampacidad. Cuando se puede aplicar más de una ampacidad para un circuito de una longitud determinada, se debe usar el menor valor.

Excepción: Cuando se apliquen diferentes ampacidades a partes de un circuito, se permitirá utilizar la mayor ampacidad si la porción total del conductor del circuito con menor ampacidad no excede de 3.00 metros o 10 por ciento de la longitud total del circuito, el valor que sea menor.

NOTA: Para las limitaciones de temperatura de los conductores, según las disposiciones de su terminación, véase 110-14(c).

3) Límites de temperatura de los conductores. Ningún conductor se debe utilizar de modo que su temperatura de operación supere la temperatura del aislamiento para la cual se diseña el tipo de conductor con aislamiento al que pertenezca. En ningún caso se deben unir los conductores de modo que, con respecto al tipo de circuito, al método de alambrado aplicado o al número de conductores, se supere el límite de temperatura de alguno de los conductores.

NOTA: El valor nominal de temperatura de un conductor [véase Tablas 310-104(a) y 310-104(c)] es la temperatura máxima, en cualquier punto de su longitud, que puede soportar el aislamiento del conductor durante un prolongado periodo de tiempo sin que se produzcan daños. Las Tablas de ampacidad permisible, las Tablas de ampacidad del Artículo 310 y las ampacidades del Apéndice B, los factores de corrección de temperatura ambiente en 310-15(b)(2) y las notas a las mismas, ofrecen orientación para coordinar el tipo, tamaño, ampacidad permisible, ampacidad, temperatura ambiente y número de conductores asociados. Los principales determinantes de la temperatura de operación son:

- (1) Temperatura ambiente. La temperatura ambiente puede variar a lo largo del conductor y con el tiempo.
- (2) El calor generado interiormente en el conductor por el flujo de la corriente, incluidas las corrientes fundamentales y sus armónicos.
- (3) El valor nominal de disipación del calor generado en el medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores afecta el valor nominal de disipación del calor.
- (4) Los conductores adyacentes portadores de corriente. Los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente e impedir la disipación de calor.

NOTA: Consulte 110-14(c) para los límites de temperatura de las terminales.

Tabla 310-15(b)(2)(a).- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:			
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87

46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
71-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

b) Tablas. La ampacidad de los conductores de 0 a 2000 volts debe ser la especificada en las tablas de ampacidad permisible 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), y en las tablas de ampacidad 310-15(b)(20) y 310-15(b)(21), según se modifiquen con lo indicado en (b)(1) hasta (b)(7) siguientes.

Se permitirán aplicar los factores de ajuste y la corrección de temperatura a la ampacidad para el valor nominal de temperatura del conductor, siempre que la ampacidad corregida y ajustada no exceda la ampacidad para el valor nominal de temperatura de la terminal de acuerdo con 110-14(c).

NOTA: Las Tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19) son Tablas de aplicación para usarse en la determinación del tamaño de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con el Artículo 220. La ampacidad permisible es el resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

- (1) La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y del sistema.
- (2) La conformidad con los requisitos de aprobación de productos. Véase 110-3(b).
- (3) Cumplir con las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos normalizados.

Tabla 310-15(b)(2)(b).- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 40 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:						
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura de los conductores					
	60 °C	75 °C	90 °C	150 °C	200 °C	250 °C
10 o menos	1.58	1.36	1.26	1.13	1.09	1.07
11-15	1.50	1.31	1.22	1.11	1.08	1.06
16-20	1.41	1.25	1.18	1.09	1.06	1.05
21-25	1.32	1.20	1.14	1.07	1.05	1.04
26-30	1.22	1.13	1.10	1.04	1.03	1.02
31-35	1.12	1.07	1.05	1.02	1.02	1.01
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41-45	0.87	0.93	0.95	0.98	0.98	0.99
46-50	0.71	0.85	0.89	0.95	0.97	0.98
51-55	0.50	0.76	0.84	0.93	0.95	0.96
56-60	-	0.65	0.77	0.90	0.94	0.95
61-65	-	0.53	0.71	0.88	0.92	0.94
66-70	-	0.38	0.63	0.85	0.90	0.93
91-75	-	-	0.55	0.83	0.88	0.91
76-80	-	-	0.45	0.80	0.87	0.90
81-90	-	-	-	0.74	0.83	0.87
91-100	-	-	-	0.67	0.79	0.85
101-110	-	-	-	0.60	0.75	0.82
111-120	-	-	-	0.52	0.71	0.79
121-130	-	-	-	0.43	0.66	0.76

131-140	-	-	-	0.30	0.61	0.72
141-160	-	-	-	-	0.50	0.65
161-180	-	-	-	-	0.35	0.58
181-200	-	-	-	-	-	0.49
201-225	-	-	-	-	-	0.35

1) Generalidades. Para la explicación de las letras usadas en las Tablas, y para los tamaños reconocidos de los conductores para los diferentes aislamientos de los mismos, véase las Tablas 310-104(a) y 310-104(b). Para los requisitos de las instalaciones, véase 310-1 a 310-15(a)(3) y los diferentes Artículos de esta NOM. Para cordones flexibles, véase Tablas 400-4, 400-5(a)(1) y 400-5(a)(2).

2) Factores de corrección de temperatura ambiente. Las ampacidades para temperaturas ambientes diferentes a las mostradas en las tablas de ampacidad se deberán corregir de acuerdo con la Tabla 310-15(b)(2)(a) o Tabla 310-15(b)(2)(b), o se permitirá que sean calculadas usando la siguiente ecuación:

$$I' = I \sqrt{\frac{T_c - T'_a}{T_c - T_a}}$$

donde:

I' = ampacidad corregida por temperatura ambiente

I = ampacidad en tablas

T_c = temperatura del conductor (°C)

T'_a = temperatura ambiente nueva (°C)

T_a = temperatura ambiente usadas en tablas (°C)

3) Factores de ajuste.

a) Más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable. Cuando el número de conductores portadores de corriente en una canalización o cable es mayor de tres, o cuando los conductores individuales o cables multiconductores se instalan sin conservar su separación en una longitud continua mayor de 60 centímetros y no están instalados en canalizaciones, la ampacidad permisible de cada conductor se debe reducir como se ilustra en la Tabla 310-15(b)(3)(a). Cada conductor portador de corriente de un grupo de conductores en paralelo se debe contar como un conductor portador de corriente.

Cuando conductores de sistemas diferentes, como se establece en 300-3, están instalados en una canalización o cable común, los factores de ajuste mostrados en la Tabla 310-15(b)(3)(a) se deben aplicar únicamente a los conductores de fuerza y alumbrado (Artículos 210, 215, 220 y 230).

Tabla 310-15(b)(3)(a).- Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente

Número de conductores ¹	Porcentaje de los valores en las tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario.
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35

¹Es el número total de conductores en la canalización o cable, incluidos los conductores de repuesto, ajustado de acuerdo con 310-15(b)(5) y (6). El recuento no debe incluir conductores que estén conectados a componentes eléctricos, pero que no puedan ser energizados simultáneamente.

NOTA 1: Véase el apéndice A, Tabla B.310-15(b)(2)(11), para los factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable con carga diversificada.

NOTA 2: Véase 366-23(a) en relación con los factores de ajuste para conductores y ampacidad para barras de cobre y aluminio desnudas en canales auxiliares de lámina metálica y 376-22(b) para los factores de ajuste para conductores en ductos metálicos.

- (1) Cuando los conductores estén instalados en charolas portacables, se debe aplicar lo establecido en 392-80.
- (2) Los factores de ajuste no se deben aplicar a los conductores en canalizaciones cuya longitud no supere los 60 centímetros.
- (3) Los factores de ajuste no se deben aplicar a conductores subterráneos que entran o salgan de una zanja exterior, si están protegidos físicamente por tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo tipo PVC o tubo conduit de resina termofija reforzada RTRC en una longitud no mayor a 3.00 metros, y si el número de conductores no pasa de cuatro.
- (4) No se deben aplicar factores de ajuste a cables de tipo AC o de tipo MC bajo las siguientes condiciones:
 - a. Los cables no tienen cubierta exterior total
 - b. Cada cable no tiene más de tres conductores portadores de corriente
 - c. Los conductores de tamaño 3.31 mm² (12 AWG) de cobre
 - d. No más de 20 conductores de fase son instalados sin conservar la separación, están apilados o apoyados en armellas de sujeción.

Excepción a (4): Si se instalan cables que cumplan los requisitos de 310-15(b)(3)(4) del inciso (a.) hasta (c.) con más de 20 conductores que transportan corriente, se instalan por más de 60 cm sin mantener el espaciado, se apilan o se apoyan en armellas de sujeción, se aplicará un factor de ajuste del 60 por ciento

b) Espaciamiento de canalizaciones. Se debe mantener la separación entre tubos conduit, tubos o canalizaciones.

c) Canalizaciones y cables expuestos a la luz solar en azoteas. Cuando los conductores o cables están expuestos a la luz solar directa en o por encima de azoteas, las canalizaciones o cables deben instalarse a una distancia mínima por encima del techo al fondo de la canalización o cable de 2.3 cm. Cuando la distancia entre el techo y la parte inferior de la canalización es inferior a 2.3 cm, se debe agregar una temperatura de 33 ° C a la temperatura exterior para determinar la temperatura ambiente correspondiente para la aplicación de los factores de corrección de las Tablas 310-15(b)(2)(a) ó 310-15(b)(2)(b).

4) Conductores desnudos o recubiertos. Cuando se instalan conductores desnudos o recubiertos con conductores aislados, la temperatura nominal del conductor desnudo o recubierto debe ser igual a la temperatura nominal más baja de los conductores aislados con el fin de determinar la ampacidad.

5) Conductor del neutro.

- (1) No se exigirá tomar en cuenta el conductor del neutro que transporte sólo la corriente de desequilibrio de otros conductores del mismo circuito, cuando se aplican las disposiciones de 310-15(b)(3)(a).
- (2) En un circuito de tres hilos, que consta de dos conductores de fase y el conductor del neutro, de un sistema trifásico de 4 hilos conectado en estrella, un conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de línea a neutro de los otros conductores, y se debe tener en cuenta al aplicar lo establecido en 310-15(b)(3)(a).
- (3) En una instalación trifásica de 4 hilos conectada en estrella, en la cual la mayor parte de la carga consiste en cargas no lineales, circulan corrientes armónicas en el conductor del neutro, por lo que el conductor del neutro se debe considerar como un conductor portador de corriente.

6) Conductor de puesta a tierra o de unión. Al aplicar lo establecido en las disposiciones de 310-15 (b)(3)(a) no se debe tener en cuenta el conductor de puesta a tierra o el de unión.

7) Servicios de vivienda y alimentadores monofásicos. Para unidades de vivienda unifamiliares y unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares, debe permitirse que los conductores de acometidas y alimentadores abastecidos por un sistema monofásico de 120/240 volts sean dimensionados de acuerdo con lo establecido en las secciones 310-15(b)(7)(1) hasta (4) siguientes.

Para las viviendas unifamiliares y las unidades de vivienda individuales de viviendas multifamiliares y de dos familias, se permitirá que los conductores alimentadores monofásicos consistentes en dos conductores de fase y el conductor neutro de un sistema de 208Y / 120 volts se clasifiquen de conformidad con (1) a (3) siguientes.

(1) Para una acometida con un valor nominal de 100 a 400 Amperes, debe permitirse que los conductores de acometida que alimenten el total de la carga asociada con una vivienda unifamiliar o los conductores de acometida que alimenten el total de la carga asociada con una unidad de vivienda individual bifamiliar o multifamiliar, tengan una ampacidad no menor del 83 por ciento del valor nominal de la acometida.

(2) Para una acometida con un valor nominal de 100 a 400 Amperes, debe permitirse que los conductores de alimentadores que abastecen el total de la carga asociada con una vivienda unifamiliar o los conductores de alimentadores que abastecen el total de la carga asociada con una unidad de vivienda individual bifamiliar o multifamiliar, tengan una ampacidad no menor del 83 por ciento del valor nominal del alimentador.

(3) En ningún caso debe requerirse que un alimentador de una unidad de vivienda individual tenga una ampacidad mayor que la especificada en los incisos (1) o (2) anteriores.

(4) Debe permitirse que los conductores puestos a tierra sean de un tamaño menor que el de los conductores de fase, siempre que se cumplan los requisitos de las secciones 220-61 y 230-42 para conductores de acometida o los requisitos de las secciones 215-2 y 220-61 para conductores de alimentadores.

Cuando se requiera un factor de corrección o ajuste en el punto 310-15(b)(2) o (3), se permitirá que se apliquen a la ampacidad asociada con la temperatura nominal del conductor.

NOTA 1: Las clasificaciones de servicio o alimentador que se abordan en esta sección se basan en las ampacidades estándar de 240-6 (a).

c) Supervisión de ingeniería. Bajo la supervisión de ingeniería, se permitirá calcular la ampacidad de los conductores mediante la siguiente ecuación general:

$$I = \sqrt{\frac{T_c - T_a}{R_{cc}(1 + Y_c)R_{ca}}} \times 10^3 \text{ amperes}$$

donde:

T_c = temperatura del conductor (°C)

T_a = temperatura ambiente (°C)

R_{cc} = resistencia de corriente continua de 305 mm (1pie) de conductor en microhms a temperatura T_c

Y_c = componente de la resistencia de corriente alterna debida al efecto superficial y efecto de proximidad

R_{ca} = resistencia térmica efectiva entre el conductor y el medio ambiente que lo rodea

310-60. Conductores para tensiones de 2001 a 35 000 volts.

a) Ampacidades de conductores para tensiones de 2001 a 35 000 volts. Se permitirá determinar las ampacidades para conductores con aislamiento dieléctrico sólido mediante las Tablas o bajo supervisión de ingeniería, como se establece en 310-60(b) y (c).

1) Selección de la ampacidad. Cuando se puede aplicar más de una ampacidad calculada o tabulada, para una longitud de circuito dado, se debe usar el menor valor.

Excepción: Cuando se apliquen dos ampacidades distintas para partes adyacentes de un circuito, se permitirá utilizar la mayor ampacidad más allá del punto de transición, a una distancia igual a 3.00 metros o 10 por ciento de la longitud del circuito calculado con la ampacidad más alta, el valor que sea menor.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, según lo establecido para sus terminales, véase 110-40.

Tabla 310-15(b)(16).- Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THHW-LS0H, THW-2, THW- 2-LS0H THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW- 2	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THW, THWN, XHHW, USE	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2 RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
0.824	18 ^{**}	—	—	14	—	—	—
1.31	16 ^{**}	—	—	18	—	—	—
2.08	14 ^{**}	15	20	25	—	—	—
3.31	12 ^{**}	20	25	30	—	—	—
5.26	10 ^{**}	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C. Véase 310-15(b)(3)(a) para más de tres conductores portadores de corriente.

** Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

Tabla 310-15(b)(17).- Ampacidades permisibles de conductores individuales aislados para tensiones hasta e incluyendo 2000 volts al aire libre, basadas en una temperatura ambiente de 30 °C*.

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THHW-LSOH, THW-2, THW- 2-LSOH, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THW, THWN, XHHW, USE	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18	—	—	18	—	—	—
1.31	16	—	—	24	—	—	—
2.08	14**	25	30	35	—	—	—
3.31	12**	30	35	40	—	—	—
5.26	10**	40	50	55	—	—	—
8.37	8	60	70	80	—	—	—
13.3	6	80	95	105	60	75	85
21.2	4	105	125	140	80	100	115
26.7	3	120	145	165	95	115	130
33.6	2	140	170	190	110	135	150
42.4	1	165	195	220	130	155	175
53.5	1/0	195	230	260	150	180	205
67.4	2/0	225	265	300	175	210	235
85.0	3/0	260	310	350	200	240	270
107	4/0	300	360	405	235	280	315
127	250	340	405	455	265	315	355
152	300	375	445	500	290	350	395
177	350	420	505	570	330	395	445
203	400	455	545	615	355	425	480
253	500	515	620	700	405	485	545
304	600	575	690	780	455	545	615
355	700	630	755	850	500	595	670
380	750	655	785	885	515	620	700
405	800	680	815	920	535	645	725
456	900	730	870	980	580	700	790
507	1000	780	935	1055	625	750	845
633	1250	890	1065	1200	710	855	965
760	1500	980	1175	1325	795	950	1070
887	1750	1070	1280	1445	875	1050	1185
1013	2000	1155	1385	1560	960	1150	1295

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.

** Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

Tabla 310-15(b)(18).- Ampacidades permisibles de conductores aislados para tensiones hasta e incluyendo 2000 volts, de 150 °C hasta 250 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en canalizaciones o cables y basadas en una temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]			
		150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
mm ²	AWG o kcmil	Tipo Z	Tipos FEP, FEPB, PFA, SA	Tipos PFAH, TFE	Tipo Z
		COBRE		NÍQUEL O COBRE RECUBIERTO DE NÍQUEL	DE ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE
2.08	14	34	36	39	—
3.31	12	43	45	54	—
5.26	10	55	60	73	—
8.37	8	76	83	93	—
13.3	6	96	110	117	75
21.2	4	120	125	148	94
26.7	3	143	152	166	109
33.6	2	160	171	191	124
42.4	1	186	197	215	145
53.5	1/0	215	229	244	169
67.4	2/0	251	260	273	198
85.0	3/0	288	297	308	227
107	4/0	332	346	361	260

* Véase 310-15(b)(2)(b) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 40 °C. Véase 310-15(b)(3)(a) para más de tres conductores portadores de corriente.

Tabla 310-15(b)(19).- Ampacidades permisibles de conductores aislados individuales para Tensiones de hasta e incluyendo 2000 volts, de 150 °C hasta 250 °C, al aire libre con base en una temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]			
		150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
mm ²	AWG o kcmil	Tipo Z	Tipos FEP, FEPB, PFA, SA	Tipos PFAH, TFE	Tipo Z
		COBRE		NÍQUEL O COBRE RECUBIERTO DE NÍQUEL	DE ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE
2.08	14	46	54	59	—
3.31	12	60	68	78	—
5.26	10	80	90	107	—
8.37	8	106	124	142	—
13.3	6	155	165	205	112
21.2	4	190	220	278	148
26.7	3	214	252	327	170
33.6	2	255	293	381	198
42.4	1	293	344	440	228
53.5	1/0	339	399	532	263
67.4	2/0	390	467	591	305
85.0	3/0	451	546	708	351
107	4/0	529	629	830	411

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 40 °C

Tabla 310-15(b)(20).- Ampacidades de no más de tres conductores individuales aislados para Tensiones de hasta e incluyendo 2000 volts, sostenidos por un mensajero, con base en una temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]			
		75 °C	90 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	Tipos RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, ZW	Tipos MI, THHN, THHW, THHW-LS, THHW-LS0H, THW-2, THW-2-LS0H, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos RHW, THWN, THHW, XHHW	Tipos THHN, THHW, RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2, THW-2, THWN- 2, USE-2, ZW-2
		COBRE		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE	
8.37	8	57	66	—	—
13.3	6	76	89	59	69
21.2	4	101	117	78	91
26.7	3	118	138	92	107
33.6	2	135	158	106	123
42.4	1	158	185	123	144
53.5	1/0	183	214	143	167
67.4	2/0	212	247	165	193
85.0	3/0	245	287	192	224
107	4/0	287	335	224	262
127	250	320	374	251	292
152	300	359	419	282	328
177	350	397	464	312	364
203	400	430	503	339	395
253	500	496	580	392	458
304	600	553	647	440	514
355	700	610	714	488	570
380	750	638	747	512	598
405	800	660	773	532	622
456	900	704	826	572	669
507	1000	748	879	612	716

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 40 °C. Véase 310-15(b)(3)(a) para más de tres conductores portadores de corriente.

Tabla 310-15(b)(21).- Ampacidades de conductores desnudos o recubiertos, al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 40 °C, 80 °C de temperatura total del conductor, y una velocidad del viento de 610 milímetros/segundo

Conductores de cobre				Conductores de Aluminio AAC			
Tamaño o designación		Desnudos	Recubiertos	Tamaño o designación		Desnudos	Recubiertos
mm²	AWG o kcmil	Amperes	Amperes	mm²	AWG o kcmil	Amperes	Amperes
8.37	8	98	103	—	—	—	—
13.3	6	124	130	13.3	6	96	101
21.2	4	155	163	21.	4	121	127
33.6	2	209	219	33.6	2	163	171
53.5	1/0	282	297	53.5	1/0	220	231
67.4	2/0	329	344	67.4	2/0	255	268
85.0	3/0	382	401	85.0	3/0	297	312
107	4/0	444	466	107	4/0	346	364
127	250	494	519	135	266.8	403	423
152	300	556	584	171	336.4	468	492
253	500	773	812	201	397.5	522	548
380	750	1000	1050	242	477	588	617
507	1000	1193	1253	282	556.5	650	682
—	—	—	—	322	636	709	744
—	—	—	—	403	795	819	860
—	—	—	—	483	954	920	—
—	—	—	—	524	1033.5	968	1017
—	—	—	—	645	1272	1103	1201
—	—	—	—	806	1590	1267	1381
—	—	—	—	1013	2000	1454	1527

b) Supervisión de ingeniería. Bajo supervisión de la ingeniería, se permitirá que las ampacidades del conductor se calculen usando la siguiente ecuación general:

$$I = \sqrt{\frac{T_c - (T_a + \Delta T_d)}{R_{cc}(1 + Y_c)R_{ca}}} \times 10^3 \text{ amperes}$$

dónde:

T_c = temperatura del conductor (°C)

T_a = temperatura ambiente (°C)

ΔT_d = aumento de la temperatura de pérdida dieléctrica

R_{cc} = resistencia corriente continua del conductor a la temperatura T_c

Y_c = componente de la resistencia de corriente alterna debida al efecto superficial y efecto de proximidad

R_{ca} = resistencia térmica efectiva entre conductor y el ambiente que lo rodea

NOTA: El aumento de la temperatura de pérdida dieléctrica (ΔT_d) es insignificante para los cables individuales del circuito con dieléctrico extruido clasificados por debajo de 46 kV.

c) Tablas. Las ampacidades para los conductores para tensiones de 2001 a 35 000 volts deben ser como se especifican en las Tablas 310-60(c)(67) a 310-60(c)(86). Las ampacidades para temperaturas ambiente diferentes de las especificadas en las Tablas de ampacidades se deben corregir de acuerdo con 310-60(b)(4).

NOTA: Las ampacidades suministradas en esta sección no tienen en cuenta las caídas de tensión. Véase 210-19(a), Nota 4, para los circuitos derivados y 215-2(a), Nota 2, para los alimentadores.

1) Pantallas metálicas puestas a tierra. Las ampacidades de las Tablas 310-60(c)(69), 310-60(c)(70), 310-60(c)(81) y 310-60(c)(82) deben aplicarse a cables con pantallas metálicas puestas a tierra en un punto solamente. Cuando las pantallas metálicas de estos cables están puestas a tierra en más de un punto, las ampacidades se deben ajustar para tener en cuenta el calentamiento debido a las corrientes inducidas en la pantalla metálica.

NOTA: Las tablas distintas a las enumeradas contienen la ampacidad de los cables con blindajes puestos a tierra en varios puntos.

2) Profundidad de enterramiento de circuitos subterráneos. Cuando se modifica la profundidad de enterramiento, de circuitos directamente enterrados o de bancos de ductos eléctricos, con relación a los valores mostrados en las figuras o en las tablas, se permitirá modificar las ampacidades tal como se indica en (a) y (b) siguientes:

- Cuando la profundidad de enterramiento se aumenta en parte de un tramo del ducto eléctrico, no será requerido reducir la ampacidad de los conductores, siempre y cuando la longitud total de las partes del tendido del ducto en que se aumenta la profundidad sea menos del 25 por ciento de la longitud total del tendido.
- Cuando las profundidades de enterramiento son mayores a las presentadas en una tabla o figura específica de ampacidad en instalaciones subterráneas, se permitirá un factor de corrección de la ampacidad del 6 por ciento por cada 30 centímetros de aumento en la profundidad para todos los valores de resistividad térmica (ρ).

No se requerirá un ajuste en el valor de la ampacidad cuando se reduzca la profundidad de enterramiento.

3) Ductos eléctricos en la Figura 310-60. En los sitios en donde los ductos eléctricos subterráneos entran en los envoltorios de los equipos por debajo de la tierra, la separación entre tales ductos, como se ilustra en la Figura 310-60, podrá ser reducida sin exigirse la reducción de la ampacidad de los conductores.

4) Corrección de la temperatura ambiente. Las ampacidades para temperaturas ambiente diferentes de las especificadas en las tablas de ampacidad se deben corregir de acuerdo con la Tabla 310-60(c)(4) o se permitirá que sean calculadas usando la siguiente ecuación:

$$I' = I \sqrt{\frac{T_c - T'_a}{T_c - T_a}}$$

donde:

I' = ampacidad corregida por temperatura ambiente

I = ampacidad en tablas para T_c y T_a

T_c = temperatura del conductor (°C)

T'_a = temperatura ambiente nueva (°C)

T_a = temperatura ambiente usadas en tablas (°C)

Tabla 310-60(c)(4).- Factores de corrección a temperatura ambiente

Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:		
Temperatura ambiente (°C)	90 °C	105 °C
10 o menos	1.26	1.21
11-15	1.22	1.18
16-20	1.18	1.14
21-25	1.14	1.11
26-30	1.10	1.07
31-35	1.05	1.04
36-40	1.00	1.00
41-45	0.95	0.96
46-50	0.89	0.92
51-55	0.84	0.88
56-60	0.77	0.83
61-65	0.71	0.78
66-70	0.63	0.73
71-75	0.55	0.68
76-80	0.45	0.62
81-85	0.32	0.55
86-90	-	0.48
91-95	-	0.39
96-100	-	0.28

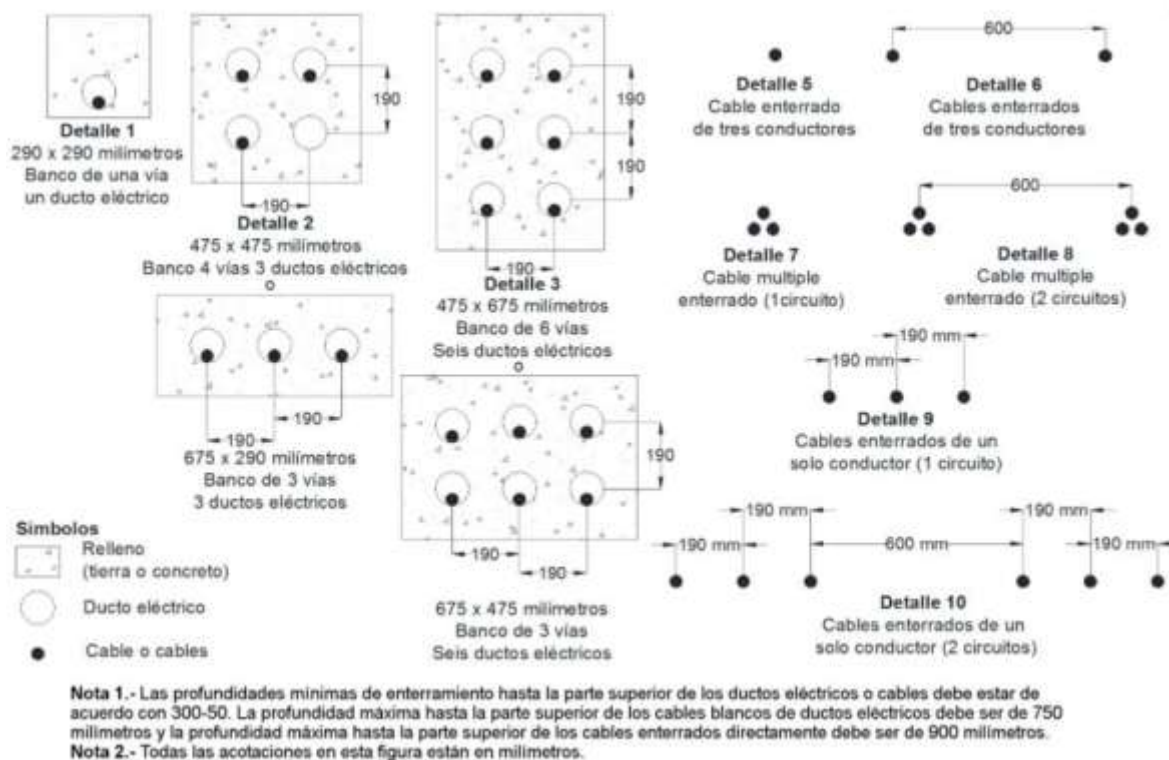


Figura 310-60.- Dimensiones de instalación de cables para uso con las Tablas 310-60c)(77) a 310-60c)(86).

Tabla 310-60(c)(67).- Ampacidad permisible de cables monoconductores de cobre aislados en configuración triplex al aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	65	74	—	—
13.3	6	90	99	100	110
21.2	4	120	130	130	140
33.6	2	160	175	170	195
42.4	1	185	205	195	225
53.5	1/0	215	240	225	255
67.4	2/0	250	275	260	295
85.0	3/0	290	320	300	340
107	4/0	335	375	345	390
127	250	375	415	380	430
177	350	465	515	470	525
253	500	580	645	580	650
380	750	750	835	730	820
507	1000	880	980	850	950

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(68).- Ampacidad de cables de ternas de conductores individuales de aluminio, aislados, al aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	50	57	-	-
13.3	6	70	77	75	84
21.2	4	90	100	100	110
33.6	2	125	135	130	150
42.4	1	145	160	150	175
53.5	1/0	170	185	175	200
67.4	2/0	195	215	200	230
85.0	3/0	225	250	230	265
107	4/0	265	290	270	305
127	250	295	325	300	335
177	350	365	405	370	415
253	500	460	510	460	515
380	750	600	665	590	660
507	1000	715	800	700	780

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(69).- Ampacidad de conductores de cobre individuales, aislados, y separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor					
		[Véase la Tabla 310-104(c)]					
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-15 000 volts		Ampacidad para 15 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C					
		90	105	90	105	90	105
8.37	8	83	93	—	—	—	—
13.3	6	110	120	110	125	—	—
21.2	4	145	160	150	165	—	—
33.6	2	190	215	195	215	—	—
42.4	1	225	250	225	250	225	250
53.5	1/0	260	290	260	290	260	290
67.4	2/0	300	330	300	335	300	330
85.0	3/0	345	385	345	385	345	380
107	4/0	400	445	400	445	395	445

127	250	445	495	445	495	440	490
177	350	550	615	550	610	545	605
253	500	695	775	685	765	680	755
380	750	900	1000	885	990	870	970
507	1000	1075	1200	1060	1185	1040	1160
633	1250	1230	1370	1210	1350	1185	1320
760	1500	1365	1525	1345	1500	1315	1465
887	1750	1495	1665	1470	1640	1430	1595
1010	2000	1605	1790	1575	1755	1535	1710

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(70).- Ampacidad de conductores individuales de aluminio, aislados, separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C (104 °C) y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor					
		[Véase la Tabla 310-104(c)]					
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5001-15 000 volts		Ampacidad para 15 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C					
		90	105	90	105	90	105
8.37	8	64	71	-	-	-	-
13.3	6	85	95	87	97	—	—
21.2	4	115	125	115	130	—	—
33.6	2	150	165	150	170	—	—
42.4	1	175	195	175	195	175	195
53.5	1/0	200	225	200	225	200	225
67.4	2/0	230	260	235	260	230	260
85.0	3/0	270	300	270	300	270	300
107	4/0	310	350	310	350	310	345
127	250	345	385	345	385	345	380
177	350	430	480	430	480	430	475
253	500	545	605	535	600	530	590
380	750	710	790	700	780	685	765
507	1000	855	950	840	940	825	920
633	1250	980	1095	970	1080	950	1055
760	1500	1105	1230	1085	1215	1060	1180
887	1750	1215	1355	1195	1335	1165	1300
1013	2000	1320	1475	1295	1445	1265	1410

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(71) Ampacidad de cables de tres conductores de cobre, aislados, separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	59	66	—	—
13.3	6	79	88	93	105
21.2	4	105	115	120	135
33.6	2	140	154	165	185
42.4	1	160	180	185	210
53.5	1/0	185	205	215	240
67.4	2/0	215	240	245	275
85.0	3/0	250	280	285	315
107	4/0	285	320	325	360
127	250	320	355	360	400
177	350	395	440	435	490
253	500	485	545	535	600
380	750	615	685	670	745
507	1000	705	790	770	860

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(72).- Ampacidad de cables de tres conductores de aluminio, aislados, separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	46	51	-	-
13.3	6	61	68	72	80
21.2	4	81	90	95	105
33.6	2	110	120	125	145
42.4	1	125	140	145	165
53.5	1/0	145	160	170	185
67.4	2/0	170	185	190	215
85.0	3/0	195	215	220	245
107	4/0	225	250	255	285
127	250	250	280	280	315
177	350	310	345	345	385
253	500	385	430	425	475
380	750	495	550	540	600
507	1000	585	650	635	705

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(73).- Ampacidad de cables de tres conductores o ternas de cables individuales aislados, de cobre, en tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	55	61	—	—
13.3	6	75	84	83	93
21.2	4	97	110	110	120
33.6	2	130	145	150	165
42.4	1	155	175	170	190
53.5	1/0	180	200	195	215
67.4	2/0	205	225	225	255
85.0	3/0	240	270	260	290
107	4/0	280	305	295	330
127	250	315	355	330	365
177	350	385	430	395	440
253	500	475	530	480	535
380	750	600	665	585	655
507	1000	690	770	675	755

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(74).- Ampacidad de cables de tres conductores o ternas de cables individuales aislados, de aluminio, en tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	43	48	-	-
13.3	6	58	65	65	72
21.2	4	76	85	84	94
33.6	2	100	115	115	130
42.4	1	120	135	130	150
53.5	1/0	140	155	150	170
67.4	2/0	160	175	175	200
85.0	3/0	190	210	200	225
107	4/0	215	240	230	260
127	250	250	280	255	290
177	350	305	340	310	350
253	500	380	425	385	430
380	750	490	545	485	540
507	1000	580	645	565	640

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(75).- Ampacidad de cables de tres conductores de cobre aislados y en un tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	52	58	—	—
13.3	6	69	77	83	92
21.2	4	91	100	105	120
33.6	2	125	135	145	165
42.4	1	140	155	165	185
53.5	1/0	165	185	195	215
67.4	2/0	190	210	220	245
85.0	3/0	220	245	250	280
107	4/0	255	285	290	320
127	250	280	315	315	350
177	350	350	390	385	430
253	500	425	475	470	525
380	750	525	585	570	635
507	1000	590	660	650	725

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(76).- Ampacidad de cables de tres conductores de aluminio aislados, en un tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	42	46	-	-
13.3	6	53	59	64	71
21.2	4	71	79	84	94
33.6	2	96	105	115	125
42.4	1	110	125	130	145
53.5	1/0	130	145	150	170
67.4	2/0	150	165	170	190
85.0	3/0	170	190	195	220
107	4/0	200	225	225	255
127	250	220	245	250	280
177	350	275	305	305	340
253	500	340	380	380	425
380	750	430	480	470	520
507	1000	505	560	550	615

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(77).- Ampacidad de tres conductores de cobre, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90 °C, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	64	69	—	—
13.3	6	85	92	90	97
21.2	4	110	120	115	125
33.6	2	145	155	155	165
42.4	1	170	180	175	185
53.5	1/0	195	210	200	215
67.4	2/0	220	235	230	245
85.0	3/0	250	270	260	275
107	4/0	290	310	295	315
127	250	320	345	325	345
177	350	385	415	390	415
253	500	470	505	465	500
380	750	585	630	565	610
507	1000	670	720	640	690
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	56	60	—	—
13.3	6	73	79	77	83
21.2	4	95	100	99	105
33.6	2	125	130	130	135
42.4	1	140	150	145	155
53.5	1/0	160	175	165	175
67.4	2/0	185	195	185	200
85.0	3/0	210	225	210	225
107	4/0	235	255	240	255

127	250	260	280	260	280
177	350	315	335	310	330
253	500	375	405	370	395
380	750	460	495	440	475
507	1000	525	565	495	535
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	48	52	—	—
13.3	6	62	67	64	68
21.2	4	80	86	82	88
33.6	2	105	110	105	115
42.4	1	115	125	120	125
53.5	1/0	135	145	135	145
67.4	2/0	150	160	150	165
85.0	3/0	170	185	170	185
107	4/0	195	210	190	205
127	250	210	225	210	225
177	350	250	270	245	265
253	500	300	325	290	310
380	750	365	395	350	375
507	1000	410	445	390	415

Tabla 310-60(c)(78).- Ampacidad de tres conductores de aluminio, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	50	54	-	-
13.3	6	66	71	70	75
21.2	4	86	93	91	98
33.6	2	115	125	120	130
42.4	1	130	140	135	145

53.5	1/0	150	160	155	165
67.4	2/0	170	185	175	190
85.0	3/0	195	210	200	215
107	4/0	225	245	230	245
127	250	250	270	250	270
177	350	305	325	305	330
253	500	370	400	370	400
380	750	470	505	455	490
507	1000	545	590	525	565
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	44	47	—	—
13.3	6	57	61	60	65
21.2	4	74	80	77	83
33.6	2	96	105	100	105
42.4	1	110	120	110	120
53.5	1/0	125	135	125	140
67.4	2/0	145	155	145	155
85.0	3/0	160	175	165	175
107	4/0	185	200	185	200
127	250	205	220	200	220
177	350	245	265	245	260
253	500	295	320	290	315
380	750	370	395	355	385
507	1000	425	460	405	440
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	38	41	—	—
13.3	6	48	52	50	54
21.2	4	62	67	64	69
33.6	2	80	86	80	88
42.4	1	91	98	90	99
53.5	1/0	105	110	105	110
67.4	2/0	115	125	115	125
85.0	3/0	135	145	130	145
107	4/0	150	165	150	160
127	250	165	180	165	175
177	350	195	210	195	210
253	500	240	255	230	250
380	750	290	315	280	305
507	1000	335	360	320	345

Tabla 310-60(c)(79).- Ampacidad de tres conductores de cobre aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	59	64	—	—
13.3	6	78	84	88	95
21.2	4	100	110	115	125
33.6	2	135	145	150	160
42.4	1	155	165	170	185
53.5	1/0	175	190	195	210
67.4	2/0	200	220	220	235
85.0	3/0	230	250	250	270
107	4/0	265	285	285	305
127	250	290	315	310	335
177	350	355	380	375	400
253	500	430	460	450	485
380	750	530	570	545	585
507	1000	600	645	615	660
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	53	57	—	—
13.3	6	69	74	75	81
21.2	4	89	96	97	105
33.6	2	115	125	125	135
42.4	1	135	145	140	155
53.5	1/0	150	165	160	175
67.4	2/0	170	185	185	195
85.0	3/0	195	210	205	220
107	4/0	225	240	230	250

127	250	245	265	255	270
177	350	295	315	305	325
253	500	355	380	360	385
380	750	430	465	430	465
507	1000	485	520	485	515
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	46	50	—	—
13.3	6	60	65	63	68
21.2	4	77	83	81	87
33.6	2	98	105	105	110
42.4	1	110	120	115	125
53.5	1/0	125	135	130	145
67.4	2/0	145	155	150	160
85.0	3/0	165	175	170	180
107	4/0	185	200	190	200
127	250	200	220	205	220
177	350	240	270	245	275
253	500	290	310	290	305
380	750	350	375	340	365
507	1000	390	420	380	405

Tabla 310-60(c)(80).- Ampacidad de tres conductores de aluminio aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	46	50	—	—
13.3	6	61	66	69	74
21.2	4	80	86	89	96
33.6	2	105	110	115	125
42.4	1	120	130	135	145

53.5	1/0	140	150	150	165
67.4	2/0	160	170	170	185
85.0	3/0	180	195	195	210
107	4/0	205	220	220	240
127	250	230	245	245	265
177	350	280	310	295	315
253	500	340	365	355	385
380	750	425	460	440	475
507	1000	495	535	510	545
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	41	44	—	—
13.3	6	54	58	59	64
21.2	4	70	75	75	81
33.6	2	90	97	100	105
42.4	1	105	110	110	120
53.5	1/0	120	125	125	135
67.4	2/0	135	145	140	155
85.0	3/0	155	165	160	175
107	4/0	175	185	180	195
127	250	190	205	200	215
177	350	230	250	240	255
253	500	280	300	285	305
380	750	345	375	350	375
507	1000	400	430	400	430
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	36	39	—	—
13.3	6	46	50	49	53
21.2	4	60	65	63	68
33.6	2	77	83	80	86
42.4	1	87	94	90	98
53.5	1/0	99	105	105	110
67.4	2/0	110	120	115	125
85.0	3/0	130	140	130	140
107	4/0	145	155	150	160
127	250	160	170	160	170
177	350	190	205	190	205
253	500	230	245	230	245
380	750	280	305	275	295
507	1000	320	345	315	335

Tabla 310-60(c)(81).- Ampacidad de conductores individuales de cobre, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 9)					
8.37	8	110	115	—	—
13.3	6	140	150	130	140
21.2	4	180	195	170	180
33.6	2	230	250	210	225
42.4	1	260	280	240	260
53.5	1/0	295	320	275	295
67.4	2/0	335	365	310	335
85.0	3/0	385	415	355	380
107	4/0	435	465	405	435
127	250	470	510	440	475
177	350	570	615	535	575
253	500	690	745	650	700
380	750	845	910	805	865
507	1000	980	1055	930	1005
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 10)					
8.37	8	100	110	—	—
13.3	6	130	140	120	130
21.2	4	165	180	160	170
33.6	2	215	230	195	210
42.4	1	240	260	225	240
53.5	1/0	275	295	255	275
67.4	2/0	310	335	290	315
85.0	3/0	355	380	330	355
107	4/0	400	430	375	405
127	250	435	470	410	440
177	350	520	560	495	530
253	500	630	680	600	645
380	750	775	835	740	795
507	1000	890	960	855	920

Tabla 310-60(c)(82).- Ampacidad de conductores individuales de aluminio, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 9)					
8.37	8	85	90	—	—
13.3	6	110	115	100	110
21.2	4	140	150	130	140
33.6	2	180	195	165	175
42.4	1	205	220	185	200
53.5	1/0	230	250	215	230
67.4	2/0	265	285	245	260
85.0	3/0	300	320	275	295
107	4/0	340	365	315	340
127	250	370	395	345	370
177	350	445	480	415	450
253	500	540	580	510	545
380	750	665	720	635	680
507	1000	780	840	740	795
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 10)					
8.37	8	80	85	—	—
13.3	6	100	110	95	100
21.2	4	130	140	125	130
33.6	2	165	180	155	165
42.4	1	190	200	175	190
53.5	1/0	215	230	200	215
67.4	2/0	245	260	225	245
85.0	3/0	275	295	255	275
107	4/0	310	335	290	315
127	250	340	365	320	345
177	350	410	440	385	415
253	500	495	530	470	505
380	750	610	655	580	625
507	1000	710	765	680	730

Tabla 310-60(c)(83).- Ampacidad de tres conductores de cobre, aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 5)					
8.37	8	85	89	—	—
13.3	6	105	115	115	120
21.2	4	135	150	145	155
33.6	2	180	190	185	200
42.4	1	200	215	210	225
53.5	1/0	230	245	240	255
67.4	2/0	260	280	270	290
85.0	3/0	295	320	305	330
107	4/0	335	360	350	375
127	250	365	395	380	410
177	350	440	475	460	495
253	500	530	570	550	590
380	750	650	700	665	720
507	1000	730	785	750	810
Dos circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 6)					
8.37	8	80	84	—	—
13.3	6	100	105	105	115
21.2	4	130	140	135	145
33.6	2	165	180	170	185
42.4	1	185	200	195	210
53.5	1/0	215	230	220	235
67.4	2/0	240	260	250	270
85.0	3/0	275	295	280	305
107	4/0	310	335	320	345
127	250	340	365	350	375
177	350	410	440	420	450
253	500	490	525	500	535
380	750	595	640	605	650
507	1000	665	715	675	730

Tabla 310-60(c)(84).- Ampacidad de tres conductores de aluminio, aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 5)					
8.37	8	65	70	—	—
13.3	6	80	88	90	95
21.2	4	105	115	115	125
33.6	2	140	150	145	155
42.4	1	155	170	165	175
53.5	1/0	180	190	185	200
67.4	2/0	205	220	210	225
85.0	3/0	230	250	240	260
107	4/0	260	280	270	295
127	250	285	310	300	320
177	350	345	375	360	390
253	500	420	450	435	470
380	750	520	560	540	580
507	1000	600	650	620	665
Dos circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 6)					
8.37	8	60	66	—	—
13.3	6	75	83	80	95
21.2	4	100	110	105	115
33.6	2	130	140	135	145
42.4	1	145	155	150	165
53.5	1/0	165	180	170	185
67.4	2/0	190	205	195	210
85.0	3/0	215	230	220	240
107	4/0	245	260	250	270
127	250	265	285	275	295
177	350	320	345	330	355
253	500	385	415	395	425
380	750	480	515	485	525
507	1000	550	590	560	600

Tabla 310-60(c)(85).- Ampacidad de tres ternas de conductores individuales de cobre, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 7)					
8.37	8	90	95	—	—
13.3	6	120	130	115	120
21.2	4	150	165	150	160
33.6	2	195	205	190	205
42.4	1	225	240	215	230
53.5	1/0	255	270	245	260
67.4	2/0	290	310	275	295
85.0	3/0	330	360	315	340
107	4/0	375	405	360	385
127	250	410	445	390	410
177	350	490	580	470	505
253	500	590	635	565	605
380	750	725	780	685	740
507	1000	825	885	770	830
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 8)					
8.37	8	85	90	—	—
13.3	6	110	115	105	115
21.2	4	140	150	140	150
33.6	2	180	195	175	190
42.4	1	205	220	200	215
53.5	1/0	235	250	225	240
67.4	2/0	265	285	255	275
85.0	3/0	300	320	290	315
107	4/0	340	365	325	350
127	250	370	395	355	380
177	350	445	480	425	455
253	500	535	575	510	545
380	750	650	700	615	660
507	1000	740	795	690	745

Tabla 310-60(c)(86).- Ampacidad de tres ternas de conductores individuales de aluminio, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 7)					
8.37	8	70	75	—	—
13.3	6	90	100	90	95
21.2	4	120	130	115	125
33.6	2	155	165	145	155
42.4	1	175	190	165	175
53.5	1/0	200	210	190	205
67.4	2/0	225	240	215	230
85.0	3/0	255	275	245	265
107	4/0	290	310	280	305
127	250	320	350	305	325
177	350	385	420	370	400
253	500	465	500	445	480
380	750	580	625	550	590
507	1000	670	725	635	680
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 8)					
8.37	8	65	70	—	—
13.3	6	85	95	85	90
21.2	4	110	120	105	115
33.6	2	140	150	135	145
42.4	1	160	170	155	170
53.5	1/0	180	195	175	190
67.4	2/0	205	220	200	215
85.0	3/0	235	250	225	245
107	4/0	265	285	255	275
127	250	290	310	280	300
177	350	350	375	335	360
253	500	420	455	405	435
380	750	520	560	485	525
507	1000	600	645	565	605

Parte C. Especificaciones de construcción

310-104. Construcción y aplicación de los conductores. Los conductores aislados deben cumplir las disposiciones aplicables de las Tablas 310-104(a) a 310-104(e).

NOTA: Los aislamientos termoplásticos se pueden endurecer a temperaturas menores a -10 °C. A temperatura normal, los aislamientos termoplásticos también se pueden deformar si están sometidos a presión, tal como en los puntos de soporte.

Si se utilizan aislantes termoplásticos en circuitos de corriente continua en lugares mojados, se puede producir electroendósmosis entre el conductor y el aislamiento.

Tabla 310-104(a).- Aplicaciones y aislamientos de conductores de 600 volts¹

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima del conductor	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Recubrimiento externo ²
Etileno-propileno fluorado	FEP o FEPB	90 °C	Lugares secos y húmedos	Etileno-propileno fluorado	Ninguno
		200 °C	Lugares secos		Trenza de fibra de vidrio
			Para aplicaciones especiales ³		Trenza de fibra de vidrio u otro material trenzado.
Aislamiento mineral (con cubierta metálica)	MI	90 °C	Lugares secos y mojados	Óxido de magnesio	Cobre o aleación de acero
		250 °C	Para aplicaciones especiales ³		
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y al aceite	MTW	60 °C	Alambrado de máquinas herramienta en lugares mojados.	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad, al calor y al aceite	Ninguno, cubierta de nylon o equivalente
		90 °C	Alambrado de máquinas herramienta en lugares secos.		
Papel		85 °C	Para conductores subterráneos de acometida	Papel	Cubierta de plomo
Perfluoroalcoxi	PFA	90 °C	Lugares secos y húmedos	Perfluoroalcoxi	Ninguno
		200 °C	Lugares secos y aplicaciones especiales ³		
Perfluoroalcoxi	PFAH	250 °C	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos (sólo de níquel o de cobre recubiertos de níquel)	Perfluoroalcoxi	Ninguno
Termofijo	RHH	90 °C	Lugares secos y húmedos		Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante a la flama ²
Termofijo resistente a la humedad	RHW	75 °C	Lugares secos y mojados	Termofijo resistente a la humedad y retardante a la flama	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante a la flama
	RHW-2	90 °C			

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima del conductor	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Recubrimiento externo ²
Hule silicón	SA	90 °C	Lugares secos y húmedos	Hule silicón	Trenza de fibra de vidrio u otro material.
		200 °C	Para aplicaciones especiales ³		
Termofijo	SIS	90 °C	Sólo para alambrado de tableros de distribución y de tableros de potencia	Termofijo retardante a la flama	Ninguno
Termoplástico y malla externa de material fibroso	TBS	90 °C	Sólo para alambrado de tableros de distribución y de tableros de potencia	Termoplástico	Recubrimiento no metálico retardante a la flama
Politetra-fluoroetileno	TFE	250 °C	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos (sólo de níquel o de cobre recubierto de níquel)	Politetra-fluoroetileno	Ninguno
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama.	THHN	90 °C	Lugares secos	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	Cubierta de nylon o equivalente.
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y retardante a la flama.	THHW	75 °C	Lugares mojados	Termoplástico retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad.	Ninguno
		90 °C	Lugares secos		
Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y gas ácido	THHW-LS	75 °C	Lugares mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y gas ácido	Ninguno
		90 °C	Lugares secos		
Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, despreciable emisión de humos y gas ácido	THHW-LSOH	75 °C	Lugares mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y gas ácido	Ninguno
		90 °C	Lugares secos		
Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	THW	75 °C	Lugares mojados	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	Ninguno
	THW-2	90 °C	Lugares secos y húmedos		
Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, despreciable emisión de humos y gas ácido	THW-2-LSOH	90 °C	Lugares secos y húmedos	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y gas ácido	Ninguno

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima del conductor	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Recubrimiento externo ²
Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y de gas ácido.	THW-LS	75 °C	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y de gas ácido.	Ninguno
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor, a la humedad y retardante a la flama.	THWN	75 °C	Lugares secos y húmedos	Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor, a la humedad y retardante a la flama.	Cubierta de nylon o equivalente
	THWN-2	90 °C			
Termoplástico resistente a la humedad y retardante a la flama.	TW	60 °C	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad y retardante a la flama.	Ninguno
Cable monoconductor subterráneo y circuitos derivados de un solo conductor (para cables de tipo UF con más de un conductor, ver el Artículo 340)	UF	60 °C	Ver el Artículo 340	Resistente a la humedad ⁴	Integrado con el aislante
		75 °C ⁵		Resistente a la humedad y al calor	
Cable de acometida subterránea de un solo conductor	USE	75 °C ⁵	Ver el Artículo 340 ⁶	Resistente al calor y a la humedad	Recubrimiento no metálico resistente a la humedad
	USE-2	90 °C	Lugares secos y mojados		
Termofijo retardante a la flama	XHH	90 °C	Lugares secos y húmedos	Termofijo retardante a la flama	Ninguno
Termofijo retardante a la flama	XHHN	90 °C	Lugares secos y húmedos	Termofijo retardante a la flama	Cubierta de nylon o equivalente
Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	XHHW	90 °C	Lugares secos y húmedos	Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	Ninguno
		75 °C	Lugares mojados		
Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	XHHW-2	90 °C	Lugares secos y mojados	Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	Ninguno
Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	XHWN	75 °C	Lugares secos y húmedos	Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	Cubierta de nylon o equivalente
	XHWN-2	90 °C			
Tetrafluoroetileno modificado con etileno.	Z	90 °C	Lugares secos y húmedos	Tetrafluoroetileno modificado con etileno.	Ninguno
		150 °C	Lugares secos y aplicaciones especiales ³		

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima del conductor	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Recubrimiento externo ²
Tetrafluoroetileno modificado con etileno.	ZW	75 °C	Lugares húmedos	Tetrafluoroetileno modificado con etileno.	Ninguno
		90 °C	Lugares secos y mojados		
		150 °C	Lugares secos y aplicaciones especiales ³		
	ZW-2	90 °C	Lugares secos y mojados		

NOTAS:

1. Los conductores pueden tener un valor nominal de hasta 1000 volts, si están marcados.
2. Algunos aislamientos no requieren recubrimiento exterior.
3. Cuando las condiciones de diseño requieren que la temperatura máxima de operación del conductor sea superior a 90 °C.
4. Para circuitos de señalización que permiten un aislamiento de 300 volts.
5. Incluye una cubierta integral.
6. Para limitación de ampacidad, véase 340-80.
7. Para cables con un recubrimiento no metálico sobre conductores individualmente aislados con hule con una cubierta de aluminio o una cubierta de plomo o en cables multiconductores con algún tipo de estas cubiertas metálicas, no se requiere que sean retardantes de la flama. Para los cables de tipo MC, véase 330-104. Para los cables de recubrimiento no metálico, véase el Artículo 334, Parte C. Para los cables tipo UF, véase el Artículo 340, Parte C

Se permite que los tipos de cables para utilizarse en temperaturas de operación 90° C en lugares secos y mojados se marquen con el sufijo "-2" por ejemplo: THW-2, XHHW-2, RHW-2, etc.

Los cables con aislamiento sin contenido de halógenos (termoplásticos o termofijos), pueden tener un grabado "LS0H".

Los cables que se graban como "LS" son no propagadores del incendio y de baja emisión de humos.

Tabla 310-104(b).- Espesor del aislamiento para conductores no blindados de tipos RHH y RHW aislados con dieléctricos sólidos y con tensión de operación de 2000 volts

Tamaño o designación		Columna A ¹	Columna B ²
mm ²	AWG o kcmil	milímetros	
2.08-5.26	14-10	2.03	1.52
8.37	8	2.03	1.78
13.3-33.6	6-2	2.41	1.78
42.4-6734	1-2/0	2.79	2.29
85.0-107	3/0-4/0	2.79	2.29
108-253	213-500	3.18	2.67
254-507	501-1000	3.56	3.05
508-1013	1001-2000	3.56	3.56

¹Columna A: Los aislamientos se limitan a aislamientos de hule natural, SBR y hules a base de butilo.

²Columna B: Los aislamientos son de materiales tales como polietileno de cadena cruzada, etileno propileno y aislamientos compuestos de ellos.

Tabla 310-104(c).- Aislamientos y aplicaciones de los conductores de media tensión

Nombre genérico	Denominación del cable de media tensión	Temperatura máxima de operación	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Cubierta exterior
Dieléctrico sólido de media tensión	90	90 °C	Lugares secos o mojados	Termoplástico o termofijo	Cubierta, termoplástica o cubierta metálica o armadura
	105*	105 °C			

* Cuando las condiciones de diseño exigen temperaturas del aislamiento mayores que de 90° C.

Tabla 310-104(d).- Espesor del aislamiento y de la cubierta para cables con dieléctricos sólidos sin pantalla metálica, para 2001 a 5000 volts Esta tabla no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM, se incluye únicamente con propósitos informativos

Tamaño o designación		Lugares secos, conductor individual			Lugares secos o mojados		
		Sin Cubierta	Con Cubierta		Monoconductores		Multiconductores*
mm²	AWG	Aislamiento	Aislamiento	Cubierta	Aislamiento	Cubierta	Aislamiento
	o kcmil	milímetros					
8.37	8	2.79	2.29	0.76	3.18	2.03	2.29
13.3	6	2.79	2.29	0.76	3.18	2.03	2.29
21.2-33.6	4-2	2.79	2.29	1.14	3.18	2.03	2.29
42.4-67.4	1-2/0	2.79	2.29	1.14	3.18	2.03	2.29
85.0-107	3/0-4/0	2.79	2.29	1.65	3.18	2.41	2.29
108-253	213-500	3.05	2.29	1.65	3.56	2.79	2.29
254-380	501-750	3.30	2.29	1.65	3.94	3.18	2.29
381-507	751-1000	3.30	2.29	1.65	3.94	3.18	2.29
508-633	1001-1250	3.56	2.92	1.65	4.32	3.56	2.92
634-760	1251-1500	3.56	2.92	2.03	4.32	3.56	2.92
761-1013	1501-2000	3.56	2.92	2.03	4.32	3.94	3.56

* Bajo un recubrimiento común externo como por ejemplo una cubierta, un forro o una armadura.

Tabla 310-104(e).- Espesor del aislamiento para cables con dieléctricos sólidos, con pantalla metálica, para 2001 a 35 000 volts Esta tabla no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM, se incluye únicamente con propósitos informativos

Tamaño o designación		2 001 a 5000 volts	5 001 a 8 000 volts				8 001 a 15 000 volts			15 001 a 25 000 volts		
		Nivel de aislamiento del										
mm²	AWG o kcmil	100% ¹	100% ¹	133% ²	173% ³	100% ¹	133% ²	173% ³	100% ¹	133% ²	173% ³	
	milímetros											
8.37	8	2.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13.3-21.2	6-4	2.29	2.92	3.56	4.45	-	-	-	-	-	-	
33.6	2	2.29	2.92	3.56	4.45	4.45	5.59	6.6	-	-	-	
42.4	1	2.29	2.92	3.56	4.45	4.45	5.59	6.6	6.60	8.13	10.67	
53.5	1/0-2000	2.29	2.92	3.56	4.45	4.45	5.59	6.6	6.60	8.13	10.67	

Tamaño o designación		25 001 a 28 000 volts			28 001 a 35 000 volts		
		Nivel de aislamiento del					
mm²	AWG o kcmil	100% ¹	133% ²	173% ³	100% ¹	133% ²	173% ³
		milímetros					
42.4	1	7.11	8.76	11.30	-	-	-
53.5-1013	1/0-2000	7.11	8.76	11.30	8.76	10.67	14.73

NOTAS:

1. Nivel de aislamiento del 100 por ciento. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen cuando el sistema tiene protección de relevador de modo que las fallas a tierra se despejarán tan rápido como sea posible pero, en cualquier caso, en menos de 1 minuto. Aunque estos cables son aplicables a la gran mayoría de instalaciones que están en sistemas puestos a tierra, también se permitirá su uso en otros sistemas para los cuales la aplicación de estos cables sea aceptable, siempre que los requisitos anteriores de despeje de las fallas se cumplan al desenergizar por completo la sección que presenta la falla.

2. Nivel de aislamiento del 133 por ciento. Este nivel de aislamiento corresponde al que anteriormente se designaba para sistemas no puestos a tierra. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen en situaciones en donde los requisitos del tiempo de despeje para la categoría del nivel de 100 por ciento no se pueden cumplir, y aun así existe la seguridad suficiente de que la sección con falla se desenergizará en un tiempo no superior a 1 hora. Igualmente, se permitirá su uso en aplicaciones con nivel de aislamiento de 100 por ciento cuando se desea un aislamiento adicional.

3. Nivel de aislamiento del 173 por ciento. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen bajo todas las condiciones siguientes:

(1) En establecimientos industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personas calificadas atenderán la instalación.

(2) Cuando los requisitos de tiempo de despeje de la falla de la categoría con nivel del 133 por ciento no se pueden cumplir.

(3) Cuando la parada sistemática sea esencial para proteger al equipo y al personal.

(4) Existe la seguridad suficiente de que la sección que presenta falla se desenergizará en una parada sistemática.

También se permitirá que los cables con este espesor de aislamiento se usen en aplicaciones con nivel de aislamiento del 100 o 133 por ciento cuando se desea una resistencia adicional del aislamiento.

310-106. Conductores

a) Tamaño mínimo de los conductores. El tamaño mínimo de los conductores debe ser como se presenta en la Tabla 310-106(a), excepto lo que se permita en otras partes de esta NOM.

Tabla 310-106(a).- Tamaño o designación mínimo de los conductores

Tensión nominal del conductor (volts)	Cobre		Aluminio o aluminio recubierto de cobre	
	Tamaño o designación			
	mm ²	AWG	mm ²	AWG
0–2 000	2.08	14	13.3	6
2 001–5 000	8.37	8	13.3	6
5 001–8 000	13.3	6	13.3	6
8 001–15 000	33.6	2	33.6	2
15 001–28 000	42.4	1	42.4	1
28 001–35 000	53.5	1/0	53.5	1/0

b) Material de los conductores. Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, a no ser que, en esta NOM, se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y las secciones transversales que se indiquen en esta NOM se deben aplicar como si fueran conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales como aluminio o aluminio recubierto de cobre, los tamaños deben cambiarse conforme a su equivalente en cobre.

Conductores de aluminio. Los cables de aluminio para secciones transversales desde 13.3 mm² (6 AWG) hasta el 507 mm² (1000 kcmil), marcados como tipo RHH, RHW, XHHW, deben estar hechos de aleación de aluminio de grado eléctrico serie AA-8000.

c) Conductores cableados. Cuando están instalados en canalizaciones, los conductores de tamaño 8.37 mm² (8 AWG) y mayores deben ser cableados, a menos que específicamente se requiera que sean alambres en otra parte de esta NOM.

d) Aislados. Los conductores deben ser aislados, a menos que específicamente se requiera en otra parte de esta NOM que sean recubiertos o desnudos.

NOTA: Véase 250-184 para el aislamiento de los conductores del neutro de un sistema de alta tensión sólidamente puesto a tierra.

310-110. Identificación del conductor

a) Conductores puestos a tierra. Los conductores, aislados o cubiertos puestos a tierra, deben estar de acuerdo con 200-6.

b) Conductores de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra del equipo deben estar de acuerdo con 250-119.

c) Conductores de fase. Los conductores que estén proyectados para usarlos como conductores de fase, si se usan como conductores individuales o en cables multiconductores, deben estar acabados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y de los conductores de puesta a tierra. Las marcas distintivas no deben interferir en modo alguno con las marcas superficiales exigidas en 310-120(b)(1). Los conductores de fase de los circuitos derivados se deben identificar de acuerdo con 210-5(c). Los alimentadores se deben identificar según 215-12.

Excepción: Se permitirá la identificación del conductor de acuerdo con 200-7.

310-120. Marcado

a) Información exigida. Todos los conductores y cables deben estar marcados con la siguiente información, usando el método aplicable de los descritos en el inciso (b) siguiente:

- (1) La tensión nominal máxima.
- (2) La letra o letras que indican el tipo de alambre o cable, tal como se especifica en otras partes de esta NOM.
- (3) El nombre del fabricante, marca comercial u otra marca distintiva que permita identificar fácilmente a la organización responsable del producto.
- (4) El tamaño nominal en mm² y en su designación (AWG o área en circular mils).
- (5) Los ensambles de cable en donde el conductor neutro es de menor tamaño que los conductores de fase, se identifican por la construcción y tamaño de los conductores para indicar tal condición.

b) Métodos de marcado.

1) Marcado en la superficie. Los siguientes conductores y cables se deben marcar en su superficie en forma indeleble. El tamaño nominal se debe repetir a intervalos no superiores a 60 centímetros. Todas las demás marcas se deben repetir a intervalos no superiores a 1.00 metro:

- (1) Cables y alambres de uno o varios conductores, con aislamiento de goma o termoplástico.
- (2) Cables con forro no metálico.
- (3) Cables de acometida.
- (4) Cables de alimentadores y circuitos derivados subterráneos.
- (5) Cables para charolas portacables.
- (6) Cables para equipos de riego.
- (7) Cables de potencia limitada para charolas portacables.
- (8) Cables de instrumentación para charolas portacables.

2) Cinta de marcar. Para marcar los cables multiconductores con recubrimiento metálico, se debe emplear una cinta de marcar dentro del cable y a todo lo largo del mismo.

Excepción 1: Los cables tipo MI

Excepción 2: Los cables tipo AC.

Excepción 3: Se permitirá que la información exigida en el inciso (a) anterior, se marque en forma duradera en el recubrimiento externo no metálico de los cables tipos MC, ITC o PLTC, a intervalos no superiores a 1.00 metro.

Excepción 4: Se permitirá que la información exigida en el inciso (a) anterior, esté marcada en forma duradera en el revestimiento no metálico bajo la cubierta metálica de los cables Tipo ITC o PLTC, a intervalos no mayores a 1.00 metro.

NOTA: Incluidos en el grupo de cables con recubrimiento metálico están los Tipos AC (Artículo 320), MC (Artículo 330) y cable con forro de plomo.

3) Marcado mediante etiquetas. Los siguientes cables y conductores se deben marcar mediante una etiqueta impresa sujeta al rollo, bobina o caja de cartón del cable:

- (1) Cables tipo MI
- (2) Alambres para tableros de distribución.
- (3) Cables de un solo conductor con recubrimiento metálico.
- (4) Cables tipo AC.

4) Marcado opcional del tamaño del cable. Se permitirá que la información exigida en el inciso (a)(4) anterior esté marcada en la superficie de cada conductor con aislamiento de los siguientes cables multiconductores:

- (1) Cables tipo MC.
- (1) Cables para charolas portacables.
- (2) Cables para equipos de riego.
- (3) Cables de potencia limitada para charolas portacables.
- (4) Cables de potencia limitada para sistemas de alarma contra incendios.
- (5) Cables de instrumentación para charolas portacables.

c) Sufijos para designar el número de conductores. Un tipo de letra o letras solas deben indicar un solo conductor con aislamiento. Las siguientes letras utilizadas como sufijo indican:

- (1) D – Dos conductores aislados, en paralelo, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.
- (2) M – Conjunto de dos o más conductores aislados y torcidos en espiral, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.

d) Marcado opcional. Se permitirá que todos los conductores y cables incluidos en el Capítulo 3, estén marcados en la parte externa para indicar características especiales de los materiales de los cables. Estas marcas incluyen, pero no se limitan a, marcas para baja emisión de humo, resistente a la luz solar, etc.

ARTÍCULO 312

GABINETES, CAJAS DE DESCONEXIÓN Y BASES PARA MEDIDORES

Parte A. Alcance e instalación

312-1. Alcance. Este Artículo trata de las especificaciones de instalación y construcción de gabinetes, cajas de desconexión y envolventes para medidores. No aplica a equipos operando a más de 1000 volts, excepto cuando esté específicamente referenciado en otro lugar de esta NOM.

312-2. Lugares húmedos y mojados. En los lugares húmedos o mojados, los envolventes montados en superficie a que hace referencia este Artículo, deben estar colocadas o equipadas de modo que eviten que el agua o la humedad entren y se acumulen dentro del gabinete o caja para cortacircuitos, y deben ir montadas de modo que quede por lo menos 6.5 milímetros de espacio libre entre la envoltura y la pared u otra superficie de soporte. Los gabinetes o cajas para interruptores instalados en lugares mojados deben ser a prueba de intemperie. Se deben usar accesorios aprobados para lugares mojados en envolventes en lugares mojados o canalizaciones o cables que entran por encima del nivel de partes vivas no aisladas.

Excepción: Se permite instalar envolventes no metálicas sin espacio libre cuando estén sobre una pared de concreto, ladrillo, azulejo o similar.

NOTA: Véase 300-6 con respecto a la protección contra la corrosión.

312-3. Posición en la pared. En paredes de concreto, azulejos u otro material no combustible, los gabinetes se deben instalar de manera que el borde frontal del gabinete no quede a más de 6 milímetros hacia adentro de la superficie terminada. En paredes construidas de madera u otro material combustible, los gabinetes deben quedar a nivel con la superficie terminada o deben sobresalir de la misma.

312-4. Reparación de las superficies no combustibles. Las superficies no combustibles que estén dañadas o incompletas se deben reparar para que no queden espacios abiertos ni separaciones mayores a 3 milímetros en el borde del gabinete o la caja de desconexión que utilicen una cubierta a nivel con la superficie terminada.

312-5. Gabinetes, cajas de desconexión y envoltentes para medidores. Los conductores que entren en los envoltentes dentro del alcance de este Artículo se deben proteger contra la abrasión y deben cumplir lo que se especifica (a) hasta (c) siguientes.

a) Aberturas que se deben cerrar. Las aberturas a través de las cuales entran los conductores se deben cerrar de manera adecuada.

b) Gabinetes, cajas de desconexión y envoltentes para medidores, todos metálicos. Cuando los envoltentes metálicos dentro del alcance de este Artículo se instalan con alambrado sostenido por cable mensajero, alambrado a la vista sobre aisladores o alambrado oculto con aisladores de perilla y tubo, los conductores deben entrar a través de pasacables aisladores, o en lugares secos a través de tubería flexible que se extienda desde el último soporte aislado y se deben fijar firmemente al envoltente.

c) Cables. Cuando se utilizan cables, cada cable debe estar fijo al gabinete, caja de desconexión o envoltente para medidores.

Excepción: Se permitirá que los cables con forro totalmente no metálico entren por la parte superior de un envoltente de montaje superficial, a través de una o más canalizaciones no flexibles cuya longitud no sea menor a 45 centímetros ni mayor a 3.00 metros, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- a. Cada cable esté sujeto a no más de 30 centímetros, medidos a lo largo del forro, desde el extremo final de la canalización.
- b. La canalización se extiende directamente por encima del envoltente y no entra en ningún plafón estructural.
- c. En cada extremo de la canalización existe un accesorio para proteger al (los) cable(s) de la abrasión y los accesorios siguen siendo accesibles después de la instalación.
- d. La canalización está sellada o taponada en el extremo exterior con medios aprobados, de modo tal que se evite el acceso al envoltente a través de la canalización.
- e. El forro del cable es continuo en toda la canalización y se prolonga dentro del envoltente más allá del accesorio, cuando menos 6 milímetros.
- f. La canalización está sujeta en su extremo final y en otros puntos, de acuerdo con el Artículo aplicable.
- g. Cuando se instalen como tubo conduit o tubería, el número permisible de cables no excede la cantidad que se permitiría para sistemas completos de tubo conduit o tubería, en la Tabla 1 del Capítulo 10 de esta NOM y todas sus notas correspondientes.

NOTA: Véase la Tabla 1 del Capítulo 10, incluyendo la Nota 9, con respecto al factor de ocupación en canalizaciones circulares. Véase 310-15(b)(3)(a) con relación a las reducciones exigidas en la ampacidad de cables múltiples instalados en una canalización común.

312-6. Cambios de dirección de los conductores. Los conductores en las terminales o los conductores que entran o salen de los gabinetes o cajas de desconexión y similares, deben cumplir con lo que se indica en (a) hasta (c) siguientes.

Excepción: El espacio para doblar los conductores en los envoltentes para controladores de motores con disposiciones para uno o dos conductores en cada terminal, debe cumplir con 430-10(b).

a) Ancho de las canales para alambrado. Los conductores no se deben doblar dentro de un gabinete o caja de desconexión a menos que exista un canal cuyo ancho esté de acuerdo con la Tabla 312-6 (a). Los conductores en paralelo, según se indica en 310-10(h) se deben considerar en base al número de conductores en paralelo.

b) Espacio para doblar los conductores en las terminales. El espacio para doblar el conductor en cada terminal debe cumplir con lo que se indica en los incisos (1) o (2).

1) Conductores que no entran ni salen por la pared opuesta.

Se debe aplicar la Tabla 312-6(a) cuando el conductor no entra ni sale del envoltente por la pared opuesta a su terminal.

2) Conductores que entran o salen por la pared opuesta. Se debe aplicar la Tabla 312-6(b) cuando el conductor entra o sale del envoltente por de la pared opuesta a su terminal.

Excepción 1: Cuando la distancia entre la pared y su terminal está de acuerdo con la Tabla 312-6(a), se permitirá que un conductor entre o salga de un envoltente por la pared opuesta a su terminal, siempre que dicho conductor entre al envoltente o salga de él en el lugar donde la canal se une con la canal adyacente, cuyo ancho esté de acuerdo con el que se indica en la Tabla 312-6(b) para ese conductor.

Excepción 2: Se permitirá que un conductor de tamaño no mayor que 177 mm² (350 kcmil) entre o salga de un envoltente que contenga solamente una(s) base(s) para medidor(es), a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que la distancia entre la terminal y la pared opuesta no sea menor a la que se especifica en la Tabla 312-6(a) y que la terminal sea de tipo zapata removible-cable, cuando la terminal cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:

- Dirigida hacia la abertura del envoltente y en un ángulo no mayor a 45° con respecto a la perpendicular a la pared del envoltente.
- Dirigida de frente a la pared del envoltente y tenga una desviación no mayor al 50 por ciento del espacio de doblado que se especifica en la Tabla 312-6(a).

NOTA: La desviación es la distancia medida a lo largo de la pared del envoltente, desde el eje de la línea de centro de la terminal, hasta una línea que pasa por el centro de la abertura del envoltente.

c) Conductores tamaño 21.2 mm² (4 AWG) o mayores. La instalación debe cumplir con lo que se indica en 300-4(g).

Tabla 312-6(a).- Espacio mínimo para el doblado de los cables en las terminales, y ancho mínimo de las canales para alambrado

Todos los otros conductores		Conductores de aleación de Aluminio AA-8000 con cableado compacto (Ver Nota 2)	Conductores por cada terminal				
			1	2	3	4	5
mm ²	AWG o kcmil		centímetros				
2.08-5.26	14-10	12-8	No se especifica	-	-	-	-
8.37-13.3	8-6	6-4	3.81	-	-	-	-
21.2-26.7	4-3	2-1	5.08	-	-	-	-
33.6	2	1/0	6.35	-	-	-	-
42.4	1	2/0	7.62	-	-	-	-
53.5-67.4	1/0-2/0	3/0-4/0	8.89	12.7	17.8	-	-
85.0-107	3/0-4/0	250-300	10.2	15.2	20.3	-	-
127	250	350	11.4	15.2	20.3	25.4	-
152-177	300-350	400-500	12.7	20.3	25.4	30.5	-
203-253	400-500	600-750	15.2	20.3	25.4	30.5	35.6
304-355	600-700	800-1000	20.3	25.4	30.5	35.6	40.6
380-456	750-900	-	20.3	30.5	35.6	40.6	45.7
507-633	1000-1250	-	25.4	-	-	-	-
760-1013	1500-2000	-	30.5	-	-	-	-

1. El espacio para realizar los dobleces en las terminales se debe medir en línea recta desde el extremo de la terminal o del conector del conductor (en la dirección en que el conductor sale de la terminal) hasta la pared, barrera u obstrucción.

2. Se permite utilizar esta columna para determinar el espacio de doblez mínimo para conductores de aluminio con cableado compacto en tamaños hasta 507 mm² (1000 kcmil) y fabricados con material del conductor de aleación de aluminio grado eléctrico serie AA-8000 de acuerdo con 310-106(b). El ancho mínimo del espacio de la canaleta debe determinarse utilizando los valores de los otros conductores de esta tabla.

312-7. Espacio en los envoltentes. Los gabinetes y las cajas de desconexión deben tener espacio suficiente para que quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos.

312-8. Envoltentes para interruptores y dispositivos de protección contra sobrecorriente. El espacio de cableado dentro de los envoltentes de los interruptores y dispositivos de sobrecorriente podrá ser usado para otros cableados y equipos sujetos a limitaciones para equipos específicos según lo dispuesto en (a) y (b) siguientes.

a) Empalmes, derivaciones y conductores de paso de alimentación. Se permitirá el espacio del alambrado de los envoltentes para interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente para conductores de paso, empalmados o derivados a otros envoltentes, interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente, donde se cumplan las siguientes condiciones:

- (1) El total de todos los conductores instalados en cualquier sección transversal del espacio de alambrado no excede del 40 por ciento del área de la sección transversal de dicho espacio.
- (2) El área total de todos los conductores, empalmes y derivaciones instalados en cualquier sección transversal del espacio del alambrado no excede del 75 por ciento del área de sección transversal de dicho espacio.
- (3) Se aplica una etiqueta de advertencia al envoltente que identifica el medio de desconexión más cercano para cualquier conductor de paso.

Tabla 312-6(b).- Espacio mínimo para el doblado del conductor en las terminales

Tamaño o designación			Conductores por cada terminal			
mm ²	AWG o kcmil		1	2	3	4 o más
	Todos los otros conductores	Conductores de aleación de aluminio AA-8000, de cableado compacto, (ver la NOTA 3)	centímetros			
2.08 – 5.26	14-10	—	No se especifica	—	—	—
8.37	8	6	3.81	—	—	—
13.3	6	4	5.08	—	—	—
21.2	4	2	7.62	—	—	—
26.7	3	1	7.62	—	—	—
33.6	2	1/0	8.89	—	—	—
42.4	1	2/0	11.4	—	—	—
53.5	1/0	3/0	14	14	17.8	-
67.4	2/0	4/0	15.2	15.2	19	-
85.0	3/0	250	16.5 ^a	16.5 ^a	20.3	-
107	4/0	300	17.8 ^b	19.0 ^c	21.6 ^a	-
127	250	350	21.6 ^d	22.9 ^d	25.4 ^b	25.4
152	300	400	25.4 ^e	25.4 ^d	27.9 ^b	30.5
177	350	500	30.5 ^e	30.5 ^e	33.0 ^e	35.6 ^d
203	400	600	33.0 ^e	33.0 ^e	35.6 ^e	38.1 ^e
253	500	700-750	35.6 ^e	35.6 ^e	38.1 ^e	40.6 ^e
304	600	800-900	38.1 ^e	40.6 ^e	45.7 ^e	48.3 ^e
355	700	1000	40.6 ^e	45.7 ^e	50.8 ^e	55.9 ^e
380	750	-	43.2 ^e	48.3 ^e	55.9 ^e	61.0 ^e

405	800	-	45.7	50.8	55.9	61
456	900	-	48.3	55.9	61	61
507	1000	-	50.8	-	-	-
633	1250	-	55.9	-	-	-
760	1500	-	61	-	-	-
887	1750	-	61	-	-	-
1013	2000	-	61	-	-	-

1. El espacio para realizar los dobleces en los terminales se debe medir en una línea recta desde el extremo de la terminal de conexión o del conector del conductor en dirección perpendicular a la pared del embebido en concreto.

2. Para las terminales removibles y de tendido de cables para un solo conductor, se permitirá que el espacio para el doblado se reduzca en la siguiente cantidad de milímetros:

^a 12.7 milímetros

^b 25.4 milímetros

^c 38.1 milímetros

^d 50.8 milímetros

^e 76.2 milímetros

3. Se permitirá que en esta columna se determine el espacio exigido para el doblado del conductor para conductores de aluminio de trenzado compacto, con tamaño o designación hasta de 1000 kcmil y fabricados utilizando material para conductores de aleación de aluminio con grado eléctrico serie AA-8000, de acuerdo con 310- 106(b).

b) Equipo de monitoreo de energía. Se permitirá que el espacio de cableado de los recintos para interruptores o dispositivos de sobrecorriente contenga equipos de control de potencia cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) El equipo de monitoreo de potencia es identificado como un accesorio instalable en el campo como parte del equipo aprobado o es un kit evaluado para la instalación en el campo en gabinetes de dispositivos de conmutación o sobrecorriente.
- (2) El área total de todos los conductores, empalmes, derivaciones y equipo en cualquier sección transversal del espacio de cableado no excede el 75 por ciento del área de sección transversal de ese espacio.

312-9. Espacios laterales o posteriores para alambrado, o canales. Los gabinetes y las cajas de desconexión deben tener canales, espacios posteriores de alambrado, o compartimientos de alambrado según se exige en 312-11(c) y (d).

Parte B. Especificaciones de construcción

312-10. Material. Los gabinetes, las cajas de desconexión y los envoltentes para medidores deben cumplir con las especificaciones de (a) hasta (c) siguientes.

a) Gabinetes y cajas de desconexión de metal. Los envoltentes que están dentro del alcance de este Artículo se deben proteger contra la corrosión, por dentro y por fuera.

b) Resistencia mecánica. Los gabinetes y las cajas para cortacircuitos deben tener una resistencia y rigidez para el uso previsto. Si están contruidos de lámina de acero, el espesor del metal no debe de ser inferior a 1.35 mm sin recubrimiento.

c) Gabinetes no metálicos. Los gabinetes no metálicos deben estar aprobados antes de la instalación.

312-11. Separación. La separación dentro de los gabinetes y las cajas de desconexión debe cumplir con lo que se indica en los incisos (a) hasta (d) siguientes.

a) Generalidades. La separación dentro de los gabinetes y las cajas de desconexión debe ser suficiente para que haya espacio amplio para la distribución de los alambres y cables colocados en su interior, y para una separación entre las partes metálicas de los dispositivos y de los aparatos montados dentro de ellos, de acuerdo con (a)(1), (a)(2) y (a)(3).

1) Base. En los lugares que no sean los puntos de soporte, debe haber un espacio libre mínimo de 1.6 milímetros entre la base del dispositivo y la pared de cualquier gabinete metálico o caja de desconexión en la cual se ensamble el dispositivo.

2) Puertas. Debe existir un espacio libre mínimo de 2.5 centímetros entre cualquier parte metálica viva, incluidas las partes metálicas vivas de los fusibles, y la puerta.

Excepción: Cuando la puerta está recubierta con un material aislante aprobado, o sea de metal con un espesor no menor a 2.5 milímetros sin recubrimiento, el espacio libre no debe ser menor a 15 milímetros.

3) Partes vivas. Cuando la tensión no excede de 250 volts, debe existir un espacio libre de por lo menos 15 milímetros entre las paredes, la parte posterior, la división de las canales, si son metálicos, o la puerta de cualquier gabinete o caja de desconexión y la parte expuesta portadora de corriente más próxima de los dispositivos montados dentro del gabinete. Esta separación se debe incrementar por lo menos a 2.5 centímetros para tensiones de 251 a 600 volts.

Excepción: Cuando se cumplen las condiciones que se indican en la excepción de (a)(2) anterior, se permitirá que, para tensiones de 251 a 600 volts, el espacio libre sea de cuando menos 15 milímetros.

b) Espacio libre para los interruptores. Los gabinetes y las cajas de desconexión deben tener una profundidad suficiente que permita el cierre de las puertas cuando los interruptores de 30 amperes de los tableros de distribución estén en cualquier posición; cuando los desconectadores combinados estén en cualquier posición, o cuando otros interruptores de tiro sencillo estén abiertos tanto como su construcción lo permita.

c) Espacio para el alambrado. Los gabinetes y las cajas de desconexión que contienen dispositivos o aparatos conectados dentro del gabinete o la caja a más de ocho conductores, incluyendo aquellos de los circuitos derivados, los bucles de medición, los circuitos alimentadores, los circuitos de potencia y circuitos similares, pero sin incluir los circuitos de alimentación ni una continuación de ellos, deben tener espacios de alambrado posterior o uno o más espacios de alambrado o canales laterales, o compartimientos para el alambrado.

d) Espacio del envolvente para el alambrado. Los espacios laterales para alambrado, las canales laterales o los compartimientos laterales de gabinetes para alambrado y las cajas de desconexión deben ser envolventes herméticos por medio de cubiertas, barreras o divisiones que se extiendan desde las bases de los dispositivos que se encuentran en el gabinete, hasta la puerta, el bastidor o los lados del gabinete.

Excepción: No se exigirá que los espacios laterales para alambrado, las canales laterales o los compartimientos laterales de gabinetes para alambrado sean envolventes herméticos cuando dichos espacios laterales contengan únicamente conductores que entran al gabinete directamente en dirección opuesta a los dispositivos donde terminan.

Los espacios posteriores para alambrado parcialmente encerrados deben tener cubiertas para completar el envolvente. Los espacios para alambrado que se exigen en 312-11(c) y que están expuestos cuando se abren las puertas, deben tener cubiertas para completar el envolvente. Cuando existe un espacio adecuado para los conductores de paso y para los empalmes, tal como se exige en 312-8, no se exigirán barreras adicionales.

ARTÍCULO 314

CAJAS, CAJAS DE PASO Y SUS ACCESORIOS, UTILIZADAS PARA SALIDA, EMPALME, UNIÓN O JALADO

Parte A. Generalidades

314-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación y el uso de todas las cajas utilizadas como cajas de salida, de dispositivos, de paso y de empalmes, dependiendo de su utilización; así como de los registros. Las cajas fundidas, de lámina metálica, no metálicas y otras cajas tales como las FS, FD y cajas más grandes no se clasifican como cajas de paso. Este Artículo también incluye los requisitos de instalación para los accesorios empleados para unir canalizaciones y para conectar canalizaciones, cables y a las cajas.

314-2. Cajas redondas. No deben utilizarse cajas redondas donde los tubos o conectores requieran el uso de contratuercas o pasacables para conectarse en un lado de la caja.

314-3. Cajas no metálicas. Se permitirán cajas no metálicas únicamente con alambrados abiertos sobre aisladores, con alambrados ocultos con aisladores de perilla y tubo, con métodos de alambrado cableados con forros no metálicos, cordones flexibles y canalizaciones no metálicas.

Excepción 1: Cuando se suministran medios internos de unión entre todas las entradas, se permitirá el uso de cajas no metálicas con canalizaciones metálicas o cables con cubierta metálica.

Excepción 2: Cuando se suministran medios de unión integral, con disposiciones para fijar un puente de unión de equipos dentro de la caja, entre todas las entradas roscadas en cajas no metálicas aprobadas para ese propósito, se permitirá la utilización de cajas no metálicas con canalizaciones metálicas o cables con armadura metálica.

314-4. Cajas metálicas. Las cajas metálicas deben estar puestas a tierra y unidas de acuerdo con las partes A, D, E, F, G y J del Artículo 250 según corresponda, excepto lo permitido en 250-112 (i).

Parte B. Instalación

314-15. Lugares húmedos o mojados. En lugares húmedos o mojados, las cajas y accesorios se deben colocar o deben estar equipados de modo que eviten que entre o se acumule humedad dentro de la caja o accesorio. Las cajas y accesorios instalados en lugares mojados deben ser aprobados para usarlos en esos lugares. Se permitirá que las aberturas para drenaje aprobadas no menores de 3 mm y no mayores de 6 mm de diámetro se instalen en obra en las cajas o cajas de paso para uso en lugares húmedos o mojados. Para la instalación de accesorios de drenaje, se permite que se instalen aberturas mayores en obra, de acuerdo con lo establecido en las instrucciones del fabricante.

NOTA 1: Véase 314-27(b) con respecto a las cajas en los pisos.

NOTA 2: Véase 300-6 con respecto a la protección contra la corrosión.

314-16. Número de conductores en las cajas de salida, de dispositivos y de empalme. Las cajas deben tener el tamaño suficiente para brindar espacio libre para todos los conductores instalados. En ningún caso el volumen de la caja, calculado como se especifica en el siguiente inciso (a), debe ser menor que el cálculo para la ocupación, determinado como se indica en el siguiente inciso (b). El volumen mínimo para las cajas debe ser el que se calcula según el siguiente inciso (c).

Las disposiciones de esta sección no se deben aplicar a las cajas de terminales que se suministran con los motores o los generadores.

NOTA: Véase 430-12 para los requisitos de volumen de las cajas de terminales de motores o generadores.

Las cajas que alojan conductores de 21.2 mm² (4 AWG) o mayores también deben cumplir con las disposiciones de 314-28.

a) Cálculos del volumen de la caja. El volumen de una caja de alambrado debe ser el volumen total de todas las secciones ensambladas y, cuando se utilice, el volumen de anillos sencillos, extensiones para cajas, etcétera, que estén marcados con el volumen en centímetros cúbicos o que se fabriquen con cajas cuyas dimensiones estén listadas en la Tabla 314-16(a). Cuando una caja esté provista de una o más barreras instaladas de manera segura, el volumen se distribuirá a cada uno de los espacios resultantes. Se considerará que cada barrera, si no está marcada con su volumen, ocupa 8.2 cm³ si es metálica y 16.4 cm³ si no es metálica.

Tabla 314-16(a).- Cajas metálicas

Tamaño comercial de la caja		Volumen mínimo	Número máximo de conductores*						
			mm² (AWG)						
centímetros		cm ³	0.824 (18)	1.31 (16)	2.08 (14)	3.31 (12)	5.26 (10)	8.37 (8)	13.3 (6)
10 x 3.2	Redonda/octagonal	205	8	7	6	5	5	5	2
10 x 3.8	Redonda/octagonal	254	10	8	7	6	6	5	3
10 x 5.4	Redonda/octagonal	353	14	12	10	9	8	7	4
10 x 3.2	Cuadrada	295	12	10	9	8	7	6	3
10 x 3.8	Cuadrada	344	14	12	10	9	8	7	4
10 x 5.4	Cuadrada	497	20	17	15	13	12	10	6
12 x 3.2	Cuadrada	418	17	14	12	11	10	8	5
12 x 3.8	Cuadrada	484	19	16	14	13	11	9	5
12 x 5.4	Cuadrada	689	28	24	21	18	16	14	8

7.50 x 5 x 3.8	De Dispositivo	123	5	4	3	3	3	2	1
7.50 x 5 x 5	De Dispositivo	164	6	5	5	4	4	3	2
7.50 x 5 x 5.7	De Dispositivo	172	7	6	5	4	4	3	2
7.50 x 5 x 6.5	De Dispositivo	205	8	7	6	5	5	4	2
7.50 x 5 x 7	De Dispositivo	230	9	8	7	6	5	4	2
7.50 x 5 x 9	De Dispositivo	295	12	10	9	8	7	6	3
10 x 5.40 x 3.8	De Dispositivo	169	6	5	5	4	4	3	2
10 x 5.40 x 4.8	De Dispositivo	213	8	7	6	5	5	4	2
10 x 5.40 x 5.4	De Dispositivo	238	9	8	7	6	5	4	2
9.50 x 5 x 6.5	Caja/tándem de mampostería	230	9	8	7	6	5	4	2
9.50 x 5 x 9	Caja/tándem de mampostería	344	14	12	10	9	8	7	4
Profundidad mínima 4.45	FS -Cubierta/tándem individual	221	9	7	6	6	5	4	2
Profundidad mínima 6.03	FD - Cubierta/tándem individual	295	12	10	9	8	7	6	3
Profundidad mínima 4.45	FS - Cubierta/tándem múltiples	295	12	10	9	8	7	6	3
Profundidad mínima 6.03	FD Cubierta/tándem múltiples	395	16	13	12	10	9	8	4

* Cuando no es requerido considerar volumen por 314-16(b)(2) hasta (b)(5).

1) Cajas estándar. El volumen para las cajas estándar, que no tienen marcado el volumen, debe ser el que se indica en la Tabla 314-16(a).

2) Otras cajas. Las cajas de 1640 cm³ o menos, distintas de las descritas en la Tabla 314-16(a) y las cajas no metálicas, deben ir marcadas por el fabricante de modo legible y duradero con el volumen en cm³. Las cajas descritas en la Tabla 314-16(a) que tengan mayor volumen del indicado en la tabla, pueden tener marcado su volumen en cm³ como exige esta Sección.

b) Cálculos de la ocupación de la caja. Se deben sumar los volúmenes de los párrafos (1) hasta (5), según aplique. No se exigirá que se asignen volúmenes a accesorios pequeños tales como pasacables o contratueras. Cada espacio dentro de una caja delimitado por una barrera será calculado separadamente.

1) Ocupación por los conductores. Cada conductor que se origina por fuera de la caja y termina o está empalmado dentro de ella, se debe contar una vez, y cada conductor que pase a través de la caja sin empalmes ni terminaciones se debe contar una vez. Cada bucle o espiral de conductores ininterrumpidos no menores al doble de la longitud mínima exigida para los conductores libres en la sección 300-14, se debe contar dos veces. La ocupación debida a los conductores se debe calcular usando la Tabla 314-16(b). Un conductor que ninguna de sus partes sale de la caja, no se cuenta.

Excepción: Se permite omitir de los cálculos el conductor o conductores de puesta a tierra de equipos o como máximo cuatro alambres para accesorios de tamaño menor a 2.08 mm² (14 AWG), o ambos, cuando entran a una caja desde una luminaria con domo o tapa ornamental similar y terminan dentro de esa caja.

2) Ocupación por las abrazaderas. Cuando dentro de la caja haya una o más abrazaderas de cable internas, suministrada en fábrica o colocada en la obra, se debe contar un volumen, de la Tabla 314-16(b), seleccionándolo con base en el conductor más grande que se encuentre en la caja. No se exigirá contar un volumen para un conector de cable cuyo mecanismo de sujeción esté fuera de la caja. Un ensamble de abrazaderas que incorpore una terminación de cable para los conductores de cables debe estar marcado para uso con cajas no metálicas específicas. Los conductores que se originen dentro del ensamble de abrazaderas deben estar incluidos en los cálculos de ocupación de conductores, contemplados en la sección 314-16(b)(1), como si ingresaran desde el exterior de la caja. El ensamble de abrazaderas no debe requerir un margen de ocupación, pero el volumen de la porción del ensamble que se mantenga dentro de la caja con posterioridad a la instalación debe ser excluido del volumen de la caja, según las marcas establecidas en 314.16(a)(2).

3) Ocupación por los accesorios de soporte. Cuando en la caja se encuentran uno o más pernos o adaptadores de montaje de luminarias, se deberá contar un volumen para cada tipo de accesorio, de acuerdo con la Tabla 314-16(b), seleccionándolo con base en el conductor más grande que se encuentre en la caja.

4) Ocupación por el equipo o dispositivo. Para cada yugo o estribo que contenga uno o más dispositivos o equipos, se debe contar un doble volumen, de acuerdo con la Tabla 314-16(b), para cada yugo o estribo, seleccionando el volumen con base en el conductor más grande conectado al(los) dispositivo(s) o al equipo sostenido por ese yugo o estribo. Para un dispositivo o un equipo de utilización con ancho mayor al de una caja de 5 centímetros tal como se describe en la Tabla 314-16(a), debe considerarse un doble volumen por cada tandem exigido para el montaje.

5) Ocupación por el conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando entran en una caja uno o más conductores de puesta a tierra de equipos o puentes de unión de equipos, se debe contar un volumen de acuerdo con la Tabla 314-16(b), seleccionado con base en el conductor más grande de puesta a tierra del equipo o del puente de unión del equipo más grande que se encuentre en la caja. Cuando en la caja existe un conjunto adicional de conductores de puesta a tierra del equipo, tal como lo permite 250-146(d), se debe considerar un volumen, seleccionado con base en el conductor más grande de puesta a tierra del equipo en el conjunto adicional.

Tabla 314-16(b).- Volumen que es requerido considerar para cada conductor

Tamaño o designación		Espacio libre dentro de la caja para cada conductor
mm ²	AWG	cm ³
0.824	18	24.6
1.31	16	28.7
2.08	14	32.8
3.31	12	36.9
5.26	10	41
8.37	8	49.2
13.3	6	81.9

c) Cajas

1) Generalidades. Las cajas, que no sean de radio corto descritos en el inciso (3) siguiente, que alojan conductores de 13.3 mm² (6 AWG) o más pequeños, deben tener un área de la sección transversal no menor que el doble del área de la sección transversal del tubo conduit o tubería más grande a la cual se puedan fijar. El número máximo de conductores permitidos debe ser el número máximo que se permite en la Tabla 1 del **Capítulo 10** para el tubo conduit o la tubería a la cual se fija.

2) Con empalmes, derivaciones o dispositivos. Sólo se permitirá que aquellas cajas que han sido marcadas con su volumen de forma durable y legible por el fabricante contengan empalmes, derivaciones o dispositivos. El número máximo de conductores se debe calcular de acuerdo con 314-16(b). Las cajas deben soportarse de una manera rígida y segura.

3) Cajas de radio corto. Las cajas como los codos con casquillo y los codos de la acometida que alojan conductores de tamaño 13.3 mm² (6 AWG) o menor, y están previstos sólo para permitir la instalación de la canalización y los conductores contenidos, no deben contener empalmes, derivaciones o dispositivos, y deben ser de tamaño suficiente para brindar espacio libre para todos los conductores encerrados en la caja.

314-17. Conductores que entran en las cajas, o accesorios. Los conductores que entran en las cajas o accesorios deben estar protegidos contra la abrasión y deben cumplir con lo que se indica en (a) hasta (d) siguientes.

a) Aberturas que se deben cerrar. Las aberturas por las que entran los conductores se deben cerrar de una manera adecuada.

b) Cajas de paso y otras cajas metálicas. Cuando las cajas metálicas se instalan con alambrado sostenido por cable mensajero, cableado abierto sobre aisladores o cableado oculto con aisladores de perilla y tubo, los conductores deben entrar a través de pasacables aisladores o, en lugares secos, a través de tubería flexible que se extienda desde el último soporte aislante hasta no menos de 6 milímetros dentro de la caja y más allá de cualquier abrazadera para cable. Cuando se utilice cable con cubierta no metálica o cable multiconductor de tipo UF, la cubierta deberá extenderse por lo menos 6 mm dentro de la caja y más allá de cualquier abrazadera de cable.

Con excepción de lo que se indica en 300-15(c), el cableado se debe fijar firmemente a la caja. Cuando se instalan canalizaciones o cables con cajas metálicas, la canalización o el cable se debe fijar a dichas cajas.

c) Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas deben ser adecuadas para el conductor con temperatura nominal más baja que entre en la caja. Cuando se utilizan cajas no metálicas con alambrado sostenido por cable mensajero, alambrado abierto sobre aisladores o alambrado oculto de perilla y tubo, los conductores deben entrar a la caja a través de orificios individuales. Cuando se utiliza tubería flexible para canalizar los conductores, la tubería se debe extender desde el último soporte aislante hasta no menos de 6 milímetros dentro de la caja y más allá de cualquier abrazadera para cable. Cuando se utiliza cable con forro no metálico o cable multiconductor tipo UF, el forro se debe extender hasta no menos de 6 milímetros dentro de la caja y más allá de cualquier abrazadera para cable. En todos los casos, todos los métodos de alambrado permitidos se deben fijar a las cajas.

Excepción: Cuando se usa cable con forro no metálico o cable multiconductor tipo UF con cajas de un solo tándem con tamaño no mayor que el de 5.70 x 10 centímetros montadas en las paredes o los plafones, y cuando el cable está sostenido a una distancia no mayor a 20 centímetros de la caja, medidos a lo largo del forro, y cuando el forro se extiende a través de la abertura para cable en no menos de 6 milímetros, no se exigirá la fijación del cable a la caja. Se permitirá la entrada de cables múltiples en la abertura para cable.

d) Conductores de 21.2 mm² (4 AWG) o más grandes. La instalación debe cumplir con lo que se especifica en 300-4(g).

NOTA: Véase 110-12(a) con respecto a los requisitos sobre el cierre de las aberturas no utilizadas en canalizaciones.

314-19. Cajas que alojan dispositivos empotrados. Las cajas que se utilizan para encerrar dispositivos empotrados deben tener un diseño que permita que los dispositivos estén totalmente encerrados en la parte lateral y posterior, y tengan un soporte adecuado. Los tornillos para el soporte de la caja no se deben utilizar para la fijación del dispositivo contenido en la caja.

314-20. Instalaciones empotradas. En las instalaciones dentro o detrás de una superficie de concreto, azulejo, yeso u otro material no combustible, las cajas empotradas que utilizan una cubierta tipo rasante o una placa frontal se deben instalar de modo que el borde frontal de la caja, el anillo sencillo, el anillo de extensión no quede a más de 6 milímetros adentro de la superficie terminada.

Las instalaciones dentro de una superficie de madera u otros materiales superficiales combustibles, las cajas, los anillos sencillos, los anillos de extensión y los extensores aprobados deben estar a ras con la superficie terminada o sobresalir de dicha superficie.

314-21. Reparación de superficies incombustibles. Las superficies incombustibles que están dañadas o incompletas alrededor de las cajas que utilizan cubierta de tipo rasante o placa frontal, se deben reparar para que no existan espacios abiertos ni separaciones mayores que 3 milímetros en el borde de la caja.

314-22. Extensiones superficiales. Las extensiones superficiales se deben hacer mediante el montaje y la fijación mecánica de un anillo de extensión por fuera de la caja. La puesta a tierra del equipo se debe hacer según se especifica en la Parte F del Artículo 250.

Excepción: Se permitirá hacer una extensión superficial desde la cubierta de una caja, cuando la cubierta está diseñada de modo que no es probable que se caiga o pueda ser quitada si sus medios de fijación se aflojan. El método de alambrado debe ser flexible y tener una longitud suficiente que permita retirar la cubierta y tener acceso al interior de la caja, y se debe organizar de forma que la continuidad de cualquier conductor de puesta a tierra sea independiente de la conexión entre la caja y la cubierta.

314-23. Soportes. Los envoltentes a que se refiere este Artículo deben tener soportes que estén de acuerdo con una o más de las disposiciones de (a) hasta (h) siguientes.

a) Montaje superficial. Un envoltente montado en un edificio u otra superficie se debe fijar en su lugar de forma rígida y firme. Si la superficie no proporciona un soporte rígido y firme, se debe suministrar un soporte adicional que esté acorde con otras disposiciones de esta sección.

b) Montaje estructural. Un envoltente sostenido de un elemento estructural de un edificio o bajo el piso debe estar sostenido rígidamente, bien sea directamente o mediante la utilización de una abrazadera metálica, de polímeros o de madera.

1) Clavos y tornillos. Los clavos y tornillos, cuando se emplean como medio de sujeción, se deben fijar utilizando ménsulas en el exterior del envoltente, o usando agujeros para montaje en la parte posterior o en un lado de la caja, o deben pasar a través del interior a una distancia no mayor a 6 milímetros de la parte posterior o de los extremos del envoltente. No se permitirá que los tornillos pasen a través de la caja a menos que la rosca de los tornillos dentro de la caja estén protegidas utilizando medios aprobados para evitar daños al aislamiento del conductor. Se permite realizar agujeros de montaje en campo.

2) Abrazaderas. Las abrazaderas metálicas deben estar protegidas contra la corrosión y tener espesor no sea menor a 0.5 milímetros antes de recubrirlo. Las abrazaderas de madera deben tener una sección transversal no menor de 2.50 x 5.00 centímetros. Las abrazaderas de madera en lugares mojados deben tener un tratamiento para esas condiciones. Las abrazaderas de polímeros deben estar identificadas como adecuadas para el uso.

c) Montaje en superficies terminadas. Un envolvente montado en una superficie terminada debe estar fijo a ella de manera rígida por medio de abrazaderas, anclajes o accesorios identificados para la aplicación.

d) Plafones suspendidos. Un envolvente montado en los elementos estructurales o de soporte de un plafón suspendido, debe tener un tamaño no mayor a 1640 cm³ y debe estar sujetado y asegurado en su lugar, según se indica en (1) o (2) siguientes.

1) Elementos del armazón. Un envolvente debe estar sujeto a los elementos del armazón con medios mecánicos tales como pernos, tornillos o remaches, o utilizando grapas u otros medios de aseguramiento identificados para el uso con el(los) tipo(s) de elemento(s) del armazón del plafón y del(los) envolvente (s) utilizado(s). Los elementos del armazón deben estar adecuadamente soportados, sujetos y asegurados entre sí y a la estructura del edificio.

2) Alambres de soporte. La instalación debe cumplir con las disposiciones de 300-11(a). El envolvente se debe sujetar, utilizando métodos identificados para tal propósito, al alambre o los alambres de soporte del plafón, incluidos cualesquier alambres de soporte adicionales instalados para ese propósito. El alambre o los alambres de soporte utilizados para el soporte del envolvente deben estar sujetos en cada extremo de forma tal que queden tensos dentro de la cavidad del plafón.

e) Envolventes con soporte en la canalización, sin dispositivos, luminarias ni portalámparas. Un envolvente que no contenga dispositivos diferentes de aquellos para empalme, que no brinde apoyo a luminarias, portalámparas u otros equipos, y que esté soportado por las canalizaciones que entran, debe tener un tamaño que no exceda 1640 cm³. El envolvente debe tener entradas roscadas o bujes identificados para ese propósito. Debe estar asegurado por dos o más tubos conduit roscados, apretados con la llave adecuada dentro del envolvente o los bujes. Cada tubo conduit se debe fijar a menos de 90 centímetros del envolvente, o de 45 centímetros del envolvente si todos los tubos conduit entran por el mismo lado.

Excepción: Se permitirán que los siguientes métodos de alambrado brinden soporte a una caja de cualquier tamaño, incluyendo una caja construida únicamente con una entrada de tubo conduit, siempre y cuando el tamaño de la caja no sea mayor al tamaño más grande del tubo conduit o la tubería:

- (1) Tubo conduit metálico semipesado, Tipo IMC
- (2) Tubo conduit metálico pesado, Tipo RMC
- (3) Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, Tipo PVC
- (4) Tubo conduit de resina termofija reforzada, Tipo RTRC
- (5) Tubería metálica eléctrica, Tipo EMT

f) Envolventes soportadas en la canalización, con dispositivos, luminarias o portalámparas. Un envolvente que contenga dispositivos diferentes de aquellos para empalme, que soporten luminarias, portalámparas u otros equipos y que esté soportado por las canalizaciones que entran, debe tener un tamaño que no exceda 1650 cm³.

El envolvente debe tener entradas roscadas o bujes identificados para ese propósito. Debe estar soportado por dos o más tubos conduit roscados apretados con la llave adecuada dentro del envolvente o bujes. Cada tubo conduit debe estar soportado a una distancia no mayor a 45 centímetros del envolvente.

Excepción 1: Se permitirá que el tubo conduit metálico pesado o el metálico semipesado brinden soporte a una caja de cualquier tamaño, incluyendo una caja con una sola entrada, siempre y cuando el tamaño de la caja no sea mayor al tamaño más grande del tubo conduit.

Excepción 2: Se permitirá que un tramo ininterrumpido de tubo conduit metálico pesado o metálico semipesado brinde soporte a una caja utilizada para sostener una luminaria o un portalámparas, o para dar soporte a un envolvente para cableado que es parte integral de una luminaria y se usa en lugar de una caja, según se establece en 300-15(b), cuando se cumplen todas las siguientes condiciones:

- a. El tubo conduit está sujeto firmemente en un punto, de modo que la longitud del tubo conduit más allá del último punto de soporte no exceda los 90 centímetros.
- b. La longitud ininterrumpida del tubo conduit antes del último punto de soporte del tubo conduit es de 30 centímetros o más, y esa porción del tubo conduit está sujeta firmemente en algún punto a no menos de 30 centímetros desde su último punto de soporte.

- c. Cuando son accesibles a personas no calificadas, las luminarias o los portalámparas están por lo menos a 2.50 metros por encima del suelo o del área para estar de pie, medidos hasta su punto más bajo; y por lo menos a 90 centímetros medidos horizontalmente a una elevación de 2.50 metros desde las ventanas, puertas, pórticos, escaleras de incendios o lugares similares.
- d. Una luminaria soportada por un solo tubo conduit que no excede los 30 centímetros en cualquier dirección desde el punto de entrada del tubo conduit.
- e. El peso soportado por cualquier tubo conduit individual no excede los 9 kilogramos.
- f. En el extremo de la luminaria o el portalámparas, el tubo conduit está apretado firmemente con la llave adecuada dentro de la caja o el envoltorio de alambrado integral, o en los bujes identificados para ese propósito. Cuando se utiliza una caja para soporte, la luminaria se debe fijar directamente a la caja o por medio de un niple de tubo conduit roscado cuya longitud sea de 7.50 centímetros o menos.

g) Envoltorios en concreto o mampostería. Un envoltorio empotrado debe estar identificado como protegido adecuadamente contra la corrosión y empotrado de manera firme en concreto o mampostería.

h) Cajas suspendidas. Se permite que las cajas estén colgadas, cuando cumplan con las condiciones (1) o (2) siguientes.

1) Cordón flexible. Una caja debe estar sostenida por un cable o un cordón multiconductor de una manera aprobada, que proteja los conductores contra la tensión, tal como un conector de alivio atornillado a una caja con un buje.

2) Tubo conduit. Las cajas que brinden soporte a portalámparas o luminarias, o a los envoltorios de alambrado dentro de las luminarias utilizadas en lugar de las cajas, según lo que se especifica en 300-15(b), deben estar sostenidas por medio de tramos de tubo conduit metálico semipesado o pesado. Los tramos con longitud mayor a 45 centímetros se deben conectar al sistema de alambrado con accesorios flexibles adecuados para el lugar. En el extremo de la luminaria, el tubo conduit debe estar enroscado firmemente con llave adecuada dentro de la caja o el envoltorio del alambrado, o en los bujes identificados para ese propósito.

Cuando están soportadas únicamente por un solo tubo conduit, se debe evitar que las uniones roscadas se aflojen mediante el uso de tornillos de presión u otros medios eficaces, o la luminaria, en cualquier punto, debe estar por lo menos a 2.50 metros por encima del suelo o del área para estar de pie, y por lo menos a 90 centímetros medidos horizontalmente a una elevación de 2.50 metros desde las ventanas, puertas, pórticos, escaleras de incendios o lugares similares. Una luminaria sostenida por un sólo tubo conduit no debe exceder los 30 centímetros en cualquier dirección horizontal desde el punto de entrada del tubo conduit.

314-24. Profundidad de las cajas. Las cajas para salidas y dispositivos deben tener una profundidad suficiente que permita que el equipo instalado dentro de ellas se ensamble de manera correcta, y sin probabilidad de daño a los conductores dentro de la caja.

a) Cajas de salida sin dispositivos encerrados ni equipo de utilización. Las cajas de salida que no encierren dispositivos o equipos de utilización deben tener una profundidad interna mínima de 12.7 milímetros.

b) Cajas de salida y de dispositivos con equipos de utilización o dispositivos encerrados. Las cajas de salida y de dispositivos que alojan dispositivos o equipos de utilización deben tener una profundidad interna mínima que acomode la proyección posterior del equipo y el tamaño de los conductores que alimentan el equipo. La profundidad interna debe incluir, cuando se utilizan, las cajas de extensión, anillos sencillos o cubiertas elevadas. La profundidad interna debe cumplir con todas las disposiciones aplicables de (1) hasta (5) siguientes.

1) Equipos grandes. Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización con proyección posterior mayor a 4.80 centímetros desde el plano de montaje de la caja, deben tener una profundidad que no sea menor a la profundidad del equipo más 6 milímetros.

2) Conductores más grandes que el tamaño 21.2 mm² (4 AWG). Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores más grandes que el tamaño 21.2 mm² (4 AWG) deben estar identificadas para su función específica.

Excepción para (2): Se permitirá que sean montados los dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores más grandes que el tamaño 21.2 mm² (4 AWG) sobre o en las cajas de empalme y de paso más grandes que 1640 cm³ si el espacio en las terminales cumple con los requisitos de 312-6.

3) Conductores tamaño 8.37 mm² (8 AWG), 13.3 mm² (6 AWG) o 21.2 mm² (4 AWG). Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores tamaño 8.37 mm² (8 AWG), 13.3 mm² (6 AWG) o 21.2 mm² (4 AWG) deben tener una profundidad interna que no sea menor a 5.24 centímetros.

4) Conductores tamaño 3.31 mm² (12 AWG) o 5.26 mm² (10 AWG). Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores tamaño 3.31 mm² (12 AWG) o 5.26 mm² (10 AWG) deben tener una profundidad interna no menor a 3 centímetros. Cuando el equipo se proyecta hacia la parte posterior, desde el plano de montaje de la caja, una distancia mayor a 2.50 centímetros, la caja debe tener una profundidad no menor a la del equipo más 6 milímetros.

5) Conductores tamaño 2.08 mm² (14 AWG) y más pequeños. Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores tamaño 2.08 mm² (14 AWG) y más pequeños deben tener una profundidad no menor a 2.38 centímetros.

Excepción para (1) hasta (5): Se permitirán dispositivos o equipo de utilización aprobados para instalación con cajas especificadas por el fabricante.

314-25. Cubiertas y tapas ornamentales. En instalaciones terminadas, cada caja debe tener una cubierta, placa frontal, portalámparas o tapa ornamental para luminaria, excepto cuando la instalación cumple con lo que se especifica en 410-24(b). Los tornillos que se utilicen para adosar cubiertas, u otros equipos, a la caja deben ser tornillos de máquina compatibles con el tamaño o calibre de la rosca integrada a la caja o deben cumplir con lo establecido en las instrucciones del fabricante.

a) Cubiertas y placas metálicas o no metálicas. Se permitirán cubiertas y placas metálicas o no metálicas. Cuando se utilizan cubiertas o placas metálicas, éstas deben cumplir con los requisitos de puesta a tierra de 250-110.

NOTA: Para los requisitos adicionales de puesta a tierra, véase 410-42 para las tapas ornamentales metálicas de luminarias, y 404-12 y 406-6(b) para placas frontales metálicas.

b) Acabado de pared o plafón, combustible y expuesto. Cuando se utilizan una tapa ornamental o platillo de luminaria, cualquier acabado de pared o plafón, combustible y expuesto entre el borde de la tapa ornamental o platillo y la caja de salida debe estar cubierta con material no combustible si fuera requerido en la sección 410-23.

c) Dispositivo de suspensión de cordón flexible. Las cubiertas de las cajas de salida que tienen orificios a través de los cuales puedan pasar cables flexibles, deben estar dotadas de boquillas o tener una superficie lisa y perfectamente redondeada sobre la que haga el recorrido el cable. No se deben utilizar los pasacables de goma dura o de compuestos plásticos.

314-27. Cajas de salida.

a) Cajas en las salidas para luminarias o portalámparas. Se permite que las cajas de salida o accesorios diseñados para el soporte de luminarias y portalámparas e instalados como se exige en 314-23, soporten una luminaria o portalámparas.

1) Salidas de pared. Las cajas utilizadas en las salidas para luminarias o portalámparas en una pared deben estar marcadas en el interior de la caja indicando el peso máximo de la luminaria que soporta la caja en la pared, cuando es diferente de 23 kilogramos.

Excepción: Se permitirá que una luminaria o portalámparas montada en la pared que no pese más de 3 kilogramos esté soportada en otras cajas o anillos sencillos que estén fijos a otras cajas, siempre y cuando la luminaria o su yugo de soporte o portalámparas estén fijos a la caja por lo menos con dos tornillos número 6 o más grandes.

2) Salidas en plafón. En cualquier salida utilizada exclusivamente para iluminación, la caja se debe diseñar o instalar para que se pueda fijar una luminaria o portalámparas. Se exigirá que las cajas soporten una luminaria que pese hasta 23 kilogramos. Una luminaria que pese más de 23 kilogramos se debe soportar independientemente de la caja de salida, a menos que la caja de salida esté aprobada y marcada para no menos del peso máximo que se va a sostener. El interior de la caja debe estar marcada por el fabricante para indicar el peso máximo que la caja pueda soportar.

b) Cajas en el piso. Para los contactos localizados en el piso se deben utilizar cajas aprobadas específicamente para esta aplicación.

Excepción: Cuando se considere baja la probabilidad de exposición al daño físico, la humedad y la suciedad, se permitirá que las cajas localizadas en pisos elevados de escaparates y lugares similares sean diferentes de aquellas aprobadas para las aplicaciones en el piso. Los contactos y las cubiertas deben estar aprobados como un ensamble para este tipo de lugar.

c) Cajas en las salidas para los ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón. Las cajas de salida o los sistemas de cajas de salidas utilizados como único soporte para un ventilador (de aspas) suspendido del plafón deben estar aprobadas y marcadas por el fabricante como adecuadas para este propósito y no deben sostener ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón con un peso mayor a 32 kilogramos. Para cajas de salida o sistemas de cajas de salida diseñadas para sostener ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón con un peso mayor a 16 kilogramos, el marcado exigido debe incluir el peso máximo que se puede sostener.

Cuando se instalen conductores de fase adicionales, con apagadores separados en una caja de salida montada en plafón, en un lugar aceptable para ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón, en viviendas unifamiliares y multifamiliares, la caja de salida o el sistema de cajas de salida se listará como el único soporte de un ventilador (de aspas) suspendido del plafón.

d) Equipo de utilización. Las cajas utilizadas para soportar equipos de utilización, diferentes de los ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón, deben cumplir con los requisitos de las secciones 314-27(a) para el soporte de una luminaria que tiene el mismo tamaño y el mismo peso.

Excepción: Se permitirá que el equipo de utilización con un peso no mayor a 3 kilogramos esté soportado en otras cajas o anillos sencillos que estén fijos a otras cajas, siempre y cuando el equipo o su yugo de soporte esté fijo a la caja por lo menos con dos tornillos número 6 o más grandes.

e) Accesorios de fijación separables. Se permite que las cajas de salida que se requieren en 314-27 soporten los soportes de bloqueo y los contactos de montaje que se utilizan en combinación con accesorios de fijación compatibles. La combinación debe identificarse para el soporte del equipo dentro de los límites del peso y la orientación de montaje los límites de la aprobación. Cuando el contacto de soporte esté instalado dentro de una caja, ésta se incluirá en el cálculo de relleno cubierto en 314-16(b)(4).

314-28. Cajas de paso y de empalme. Las cajas utilizadas como cajas de paso y de empalme deben cumplir con las especificaciones de (a) hasta (e) siguientes.

Excepción: Las cajas de terminales que se suministran con los motores deben cumplir con las disposiciones de 430-12.

a) Tamaño mínimo. Para las canalizaciones que contienen conductores del 21.2 mm² (4 AWG) o más grandes que deben estar aislados, y para cables que contienen conductores tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y más grandes, las dimensiones mínimas de las cajas de paso o de empalme instaladas en un tendido de cable o canalización deben cumplir con lo que se especifica en (1) a (3) siguientes.

1) Tendidos rectos. En tendidos rectos, la longitud de la caja no debe ser menor a ocho veces el diámetro de la canalización más grande.

2) Tendidos en ángulos o en U, o empalmes. En donde se hagan empalmes, tendidos en ángulos o en U, la distancia entre cada entrada de canalización dentro de la caja y la pared opuesta de la caja no debe ser menor a seis veces el diámetro de la canalización más grande en una hilera. Esta distancia se debe incrementar para las entradas adicionales, en una cantidad igual a la suma de los diámetros de todas las otras entradas de canalizaciones en la misma hilera y en la misma pared de la caja. Cada hilera se debe calcular individualmente, y se debe usar la hilera que proporcione la máxima distancia.

Excepción: Cuando una entrada para la canalización o cable está en la pared opuesta a una cubierta removible, de una caja se permitirá que la distancia desde esta pared hasta la cubierta cumpla con los requisitos de distancia para un alambre por cada terminal que se indica en la Tabla 312-6(a).

La distancia entre las entradas de las canalizaciones que alojan al mismo conductor no debe ser menor a seis veces el diámetro de la canalización más grande.

Si en lugar del tamaño de la canalización en los anteriores incisos (a)(1) y (a)(2) se toma el tamaño del cable, se debe utilizar el diámetro mínimo de la canalización para el número y tamaño de los conductores del cable.

3) Dimensiones más pequeñas. Se permitirán cajas de paso y otras cajas con dimensiones menores a las exigidas en los anteriores incisos (a)(1) y (a)(2) para instalaciones de combinaciones de conductores con una ocupación menor a la máxima del tubo conduit o la tubería (de los tubos conduit o la tubería que se utiliza) permitida por la Tabla 1 del Capítulo 10, siempre y cuando la caja haya sido aprobada para, y esté marcada permanentemente con, el número máximo y el tamaño máximo permitidos para los conductores.

Para instalaciones de combinaciones de conductores que se permiten en la Tabla 1 del Capítulo 10, se permiten cajas de paso aprobadas con dimensiones menores que las que se requieren en 314-28(a)(2) y que tengan un radio de curvatura a la línea central no menor que el que se indica en la Tabla 2 del Capítulo 10 para dobladoras de un movimiento y de zapata completa. Estas cajas de paso deben estar marcadas para demostrar que se han evaluado específicamente de acuerdo con esta disposición.

Cuando las combinaciones permitidas de conductores para las cuales se ha aprobado la caja o caja de paso son menores que el llenado máximo del tubo o tubería que se permite en la tabla 1 del Capítulo 10, a caja o caja de paso debe estar permanentemente marcada con el número máximo y tamaño máximo de los conductores permitidos. Para otros tamaños de conductor y combinaciones, el área de la sección transversal total del llenado no debe exceder el área de la sección transversal de los conductores especificados en el marcado, con base en el tipo del conductor identificado como parte del producto aprobado.

NOTA: A menos que se especifique lo contrario, las normas de producto aplicables que evalúan los marcados de llenado cubiertos aquí son con base en conductores con aislamiento tipo XHHW.

b) Conductores en cajas de paso o de empalme. En cajas de paso o cajas de empalme que tengan cualquiera de sus dimensiones mayor a 1.80 metros, todos los conductores deben estar cableados o agrupados.

c) Tapas. Todas las cajas de paso y cajas de empalme deben tener tapas compatibles con la construcción de la caja y deben ser adecuadas para las condiciones de uso. Cuando se utilizan tapas metálicas, éstas deben cumplir con los requisitos de puesta a tierra de 250-110.

d) Barreras permanentes. Cuando se instalan barreras permanentes en una caja, cada sección se debe considerar como una caja independiente.

e) Bloques de distribución de fuerza. Se permitirán los bloques de distribución de fuerza en las cajas de paso y de empalme de más de 1640 cm³ para conexiones de conductores cuando estén instalados en cajas y cuando la instalación cumpla con (1) a (5) siguientes.

Excepción: Se permitirán barras terminales de puesta a tierra de equipos en envoltorios más pequeños.

1) Instalación. Los bloques de distribución de energía en las cajas deben ser aprobados. Los bloques de distribución de energía instalados en el lado de la línea del equipo de acometida deberán estar aprobados y marcados como "adecuados para su uso en la acometida" o equivalente.

2) Tamaño. Además de que en donde se hagan empalmes, tendidos en ángulos o en U, la distancia entre cada entrada de canalización dentro de la caja y la pared opuesta de la caja no debe ser menor a seis veces el diámetro de la canalización más grande en una hilera, se debe instalar el bloque de distribución de fuerza en una caja con dimensiones no menores a las especificadas en las instrucciones de instalación del fabricante.

3) Espacio para el doblado de los conductores. El espacio para el doblado del conductor en las terminales de los bloques de distribución de fuerza debe cumplir con 312-6.

4) Partes vivas. Los bloques de distribución de fuerza no deben tener partes vivas no aisladas y expuestas dentro de una caja, ya sea que la cubierta de la caja esté instalada o no.

5) Conductores de paso. Cuando se utilicen las cajas de paso o de empalme para conductores que no terminan en el(los) bloque(s) de distribución de fuerza, los conductores de paso se deben disponer de tal modo que los terminales del bloque de distribución de fuerza no se obstruyan después de la instalación.

314-29. Cajas y registros que deben ser accesibles. Las cajas, y registros se deben instalar de forma que el alambrado que se encuentra dentro de ellos pueda ser accesible sin retirar ninguna parte del edificio o estructura, en circuitos subterráneos, sin excavar las banquetas, el pavimento, la tierra u otras sustancias que se utilicen para establecer el terminado del terreno.

Excepción: Se permitirán cajas y registros aprobados, cuando están cubiertos por grava, agregado liviano o suelo granulado no cohesivo, si su ubicación está identificada de manera eficaz y es accesible para la excavación.

314-30. Registros. Los registros se deben diseñar e instalar para que resistan todas las cargas que probablemente se impongan sobre ellos. Deben estar identificados para uso en sistemas subterráneos y cumplir con (a) hasta (d) siguientes.

a) Tamaño. Los registros se deben dimensionar de acuerdo con 314-28(a) para conductores que operan a 1000 volts o menos, y de acuerdo con 314-71 para conductores que operan a más de 1000 volts. Para los registros sin fondo a los que se aplican las disposiciones de la Excepción a 314-28(a)(2), o de la Excepción 1 de 314-71(b)(1), la medición de la tapa removible se debe hacer desde el extremo del tubo conduit o del ensamble del cable.

b) Entradas del alambrado. Las canalizaciones subterráneas y los conjuntos de cables subterráneos que entran en un registro se deben prolongar dentro del envoltorio, pero no se exigirá que estén conectados mecánicamente al envoltorio.

c) Alambrado encerrado. Todos los conductores y cualquier empalme o terminación, si están presentes, deben ser aprobados como adecuados para lugares mojados.

d) Cubiertas. Las cubiertas de los registros deben tener una marca o un logotipo de identificación que indique de manera visible la función del envoltorio, por ejemplo "eléctrico". Las cubiertas de los registros deben requerir de la utilización de herramientas para abrirlas, o deben pesar más de 45 kilogramos. Las cubiertas metálicas y otras superficies conductoras expuestas deben estar unidas de acuerdo con 250-92 si los conductores en el registro son conductores de acometida, o de acuerdo con 250-96 (a) si los conductores en el registro son conductores de alimentador o de circuito derivado.

Parte C. Especificaciones de construcción

314-40. Cajas metálicas, cajas de empalme y accesorios.

a) Resistentes a la corrosión. Las cajas metálicas, las cajas y los accesorios deben ser resistentes a la corrosión o deben estar bien galvanizados, esmaltados o tener otro recubrimiento adecuado por dentro y por fuera para prevenir la corrosión.

NOTA: Véase 300-6 con respecto a la limitación en el uso de las cajas y los accesorios protegidos contra la corrosión únicamente con esmalte.

b) Espesor del metal. Las cajas de lámina de acero con tamaño no superior a 1650 cm³ se deben fabricar de acero cuyo espesor no sea inferior a 1.59 milímetros. La pared de una caja o una caja de hierro maleable y una caja o caja de paso de aluminio, latón, bronce, o cinc, troquelada o de moldeado permanente debe tener un espesor no inferior a 2.38 milímetros. Las cajas o cajas de paso de otros metales fundidos deben tener un espesor de pared no menor que 3.17 milímetros.

Excepción 1: Se permitirá que las cajas aprobadas que demuestren tener características y resistencia equivalentes sean fabricadas con otros metales o de menor espesor.

Excepción 2: Se permitirá que las paredes de las cajas aprobadas de radio reducido, de las que trata 314-16(c)(2), estén fabricadas con un metal de menor espesor.

c) Cajas metálicas de más de 1650 cm³. Las cajas metálicas con tamaño mayor a 1650 cm³ se deben construir de manera tal que sean suficientemente resistentes y rígidas. Si son fabricadas con lámina de acero, el espesor del metal no debe ser inferior a 1.35 milímetros sin recubrimiento.

d) Disposiciones para la puesta a tierra. En cada caja metálica se debe suministrar un medio para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. Se permitirá que el medio sea un orificio roscado o su equivalente.

314-41. Cubiertas. Las cubiertas metálicas deben ser del mismo material de la caja con la cual se utiliza, o deben estar revestidas con un material aislante firmemente unido cuyo espesor no sea inferior a 0.79 milímetros, o deben estar aprobados para este propósito. Las cubiertas deben estar aprobadas para uso como sistema de canalización. Las cubiertas metálicas deben tener el mismo espesor de las cajas con las cuales se utiliza o deben estar aprobados para este propósito. Debe permitirse usar cubiertas de porcelana o de otros materiales aislantes aprobados si su forma y espesor ofrecen la resistencia y protección exigidas.

314-42. Pasacables. Las cubiertas de las cajas de salida que tienen orificios a través de los cuales puedan pasar cordones flexibles colgantes, deben tener pasacables aprobados o tener superficies lisas y bien redondeadas en las cuales se pueda apoyar el cordón. Cuando los conductores individuales pasan a través de una cubierta metálica, se debe suministrar, para cada conductor, un orificio independiente equipado con un pasacables de material aislante adecuado. Estos orificios independientes deben estar conectados por una ranura tal como lo exige 300-20.

314-43. Cajas no metálicas. Los medios de soporte u otras formas de montaje de las cajas no metálicas deben estar por fuera de la caja, o se debe construir la caja de forma que se evite el contacto entre los conductores dentro de la caja y los tornillos de soporte.

314-44. Marcado. Todas las cajas, cubiertas, anillos de extensión, anillos sencillos y similares deben estar marcados de forma duradera y legible con el nombre del fabricante o la marca comercial.

Parte D. Cajas de paso y de empalme, y registros para uso en sistemas de más de 1000 volts nominales

314-70. Generalidades

a) Cajas de paso y de empalme. Cuando se utilizan cajas de paso y de empalme en sistemas de más de 1000 volts, la instalación debe cumplir con las disposiciones de la Parte D y con las siguientes disposiciones de este Artículo:

- (1) Parte A, 314-2; 314-3 y 314-4
- (2) Parte B, 314-15; 314-17; 314-20; 314-23(a), (b), o (g); 314-28(b) y 314-29
- (3) Parte C, 314-40(a) y (c); y 314-41

b) Cajas. Cuando se utilizan cajas en sistemas de más de 1000 volts, la instalación debe cumplir con las disposiciones de la Parte D y con las siguientes generalidades de este Artículo:

- (1) Parte A, 314-4
- (2) Parte B, 314-15; 314-17; 314-23(a), (e), o (g); 314-28(a)(3) y 314-29
- (3) Parte C, 314-40(a) y 314-41

c) Registros. Cuando se utilizan los registros en sistemas de más de 1000 volts, la instalación debe cumplir con las disposiciones de la Parte D y con las siguientes generalidades de este Artículo:

- (1) Parte A, 314-3 y 314-4
- (2) Parte B, 314-15; 314-17; 314-23(g); 314-28(b); 314-29 y 314-30

314-71. Tamaño de las cajas de paso y de empalme, y registros. Las cajas de paso y de empalme y los registros deben suministrar el espacio y las dimensiones adecuadas para la instalación de los conductores y deben cumplir con los requisitos específicos de esta sección.

a) Para tendidos rectos. La longitud de la caja no debe ser menor a 48 veces el diámetro exterior, medido sobre el forro del conductor más grande, blindado o recubierto de plomo o del cable que entra en la caja. La longitud no debe ser menor a 32 veces el diámetro exterior del conductor o cable no blindado que sea más grande.

b) Para tendidos en ángulo o en U.

1) Distancia a la pared opuesta. La distancia entre cada cable o conductor que entra en la caja y la pared opuesta de ésta no debe ser menor a 36 veces el diámetro exterior, medido sobre el forro, del cable o conductor más grande. Esta distancia se debe incrementar para las entradas adicionales en una cantidad igual a la suma de los diámetros exteriores, medidos sobre el forro, de todas las otras entradas de cables o conductores a través de la misma pared de la caja.

Excepción 1: Cuando la entrada de un conductor o cable está en la pared de una caja opuesta a una cubierta removible, se permitirá que la distancia desde esta pared hasta la cubierta no sea menor al radio de curvatura para los conductores, tal como se especifica en 300-34.

Excepción 2: Cuando los cables no son blindados y no están recubiertos con plomo, se permitirá que la distancia de 36 veces el diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.

2) Distancia entre la entrada y la salida. La distancia entre la entrada de un cable o conductor y su salida de la caja no debe ser menor a 36 veces el diámetro exterior, medido sobre el forro, de este cable o conductor.

Excepción: Cuando los cables no son blindados y no están recubiertos con plomo, se permitirá que la distancia de 36 veces el diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.

c) Laterales removibles. Uno o más laterales de las cajas de paso deben ser removibles.

314-72. Requisitos de construcción e instalación

a) Protección contra la corrosión. Las cajas se deben fabricar con materiales resistentes a la corrosión o se deben proteger adecuadamente, tanto interna como externamente, con esmalte, galvanización, enchapado u otros medios.

b) Paso a través de divisiones. Se deben instalar pasacables, pantallas o accesorios adecuados que tengan bordes lisos y redondeados donde los conductores o los cables pasan a través de las divisiones, y en otros lugares, cuando sea necesario.

c) Envolvente completo. Las cajas deben proporcionar un envolvente completo para los cables o conductores que contienen.

d) Alambrado accesible. Las cajas se deben instalar de forma que los conductores sean accesibles sin retirar ninguna parte fija al edificio o estructura. El espacio de trabajo que se debe suministrar debe estar de acuerdo con lo que se estipula en 110-34.

e) Cubiertas adecuadas. Las cajas se deben cerrar con cubiertas adecuadas, sujetas firmemente en su lugar. Se considerará que las cubiertas de cajas subterráneas con un peso mayor a los 45 kilogramos cumplen con este requisito. Las cubiertas para las cajas deben estar marcadas permanentemente con el siguiente texto:

“PELIGRO-ALTA TENSIÓN”

Este marcado debe estar por fuera de la cubierta de la caja y debe ser fácilmente visible. Las letras deben ser mayúsculas y tener una altura mínima de 13 milímetros.

f) Adecuadas para la manipulación prevista. Las cajas y sus cubiertas deben tener la capacidad de resistir la manipulación a la cual probablemente sean sometidas.

ARTÍCULO 320

CABLE ARMADO TIPO AC

Parte A. Generalidades

320-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para el cable armado tipo AC.

320-2. Definición.

Cable armado tipo AC. Ensamble fabricado de conductores aislados en una armadura metálica entrelazada flexible. Véase 320-100.

320-6 Requisitos de aprobación. El cable tipo AC y los accesorios asociados deben estar aprobados.

Parte B. Instalación

320-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de los cables tipo AC en los siguientes casos:

- (1) Para alimentadores y circuitos derivados tanto en instalaciones visibles como ocultas.
- (2) En charolas portacables.
- (3) En lugares secos.
- (4) Recubiertos de acabado de yeso sobre ladrillo u otra mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados.
- (5) Cuando se instalan o se tienden en los espacios vacíos de los bloques de mampostería o las paredes de losa, si dichas paredes no están expuestas o sometidas a mojarse o a humedecerse excesivamente.

NOTA: Los “usos permitidos” no constituyen una lista que incluya todos los casos.

320-12. Usos no permitidos. Los cables tipo AC no se deben utilizar en los siguientes casos:

- (1) Cuando están sometidos al daño físico.
- (2) En lugares húmedos o mojados.
- (3) En los espacios vacíos de los bloques de mampostería o las paredes de losa, cuando dichas paredes están expuestas o sometidas a mojarse o humedad excesiva.
- (4) Cuando están expuestos a condiciones corrosivas.
- (5) Si están recubiertos de acabado de yeso sobre ladrillo u otra mampostería en lugares húmedos o mojados.

320-15. Instalación visible. Los tendidos visibles de cable, excepto lo que se especifica en 300-11(a), deben seguir muy de cerca la superficie del acabado del edificio o de los largueros. También se permitirá que los tendidos visibles se instalen en la cara inferior de las vigas cuando están sostenidos en cada viga y colocados de tal manera que no se vean sometidos al daño físico.

320-17. A través o paralelo a elementos estructurales. El cable tipo AC debe estar protegido de acuerdo con lo que se indica en 300-4(a), (c) y (d) cuando se instala a través de o paralelo a elementos estructurales.

320-23. En desvanes accesibles. Los cables tipo AC que se encuentran en desvanes o espacios bajo el techo accesibles, se deben instalar según se especifica en (a) y (b) siguientes.

a) Cables que se tienden a través de la parte superior de las vigas del piso. Cuando se instalen en desvanes o espacios accesibles entre tejado y techo, cruzando sobre las vigas del techo o sobre postes o travesaños a una distancia menor que 2.00 metros del techo o de las vigas de este, los cables deben protegerse por medio de tiras protectoras adecuadas que tengan al menos la altura del diámetro del cable. Cuando este espacio no sea accesible por medio de escaleras permanentes o portátiles, sólo se requiere protegerlos hasta una distancia de 1.80 metros a partir del borde más próximo del orificio de la escotilla o de la entrada al desván.

b) Cable instalado paralelo a elementos estructurales. Cuando el cable se instala paralelo a los lados de las columnas, los travesaños, los plafones o las vigas del piso, no se exigirán tirantes ni largueros de protección, y la instalación también debe cumplir con lo que se indica en 300-4(d).

320-24. Radio de curvatura. La curvatura en el cable tipo AC se debe hacer de manera que no se produzca daño al cable. El radio de la curva del borde interior de cualquier doblez no debe ser menor a cinco veces el diámetro del cable tipo AC.

320-30. Sujeción y soporte

a) Generalidades. El cable tipo AC se debe sostener y asegurar con grapas, amarres de cable, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios similares, diseñados e instalados de modo que no se cause daño al cable.

b) Sujeción. A menos que se permita algo diferente, el cable tipo AC se debe fijar a una distancia no mayor de 30 centímetros de cada caja de salida, caja de empalme, gabinete o accesorio, y a intervalos no mayores de 1.40 metros cuando se instalan sobre o a través de elementos estructurales.

c) Soporte. A menos que se permita algo diferente, el cable tipo AC debe estar sostenido a intervalos no mayores de 1.40 metros. Los tendidos horizontales de cable tipo AC instalados en elementos estructurales de madera o metal, o medios de soporte similares se deben considerar que están sostenidos, cuando dichos soportes están a intervalos que no exceden 1.40 metros.

d) Cables no sostenidos. Se permitirá que el cable tipo AC no esté sostenido ni soportado cuando cumpla con cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Si es tendido o alambrado entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.
- (2) No tiene más de 60 centímetros de longitud en las terminales en donde la flexibilidad es necesaria.
- (3) No tiene más de 1.80 metros de longitud desde el último punto de soporte del cable hasta el punto de conexión a una luminaria u otro equipo eléctrico, y el cable y el punto de conexión están dentro de un plafón accesible. Para los propósitos de esta sección, se permitirán accesorios del cable tipo AC como medios de soporte del cable.

320-40. Cajas y herrajes. En todos los puntos en donde termina la cubierta del cable tipo AC, se debe suministrar un accesorio para proteger los cables contra la abrasión, a menos que el diseño de las cajas de salida o de los accesorios sea tal que brinden una protección equivalente y, además, se debe proporcionar un pasacables aislante o su protección equivalente entre los conductores y la cubierta. El conector o la abrazadera con los que se fija el cable tipo AC a las cajas o los gabinetes, deben tener un diseño tal que permita que el pasacables aislante o su equivalente sean visibles para inspección.

Quando se cambie del cable tipo AC a otro cable o método de alambrado en canalización, se debe instalar una caja o accesorio en los puntos de empalme, según se exige en 300-15.

320-80. Ampacidad. La ampacidad se debe determinar de acuerdo con 310-15.

a) Aislamiento térmico. El cable armado instalado en aislamiento térmico del techo debe tener conductores con temperatura nominal de 90 °C. La ampacidad del cable instalado en estas aplicaciones no debe exceder a la de los conductores de 60 °C. Se permitirá usar el valor nominal de 90 °C para los cálculos de la corrección y ajuste de la ampacidad; sin embargo, la ampacidad no debe exceder la de los conductores de 60 °C.

b) Charola portacables. La ampacidad de un cable tipo AC instalado en una charola portacables se debe determinar de acuerdo con 392-80(a).

Parte C. Especificaciones de construcción

320-100. Construcción. El cable tipo AC debe tener una cubierta de cinta metálica flexible y debe tener una banda interna de unión, de cobre o aluminio en contacto estrecho con la cubierta en toda su longitud.

320-104. Conductores. Los conductores aislados deben ser del tipo indicado en la Tabla 310-104(a) o de aquellos identificados para uso en este cable. Además, los conductores deben tener una cubierta exterior de fibra resistente a la humedad y retardante de la flama. Para el tipo ACT, se deberá exigir una cubierta de fibra resistente a la humedad únicamente sobre los conductores individuales.

320-108. Conductor de puesta a tierra del equipo. El cable tipo AC debe suministrar una trayectoria adecuada para la corriente de falla, tal como se exige en 250-4(a)(5) o (b)(4) para comportarse como un conductor de puesta a tierra del equipo.

320-120. Marcado. El cable se debe marcar de acuerdo con lo que se especifica en 310-120, excepto que el tipo AC debe tener una identificación fácil del fabricante mediante marcas externas distintivas sobre la cubierta del cable en toda su longitud.

ARTÍCULO 322

ENSAMBLES DE CABLE PLANO TIPO FC

Parte A. Generalidades

322-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para los ensambles de cable plano tipo FC.

322-2. Definición.

Ensamblados de cable plano, tipo FC. Ensamblados de conductores paralelos formados integralmente con un tejido de material aislante, diseñados específicamente para instalación en campo en canalizaciones metálicas superficiales.

322-6. Aprobado de requerimientos. Tipo FC y accesorios asociados deben estar aprobados.

Parte B. Instalación

322-10. Usos permitidos. Los ensambles de cable plano sólo se permitirán en los siguientes casos:

- (1) Como circuitos derivados para alimentar dispositivos enchufables adecuados para iluminación, aparatos pequeños o cargas de potencias pequeñas. El valor nominal del circuito derivado no debe ser mayor de 30 amperes.
- (2) Cuando se usan para instalación visible.
- (3) En lugares en donde no estarán expuestos a daño físico. Cuando un ensamble de cable plano se instala a menos de 2.50 metros por encima del piso o plataforma fija de trabajo, se debe proteger mediante una cubierta identificada para tal uso.
- (4) En canalizaciones metálicas superficiales identificadas para dicho uso. La parte del canal del sistema de canalización metálica superficial debe estar totalmente instalada, antes de tender el ensamble de cable plano dentro de la canalización.

322-12. Usos no permitidos. Los ensambles de cable plano no se deben utilizar en los siguientes casos:

- (1) Cuando están expuestos a condiciones corrosivas, a menos que sean adecuados para la aplicación.
- (2) En cubos de elevadores, en elevadores o escaleras móviles.
- (3) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto que se permita específicamente por otros Artículos en esta NOM.
- (4) En exteriores o en lugares mojados o húmedos, a menos que estén identificados para ese uso.

322-30. Sujeción y soporte. Los ensambles de cable plano deben estar sostenidos por los medios especiales de diseño, dentro de las canalizaciones metálicas superficiales.

Las canalizaciones metálicas superficiales deben estar sostenidas tal como se exige para la canalización específica que se va a instalar.

322-40. Cajas y accesorios.

a) Terminaciones. Cada terminación de un ensamble de cable plano debe acabar en un dispositivo de casquillo terminal identificado para ese uso.

El accesorio para finalizar la canalización metálica superficial debe estar identificado para dicho uso.

b) Soporte colgante para luminarias. Los soportes colgantes para luminarias instaladas con los ensambles de cable plano deben estar identificados para este uso.

c) Accesorios. Los accesorios que se van a instalar con los ensambles de cable plano deben estar diseñados e instalados para prevenir daño físico a los ensambles de cable.

d) Extensiones. Todas las extensiones desde ensambles de cable plano se deben hacer con métodos de alambrado aprobados, dentro de cajas de empalme, instaladas en cualquiera de los extremos de los tendidos de los ensambles de cable plano.

322-56. Empalmes y derivaciones.

a) Empalmes. Los empalmes se deben hacer en cajas de empalme aprobadas.

b) Derivaciones. Las derivaciones se deben hacer entre cualquier conductor de fase y el conductor puesto a tierra o cualquier otro conductor de fase, por medio de dispositivos y accesorios identificados para dicho uso. Los dispositivos de derivación deben tener un valor nominal no menor de 15 amperes o más de 300 volts a tierra, y deben estar codificados por color de acuerdo con los requisitos de 322-120(c).

Parte C. Especificaciones de construcción

322-100. Construcción. Los ensambles de cable plano serán de dos, tres, cuatro o cinco conductores.

322-104. Conductores. Los ensambles de cable plano deben tener conductores de 5.26 mm² (10 AWG) de alambres de cobre con trenzado especial.

322-112. Aislamiento. La totalidad del ensamble de cable plano debe estar conformado de manera que proporcione una cobertura aislante adecuada a todos los conductores y utilizar uno de los materiales reconocidos en la Tabla 310-104(a) para alambrado general de circuitos derivados.

322-120. Marcado.

a) Temperatura nominal. Además de las disposiciones de 310-120, el cable tipo FC debe tener la temperatura nominal marcada de manera permanente sobre la superficie, a intervalos no mayores de 60 centímetros.

b) Identificación del conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra debe estar identificado en toda su longitud por medio de una marca blanca o gris distintiva y durable.

NOTA: El color gris puede haber sido utilizado en el pasado para un conductor de fase. Se recomienda tener precaución al trabajar en sistemas existentes.

c) Identificación en los bloques de terminales. Los bloques de terminales identificados para tal uso deben tener marcas distintivas y durables por código de color o de palabras. La sección para el conductor puesto a tierra debe tener una marca blanca u otra designación adecuada. La siguiente sección adyacente en el bloque de terminales debe tener una marca negra u otra designación adecuada. La sección que sigue debe tener una marca roja u otra designación adecuada. La sección final o exterior, opuesta a la sección del conductor puesto a tierra, debe tener una marca azul u otra designación adecuada.

ARTÍCULO 324

CABLE DE CONDUCTOR PLANO TIPO FCC

Parte A. Generalidades

324-1. Alcance. Este Artículo trata de los sistemas de alambrado instalados en campo para circuitos derivados con cables tipo FCC y sus accesorios asociados, tal como se define en este Artículo. El sistema de alambrado está diseñado para instalación debajo de cuadros de alfombras.

324-2. Definiciones.

Blindaje inferior. Capa protectora que se instala entre el piso y el cable de conductor plano tipo FCC, para proteger el cable contra daño físico, y puede o no estar incorporado como parte integral del cable.

Blindaje superior. Blindaje metálico puesto a tierra que cubre los componentes del sistema FCC que se encuentran debajo de la alfombra con el propósito de brindar protección contra daño físico.

Cable tipo FCC. Tres o más conductores planos de cobre colocados borde con borde, y separados cubiertos por un ensamble aislante.

Conector del cable. Conector diseñado para unir cables tipo FCC sin utilizar cajas de empalme.

Conexiones de placas metálicas. Medios de conexión diseñados para conectar eléctrica y mecánicamente una placa metálica a otra placa metálica, al alojamiento de un contacto, a un dispositivo autocontenido o a un ensamble de transición.

Ensamble de transición. Ensamble para facilitar la conexión del sistema FCC a otros sistemas de alambrado, que incorpora (1) un medio de interconexión eléctrica y (2) una cubierta o caja adecuada para proporcionar seguridad eléctrica y protección contra daño físico.

Sistema FCC. Sistema de alambrado completo para circuitos derivados, que está diseñado para su instalación debajo de cuadros de alfombras. El sistema FCC incluye el cable tipo FCC y el blindaje asociado, conectores, terminales, adaptadores, cajas y contactos.

NOTA: El sistema FCC incluye en el cable tipo FCC y el blindaje asociado, conectores terminales, adaptadores, cajas y contactos.

Terminal aislante. Aislador diseñado para aislar eléctricamente el extremo final de un cable tipo FCC.

324-6 Requisitos de aprobación. El cable tipo FCC y los accesorios asociados deben estar aprobados.

Parte B. Instalación

324-10. Usos permitidos.

a) Circuitos derivados. Se permitirá la utilización de sistemas FCC para circuitos derivados de uso general, circuitos derivados para aparatos y circuitos derivados individuales.

b) Valores nominales del circuito derivado

1) Tensión. La tensión entre los conductores de fase no debe ser mayor de 300 volts. La tensión entre los conductores de fase y el conductor puesto a tierra no debe ser mayor de 150 volts.

2) Corriente. Los circuitos de uso general y los circuitos derivados para aparatos deben tener valor nominal no mayor de 20 amperes. Los circuitos derivados individuales deben tener un valor nominal no mayor de 30 amperes.

c) Pisos. Se permitirá el uso de sistemas FCC en pisos con superficies duras, sólidas, lisas y continuas de concreto, cerámica o sistemas compuestos para pisos, madera y materiales similares.

d) Paredes. Se permitirá el uso de sistemas FCC en las superficies de la pared en canalizaciones metálicas superficiales.

e) Lugares húmedos. Se permitirá el uso de sistemas FCC en lugares húmedos.

f) Pisos con calefacción. Los materiales utilizados en pisos con calefacción a más de 30 °C deben estar identificados como adecuados para uso a estas temperaturas.

g) Altura del sistema. Cualquier parte de un sistema FCC con una altura sobre el nivel del piso que supere 2.30 milímetros debe estar ahusada o biselada en los bordes hasta el nivel del piso.

324-12. Usos no permitidos. Los sistemas FCC no se deben utilizar en los siguientes lugares:

- (1) En exteriores o en lugares mojados.
- (2) Cuando están sometidos a vapores corrosivos.
- (3) En cualquier lugar peligroso (clasificado).
- (4) En edificios residenciales.
- (5) En edificios de hospitales y escuelas, diferentes a las áreas administrativas.

324-18. Cruzamientos. No se permitirán cruzamientos de más de dos tendidos de cable tipo FCC en ningún punto. Se permitirán los cruzamientos de un cable tipo FCC por encima o por debajo de un cable plano de señalización o de telecomunicaciones.

En cada caso, una capa puesta a tierra de la cubierta metálica debe separar los dos cables, y no se permitirán cruzamientos de más de dos cables planos en ningún punto.

324-30. Sujeción y soporte. Todos los componentes del sistema FCC deben estar anclados firmemente al piso o a la pared, utilizando un adhesivo o un sistema de anclaje mecánico identificado para este uso. Los pisos se deben preparar con el fin de garantizar la adherencia del sistema FCC al piso hasta que se coloquen los cuadros de alfombra.

324-40. Cajas y accesorios.

a) Conexiones del cable y terminales aislantes. Todas las conexiones del cable tipo FCC deben utilizar conectores identificados para ese propósito, instalados de tal forma que se proporcione continuidad eléctrica, aislamiento y sellado contra la humedad y los derrames de líquidos. Todos los extremos de cable desnudo deben estar aislados y sellados contra la humedad y los derrames de líquidos, por medio de terminales aislantes aprobadas.

b) Polarización de las conexiones. Todos los contactos y las conexiones se deben construir e instalar de forma que se mantenga la polarización adecuada del sistema.

c) Blindajes

1) Blindaje superior. Se debe instalar una cubierta metálica en la parte superior, por encima de todos los cables tipo FCC, conectores y terminales aislantes montados en el piso. El blindaje superior debe cubrir por completo todos los tendidos, esquinas, conectores y extremos del cable.

2) Blindaje inferior. Se debe instalar un blindaje inferior por debajo de todos los cables tipo FCC, conectores y terminales aislantes.

d) Conexión a otros sistemas. La alimentación de fuerza, la conexión de puesta a tierra y la conexión del sistema de blindaje entre el sistema FCC y otros sistemas de alambrado se debe hacer en un ensamble de transición identificado para tal uso.

e) Conectores de la cubierta metálica. La cubierta metálica debe estar conectada entre sí y a las cajas, los alojamientos de los contactos, los dispositivos autocontenidos y los ensambles de transición por medio de conectores de la cubierta metálica.

324-41. Cubiertas del piso. El cable tipo FCC, los conectores del cable y las terminales aislantes deben estar cubiertos con cuadros de alfombra con tamaño máximo de 1.0 m de lado. Los cuadros de alfombra que van adheridos ya deben tener el adhesivo necesario.

324-42. Dispositivos.

a) Contactos. Todos los contactos, sus alojamientos y los dispositivos autocontenidos utilizados con el sistema FCC deben estar identificados para este uso y se deben conectar al cable tipo FCC y a los blindajes metálicos. La conexión de cualquier conductor de puesta a tierra del cable tipo FCC se debe hacer al sistema de blindaje en cada contacto.

b) Contactos y alojamientos. Se permitirá, con el sistema FCC, el uso de los alojamientos de los contactos y de los dispositivos autocontenidos, diseñados para montaje en el piso o para montaje dentro de la pared o sobre ella. Los alojamientos de los contactos y los dispositivos autocontenidos deben tener medios para facilitar la entrada y la terminación del cable FCC y para conectar eléctricamente el alojamiento o el dispositivo con la cubierta metálica. Los contactos y los dispositivos autocontenidos deben cumplir con lo que se estipula en 406-4. Se permitirá instalar en un alojamiento común, las salidas de fuerza y de comunicaciones, según la Excepción 2 de 800-133(a)(1).

324-56. Empalmes y derivaciones.

a) Modificaciones en los sistemas FCC. Se permitirán modificaciones en los sistemas FCC. Se deben utilizar conectores de cable nuevos en los puntos de conexión nuevos para hacer las modificaciones. Se permitirá dejar tendidos de cables no utilizados y los conectores de cable asociados en el lugar y energizados. Todos los extremos del cable deben estar cubiertos con terminales aislantes.

b) Ensamblajes de transición. Todos los ensambles de transición deben estar identificados para su uso. Cada ensamble debe tener medios que faciliten la entrada del cable tipo FCC dentro del ensamble, para conectar el cable tipo FCC a los conductores puestos a tierra, y para la conexión eléctrica del ensamble a los blindajes metálicos del cable y a los conductores de puesta a tierra del equipo.

324-60. Puesta a tierra. Todos los blindajes metálicos, cajas, alojamientos de contactos y dispositivos autocontenidos deben ser eléctricamente continuos hasta el conductor de puesta a tierra del equipo del circuito derivado alimentador. Todas estas conexiones eléctricas se deben hacer con conectores identificados para este propósito. La resistividad eléctrica de este sistema de blindaje no debe ser mayor a la de un conductor del cable tipo FCC usado en la instalación.

Parte C. Especificaciones de construcción**324-100. Construcción.**

a) Cable tipo FCC. El cable tipo FCC debe estar aprobado para su uso con el sistema FCC y debe constar de tres, cuatro o cinco conductores planos de cobre, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra del equipo.

b) Blindaje.

1) Materiales y dimensiones. Todos los blindajes superiores e inferiores deben ser de diseño y de materiales identificados para tal propósito. Los blindajes superiores deben ser metálicos. Se permitirán materiales tanto metálicos como no metálicos para los blindajes inferiores.

2) Resistividad. Los blindajes metálicos deben tener áreas de sección transversal que aseguren una resistividad eléctrica no superior a la de un conductor del cable tipo FCC usado en la instalación.

324-101. Resistencia a la corrosión. Los componentes metálicos del sistema deben ser resistentes a la corrosión, estar recubiertos con materiales resistentes a la corrosión o aislados del contacto con sustancias corrosivas.

324-112. Aislamiento. El material aislante del cable debe ser resistente a la humedad y retardante de flama. Todos los materiales aislantes en los sistemas FCC deben estar identificados para tal uso.

324-120. Marcado.

a) Marcado del cable. El cable tipo FCC debe estar marcado claramente y de forma durable en ambos lados, a intervalos no mayores de 60 centímetros, con la información exigida en 310-120 (a) y con la siguiente información adicional:

- (1) Material de los conductores.
- (2) Temperatura nominal máxima.
- (3) Ampacidad.

b) Identificación del conductor. Los conductores deben estar marcados en forma clara y durable en ambos lados y en toda su longitud, tal como se especifica en 310-110.

ARTÍCULO 326**CABLE CON SEPARADOR INTEGRADO DE GAS TIPO IGS****Parte A. Generalidades**

326-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para cables con separador integrado de gas tipo IGS.

326-2. Definición.

Cable con separador integrado de gas tipo IGS. Ensamble de fábrica de uno o más conductores, cada uno aislado individualmente y encerrado en un tubo conduit flexible no metálico de ajuste con holgura, como un cable con separador integrado de gas con tensión nominal de 0 hasta 600 volts.

Parte B. Instalación

326-10. Usos permitidos. Se permitirá el cable tipo IGS para uso subterráneo, incluso directamente enterrado, de la siguiente manera:

- (1) Conductores de la acometida.
- (2) Conductores del alimentador o del circuito derivado.
- (3) Conductores de acometida subterránea.

326-12. Usos no permitidos. El cable tipo IGS no se debe usar como alambrado interior ni estar visible en contacto con edificios.

326-24. Radio de curvatura. Cuando el tubo conduit no metálico enrollable y los cables son doblados para su instalación, o se tengan que doblar o flexionar durante el transporte o instalación, el radio de curvatura medido en el interior de la curva no debe ser menor al especificado en la Tabla 326-24.

Tabla 326-24.- Radio mínimo de curvatura

Tamaño o designación del conduit		Radio mínimo
Designación métrica	Tamaño comercial	cm
53	2	60
78	3	90
103	4	115

326-26. Doblecés. Un tramo de cable de tipo IGS entre dos cajas de paso o terminaciones, no debe tener más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total), incluidos los dobleces situados inmediatamente a la entrada o salida de la caja de paso o terminación.

326-40. Accesorios. Las terminales y empalmes de los cables de tipo IGS se deben identificar como del tipo adecuado para mantener la presión del gas dentro del conduit. Cada tramo de cable y tubo conduit debe tener una válvula y una tapa para comprobar la presión del gas o inyectar gas dentro del conduit.

Tabla 326-80.- Ampacidad de los cables tipo IGS

mm ²	Tamaño o designación (kcmil)	Amperes	mm ²	Tamaño o designación (kcmil)	Amperes
127	250	119	1267	2500	376
253	500	168	1520	3000	412
380	750	206	1647	3250	429
507	1000	238	1773	3500	445
633	1250	266	1900	3750	461
760	1500	292	2027	4000	476
887	1750	315	2154	4250	491
1013	2000	336	2280	4500	505
1140	2250	357	2407	4750	519

326-80. Ampacidad. La ampacidad del cable tipo IGS no debe superar los valores que se presentan en la Tabla 326-80.

Parte C. Especificaciones de construcción

326-104. Conductores. Los conductores deben ser barras sólidas de aluminio en paralelo, compuestos de 1 a 19 barras de 1.27 centímetros de diámetro. El tamaño mínimo de los conductores debe ser 127 mm² (250 kcmil) y el máximo 2407 mm² (4750 kcmil).

326-112. Aislamiento. El aislamiento debe ser cinta de papel kraft seco y gas de hexafluoruro de azufre (SF₆) a presión, ambos aprobados para uso eléctrico. La presión nominal del gas debe ser de 138 kPa manométrica (20 libras por pulgada cuadrada manométricas). El espesor del separador de papel debe ser el que se especifica en la Tabla 326-112.

Tabla 326-112.- Espesor del papel separador

mm ²	Tamaño o designación (kcmil)	Espesor milímetros
127 – 507	250 - 1000	1.02
633 - 2407	1250 - 4750	1.52

326-116. Tubo conduit. El tubo conduit debe ser de polietileno de media densidad, identificado como adecuado para usarse en una tubería para gas natural de diámetro nominal con designación métrica de 53, 78 o 103 (tamaño comercial 2, 3 o 4). Las dimensiones para el porcentaje de ocupación del tubo conduit se presentan en la Tabla 326-116.

El tamaño del tubo conduit permitido para cada tamaño del conductor se debe calcular para un porcentaje de ocupación que no exceda los valores de la Tabla 1 del Capítulo 10.

Tabla 326-116.- Dimensiones del conduit

Tamaño del conduit		Diámetro exterior real	Diámetro interior real
Designación métrica	Tamaño comercial	centímetros	
53	2	6	5
78	3	9	7.3
103	4	11.5	9.5

326-120. Marcado. El cable se debe marcar de acuerdo con 310-120(a), (b)(1) y(d).

ARTÍCULO 328

CABLE DE MEDIA TENSIÓN

Parte A. Generalidades

328-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción del cable de media tensión.

328-2. Definición.

Cable de media tensión. Cable individual o multiconductor, con aislamiento dieléctrico sólido, para tensiones de 2001 volts o más.

328-6. Requisitos de aprobación. Los cables Tipo MT y sus accesorios asociados deben estar aprobados.

Parte B. Instalación

328-10. Usos permitidos. Se permitirá usar los cables de media tensión en instalaciones hasta de 35 000 volts en los siguientes lugares:

- (1) En lugares secos o mojados
- (2) En canalizaciones
- (3) En charolas portacables, cuando están identificadas para tal uso, como lo especifican 392-10, 392-20(b), (c), y (d), 392-22(c), 392-30(b)(1), 392-46, 392-56, y 392-60. Se permitirá que el cable de media tensión que tiene cubierta metálica o armadura exterior, que también cumple con los requisitos para el cable tipo MC, y que está identificado como cable de "Media tensión" o "MC", se instale en charolas portacables de acuerdo con 392-10(b)(2).
- (4) Directamente enterrado, de acuerdo con 300-50.
- (5) En alambrados sostenidos por cable mensajero, según la Parte B del Artículo 396.
- (6) En tramos expuestos, de acuerdo con 300-37. Se permitirá que se instale el cable de media tensión que tiene cubierta metálica o blindaje exterior, que cumple con los requisitos para el cable tipo MC, y que está identificado como "Cable de media tensión" o "MC", en tramos expuestos de cable con cubierta metálica de acuerdo con 300-37.

NOTA: El listado de "usos permitidos" no incluye todos los usos.

328-12. Usos no permitidos. No se permitirá usar los cables de media tensión cuando estén expuestos a la luz directa del sol, a menos que estén identificados para tal uso.

328-14. Instalación. El cable de media tensión se debe instalar, terminar y probar por personal calificado.

328-30. Soporte. El cable Tipo MT que termina en un equipo o instalados en registros de paso o bóvedas deberán estar asegurados y soportados por soportes metálicos o no metálicos adecuados para soportar el peso mediante abrazaderas de cables e identificados para sujeción y soporte, u otros medios aprobados, a intervalos que no excedan 1.5 m de las terminaciones o un máximo de 1.8 m entre soportes.

328-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables de media tensión se debe determinar según lo establecido en 310-60. La ampacidad de los cables de media tensión instalados en charolas portacables se debe determinar según lo establecido en 392-80(b).

Parte C. Especificaciones de construcción

328-100. Construcción. Los cables de media tensión deben tener conductores de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre y deben cumplir lo establecido en la Tabla 310-104(c), la Tabla 310-104(d) o en la 310-104(e).

328-120. Marcado. Los cables de media tensión deben estar marcados como exige 310-120.

ARTÍCULO 330**CABLE CON ARMADURA METÁLICA TIPO MC****Parte A. Generalidades**

330-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción del cable con armadura metálica tipo MC.

330-2. Definición.

Cable con armadura metálica tipo MC. Ensamble hecho en fábrica de uno o más conductores aislados, con o sin elementos de fibra óptica, encerrados en una armadura de cinta metálica entrelazada o en una cubierta metálica lisa o corrugada.

330-6. Requisitos de aprobación. Los cables Tipo MC deben estar aprobados. Los accesorios usados para conectar los cables Tipo MC a las cajas, gabinetes u otros equipos deben estar aprobados e identificados para el uso.

Parte B. Instalación**330-10. Usos permitidos.**

a) Usos generales. Se permitirá utilizar cables de tipo MC en los siguientes casos:

- (1) Para acometidas, alimentadores y circuitos derivados.
- (2) Para circuitos de fuerza, alumbrado, control y señales.
- (3) En interiores y exteriores.
- (4) expuestos u ocultos.
- (5) Directamente enterrados, cuando estén identificados para ese uso.
- (6) En charolas portacables, cuando estén identificados para ese uso.
- (7) En cualquier canalización.
- (8) Como cable aéreo suspendido de un cable mensajero.
- (9) En lugares peligrosos (clasificados), cuando específicamente se permita por otros Artículos en esta NOM.
- (10) En lugares mojados cuando se provea una cubierta resistente a la corrosión sobre la cubierta metálica y se cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:
 - a. Que la cubierta metálica sea impermeable a la humedad.
 - b. Que debajo de la cubierta metálica tenga una cubierta impermeable a la humedad.
 - c. Que los conductores aislados bajo la cubierta metálica estén aprobados para uso en lugares mojados y que sobre la cubierta metálica lleve una cubierta resistente a la corrosión.
- (11) Cuando se utilizan cables de un solo conductor, todos los conductores de fase y, cuando se usa, el conductor puesto a tierra, se deben agrupar con el fin de minimizar la tensión inducida sobre el forro.

b) Usos específicos. Se permitirá la instalación del cable tipo MC según lo estipulado en las partes B y C del Artículo 725 y del 770-133, según se apliquen, y de acuerdo con 330-10(b)(1) hasta (b)(4).

1) Charolas portacables. El cable tipo MC instalado en charolas portacables debe cumplir con 392-10, 392-12, 392-18, 392-20, 392-22, 392-30, 392-46, 392-56, 392-60(c) y 392-80.

2) Directamente enterrado. El cable directamente enterrado debe cumplir con 300-5 o 300-50, según corresponda.

3) Instalado como cable de acometida. Se permitirá instalar el cable tipo MC como cable de acometida de acuerdo con 230-43.

4) Instalado en el exterior de edificios o estructuras, o como cable aéreo. El cable tipo MC instalado en el exterior de edificios o estructuras o como cable aéreo debe cumplir con lo especificado en 225-10, 396-10 y 396-12.

NOTA: El listado de “usos permitidos” no incluye todos los usos.

330-12. Usos no permitidos. Los cables de tipo MC no se deben usar bajo ninguna de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando estén sometidos a daño físico.
- (2) Cuando estén expuestos a alguna de las condiciones corrosivas destructivas que se indican en (a) o (b), a menos que la cubierta metálica o la armadura sean resistentes a las condiciones o estén protegidos con material resistente a las condiciones:
 - a. Directamente enterrados en la tierra o embebidos en concreto, a menos que estén identificados para ser enterrados directamente.
 - b. Cuando estén expuestos a relleno de ceniza, cloruros fuertes, álcalis cáusticos o vapores de cloro o de ácido clorhídrico.

330-15. Instalaciones expuestas. Los tendidos de cables expuestos, excepto las que se indican en el punto 300-11 (a), deberán seguir de cerca la superficie del acabado del edificio o de los estribos. También se permite instalar los tendidos expuestos en la parte inferior de las vigas donde se soporten en cada viga y situados de manera que no se sometan a daño físico.

330-17. A través o paralelo a elementos estructurales. El cable tipo MC debe estar protegido según 300-4(a), (c) y (d) cuando se instala a través o paralelo a elementos estructurales.

330-23. En áticos accesibles. La instalación de cables de tipo MC en desvanes o espacios bajo el techo accesibles, debe cumplir lo establecido en 320-23.

330-24. Radio de curvatura. Todos los dobleces en el cable tipo MC deben hacerse de manera que el cable no sufra daños. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva no debe ser menor a lo indicado en (a) hasta (c) siguientes.

a) Forro liso.

- (1) Diez veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el diámetro exterior del cable no sea mayor de 1.90 centímetros.
- (2) Doce veces el diámetro exterior de la cubierta metálica cuando el diámetro exterior del cable sea mayor de 1.90 centímetros hasta de 3.80 centímetros.
- (3) Quince veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el diámetro exterior del cable sea mayor de 3.80 centímetros.

b) Armadura de tipo entrelazado o forro corrugado. Siete veces el diámetro exterior de la cubierta metálica.

c) Conductores blindados. Doce veces el diámetro exterior de uno de los conductores individuales, o siete veces el diámetro exterior del cable multiconductor, de estos valores el mayor.

330-30. Sujeción y soporte.

a) Generalidades. El cable tipo MC se debe sostener y sujetar con grapas, amarres para cable, abrazaderas aprobadas e identificadas para asegurar y soportar, soportes colgantes o accesorios similares, u otros medios aprobados, diseñados e instalados de modo que no se cause daño al cable.

b) Sujeción. A menos que se disponga algo diferente, los cables se deben fijar a intervalos no mayores de 1.80 metros. Los cables que tengan cuatro o menos conductores con tamaño no superior al 5.26 mm² (10 AWG) se deben sujetar a una distancia no mayor de 30 centímetros de cada caja, gabinete, accesorio u otra terminación del cable. En instalaciones verticales, debe permitirse que los cables con conductores de fase de 250 kcmil y mayores se sujeten a intervalos que no excedan de 3 m.

c) Soporte. A menos que se disponga algo diferente, los cables deben estar sostenidos en intervalos no mayores de 1.80 metros.

Los tendidos horizontales de cable tipo MC instalados en elementos estructurales de madera o metal, o medios de soporte similares se deben considerar como sostenidos y asegurados cuando dicho soporte está a intervalos que no exceden 1.80 metros.

d) Cables no soportados. Se permitirá que el cable tipo MC no esté soportado cuando cumpla con una de las siguientes condiciones:

- (1) Si el cable está tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.

- (2) No tiene más de 1.80 metros de longitud desde el último punto de soporte del cable hasta el punto de conexión a una luminaria u otro equipo eléctrico, y el cable y el punto de conexión están dentro de un plafón accesible. Para los propósitos de esta sección, se permitirán accesorios del cable tipo MC como medios de soporte del cable.
- (3) Es de tipo MC del tipo de armadura enclavada en tramos que no excedan de 900 mm desde el último punto donde está sujetado de manera segura y se usa para conectar equipos donde la flexibilidad es necesaria para minimizar la transmisión de la vibración desde el equipo o de suministrar flexibilidad para equipos que requieran ser movidos con posterioridad a su instalación.

330-31. Conductores individuales. Cuando se utilizan cables de un solo conductor con armadura o forro no ferroso, la instalación debe cumplir con lo establecido en 300-20.

330-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables de tipo MC se debe determinar según 310-15 o 310-60 para conductores de 2.08 mm² (14 AWG) y más grandes, y según la Tabla 402-5 para conductores del 0.823 mm² (18 AWG) y el 1.31 mm² (16 AWG). La instalación no debe exceder la temperatura nominal de las terminales y del equipo.

a) Cable tipo MC instalado en charolas portacables. La ampacidad del cable tipo MC instalado en charolas portacables se debe determinar según 392-80.

b) Conductores tipo MC individuales agrupados. Cuando se agrupan conductores tipo MC individuales en una configuración triangular o cuadrada y se instalan en un cable mensajero o visibles, conservando un espacio de aire libre de no menos de 2.15 veces el diámetro del conductor más grande dentro de la configuración (2.15 x diámetro exterior), y las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los conductores no debe exceder la ampacidad permisible en las siguientes tablas:

- (1) Tabla 310-15(b)(20) para conductores de tensión nominal de 0 hasta 2000 volts.
- (2) Tabla 310-60(c)(67) y Tabla 310-60(c)(68) para conductores con tensión nominal de más de 2000 volts.

Parte C. Especificaciones de construcción

330-104. Conductores. Los conductores deben ser de cobre, aluminio, aluminio recubierto de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel, sólidos o trenzados. El tamaño mínimo de los conductores debe ser 0.823 mm² (18 AWG) si es de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel o 13.3 mm² (6 AWG) si es de aluminio o de aluminio recubierto de cobre.

330-108. Conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el cable tipo MC se usa para proporcionar un conductor de puesta a tierra del equipo, debe cumplir con lo establecido en 250-118(10) y 250-122.

330-112. Aislamiento. Los conductores aislados deben cumplir con lo establecido en (a) o (b) siguientes.

a) 1000 volts o menos. Los conductores aislados de tamaños 0.823 mm² (18 AWG) y 1.31 mm² (16 AWG) deben ser de alguno de los tipos presentados en la Tabla 402-3, con temperatura máxima de operación no menor a 90 °C y según lo que permite 725-49. Los conductores de tamaño superior a 1.31 mm² (16 AWG) deben ser de alguno de los tipos presentados en la Tabla 310-104(a), o de un tipo identificado para uso en cables de tipo MC.

b) Más de 1000 volts. Los conductores aislados deben ser de uno de los tipos presentados en las Tablas 310-104(c) hasta 310-104(e).

330-116. Forro. El recubrimiento metálico debe ser de uno de los siguientes tipos: cubierta metálica lisa, cubierta metálica corrugada o armadura de cinta metálica entrelazada. La cubierta metálica debe ser continua y de ajuste estrecho. Se debe usar un forro o armadura no magnética en un conductor individual tipo MC. Se permitirá el uso de protección suplementaria en forma de una cubierta externa de material resistente a la corrosión, que debe ser obligatoria cuando dicha protección sea necesaria. El forro no se debe usar como un conductor portador de corriente.

NOTA: Véase 300-6 con relación a la protección contra la corrosión.

ARTÍCULO 332

CABLE CON AISLAMIENTO MINERAL Y CUBIERTA METÁLICA TIPO MI

Parte A. Generalidades

332-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción del cable con aislamiento mineral y cubierta metálica tipo MI.

332-2. Definición.

Cable con aislamiento mineral y cubierta metálica tipo MI. Cable ensamblado en fábrica, de uno o más conductores aislados con un aislante mineral refractario altamente comprimido y encerrado en un forro continuo de cobre o de aleación de acero, hermético a los líquidos y a los gases.

332-6. Requisitos de aprobación. El cable Tipo MI y sus accesorios asociados deberán estar aprobados.

Parte B. Instalación

332-10. Usos permitidos. Se permitirá usar los cables de tipo MI en:

- (1) Para acometidas, circuitos alimentadores y circuitos derivados.
- (2) Para circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización.
- (3) En lugares secos, mojados o continuamente húmedos.
- (4) En interiores o exteriores.
- (5) Ocultos o visibles.
- (6) Recubiertos de mezcla, concreto, tierra u otro material de mampostería, sobre o debajo del suelo.
- (7) En lugares peligrosos (clasificados), cuando específicamente se permita por otros Artículos en esta NOM.
- (8) Expuestos a aceite y gasolina.
- (9) Expuestos a condiciones corrosivas que no deterioren su forro.
- (10) En tramos subterráneos, si están protegidos adecuadamente contra daños físicos y condiciones corrosivas.
- (11) Dentro o fijos a charolas portacables.

NOTA: El listado de “usos permitidos” no incluye todos los usos.

332-12. Usos no permitidos. Los cables tipo MI no se deben usar bajo las siguientes condiciones ni en los siguientes lugares:

- (1) En tramos subterráneos, a menos que estén protegidos contra el daño físico, cuando sea necesario.
- (2) Cuando estén expuestos a condiciones corrosivas y destructivas para la cubierta metálica, a menos que tengan protección adicional.

332-17. A través o paralelo a elementos estructurales. Los cables de tipo MI deben estar protegidos de acuerdo con 300-4, cuando se instalen a través o paralelos a elementos estructurales.

332-24. Radio de curvatura. Los dobleces en el cable tipo MI deben hacerse de manera que el cable no sufra daños. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva no debe ser menor a lo indicado a continuación:

- (1) Cinco veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el diámetro exterior del cable no sea mayor que 1.90 centímetros.
- (2) Diez veces el diámetro exterior de la cubierta metálica cuando el diámetro exterior del cable sea mayor de 1.90 centímetros, pero no más de 2.50 centímetros.

332-30. Sujeción y soporte. El cable tipo MI se debe sostener y sujetar con grapas, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios similares, diseñados e instalados de modo que no dañen al cable, a intervalos no mayores de 1.80 metros.

a) Tramos horizontales a través de orificios y muescas. En tramos que no sean verticales, se considerará que los cables instalados de acuerdo con 300-4 están sostenidos y sujetos cuando tales soportes estén a intervalos no mayores de 1.80 metros.

b) Cables sin soporte. Se permitirá que el cable tipo MI no tenga soporte cuando el cable esté tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.

c) Charolas portacables. Todos los cables tipo MI instalados en charolas portacables deben cumplir con lo que se estipula en 392-30(a).

332-31. Conductores individuales. Cuando se usen cables de un solo conductor, todos los conductores de fase y el conductor del neutro, cuando exista, se deben agrupar para reducir al mínimo la tensión inducida en el forro.

332-40. Cajas y accesorios.

a) Accesorios. Los accesorios utilizados para conectar los cables de tipo MI a las cajas, gabinetes u otros equipos deben estar identificados para ese uso.

b) Sellos de los extremos. En donde terminan los cables tipo MI, se debe aplicar un sello inmediatamente después de retirar el revestimiento, para prevenir la entrada de humedad en el aislamiento. Los conductores que sobresalgan del forro se deben aislar individualmente con un material aislante.

332-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables de tipo MI se debe determinar de acuerdo con 310-15. La temperatura del conductor en el accesorio del extremo sellado no debe exceder el valor nominal de temperatura del accesorio aprobado de extremo sellado, y la instalación no debe exceder la temperatura nominal de las terminales y del equipo.

a) Cable tipo MI instalado en charolas portables. La ampacidad del cable tipo MI instalado en charolas portables se debe determinar de acuerdo con 392-80(a).

b) Conductores tipo MI individuales agrupados. Cuando se agrupan conductores tipo MI individuales en una configuración triangular o cuadrada, tal como se exige en 332-31, y se instalan en un cable mensajero o visibles, conservando un espacio de aire libre de no menos de 2.15 veces el diámetro del conductor más grande dentro de la configuración (2.15 x diámetro exterior), y las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los conductores no debe exceder la ampacidad permisible que se indica en la Tabla 310-15(b)(17).

Parte C. Especificaciones de construcción

332-104. Conductores. Los conductores de los cables de tipo MI deben ser de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel, sólidos, con una resistencia correspondiente a los tamaños estándar AWG y kcmil.

332-108. Conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el forro exterior es de cobre, éste debe suministrar una trayectoria adecuada que sirva como conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el forro exterior es de acero, se debe proporcionar un conductor de puesta a tierra independiente.

332-112. Aislamiento. El aislamiento de los conductores de los cables de tipo MI debe ser un mineral refractario altamente comprimido que ofrezca espacio suficiente para todos los conductores.

332-116. Forro. El forro exterior debe ser de construcción continua, de modo que ofrezca protección mecánica y sello contra la humedad.

ARTÍCULO 334

CABLE CON FORRO NO METÁLICO TIPOS NM, NMC Y NMS

Parte A. Generalidades

334-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción de los cables con forro no metálico.

334-2. Definiciones.

Cable con forro no metálico. Ensamble montado en fábrica de dos o más conductores aislados y encerrados dentro de una cubierta exterior no metálica.

Tipo NM. Conductores aislados encerrados dentro de una cubierta exterior no metálica.

Tipo NMC. Conductores aislados encerrados dentro de una cubierta exterior no metálica, resistente a la corrosión.

Tipo NMS. Conductores aislados de control o de fuerza con conductores de señalización, datos y comunicaciones dentro de una cubierta exterior no metálica.

334-6. Aprobados. Los cables de los tipos NM, NMC y NMS y sus accesorios asociados deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

334-10. Usos permitidos. Se permitirá usar los cables de tipo NM, NMC y NMS en los siguientes casos, excepto los usos no permitidos en la sección 334-12:

- (1) Viviendas unifamiliares y bifamiliares y sus garajes juntos o separados, y sus edificios de almacenamiento
- (2) Viviendas multifamiliares de los tipos de construcción III, IV y V.
- (3) Otras estructuras de los tipos de construcción III, IV y V. Los cables deben estar ocultos dentro de paredes, pisos o plafones que proporcionen una barrera térmica, de un material con una resistencia nominal al fuego mínima de 15 minutos.
- (4) Charolas portacables en estructuras de los tipos III, IV o V, si el cable está identificado para ese uso.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-15(a)(3).

- (5) Los tipos de construcción I y II cuando se instalen dentro de canalizaciones aprobadas para los tipos de construcción I y II.

a) Tipo NM. Se permitirá usar cables de tipo NM como sigue:

- (1) Para instalaciones tanto visibles como ocultas en lugares normalmente secos, excepto lo prohibido en 334-10(3).
- (2) Ser instalados o jalados con una guía en los espacios de aire en los bloques de mampostería o las paredes de azulejo.

b) Tipo NMC. Se permitirá instalar cables de tipo NMC como sigue:

- (1) Para instalaciones tanto visibles como ocultas en lugares secos, húmedos, mojados o corrosivos, excepto lo prohibido en 334-10(3).
- (2) En el interior y el exterior de paredes de bloque de ladrillo o azulejo.
- (3) Ranuras poco profundas en ladrillo, concreto o adobe y protegidas contra clavos o tornillos por una lámina de acero de un espesor mínimo de 1.6 milímetros y recubiertas con yeso, adobe o un acabado similar.

c) Tipo NMS. Se permitirá instalar cables de tipo NMS como sigue:

- (1) Para instalaciones tanto visibles como ocultas en lugares normalmente secos, excepto lo prohibido en 334-10(3).
- (2) Ser instalados o jalados con una guía en los espacios de aire en los bloques de ladrillo o las paredes de azulejo.

334-12. Usos no permitidos.

a) Tipos NM, NMC y NMS. No se deben usar cables de tipo NM, NMC y NMS:

- (1) En cualquier vivienda o estructura que no se permitan específicamente en 334-10(1), (2), (3) y (5).
- (2) Expuestos dentro de plafones suspendidos en edificaciones que no sean viviendas unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares.
- (3) Como cables de acometida.
- (4) En talleres automotrices que tengan lugares peligrosos (clasificados), tal como se define en 511-3.
- (5) En teatros y lugares similares, excepto lo permitido en 518-4(b).
- (6) En estudios cinematográficos.
- (7) En cuartos de baterías de acumuladores.
- (8) En los cubos de elevadores, elevadores o escaleras móviles.
- (9) Incrustados en cemento vaciado, concreto o agregado.
- (10) En lugares peligrosos (clasificados), excepto que se permita específicamente en otros Artículos de esta NOM:

b) Tipos NM y NMS. No se deben instalar cables de tipo NM y NMS bajo las siguientes condiciones ni en los siguientes lugares:

- (1) Cuando estén expuestos a humos o vapores corrosivos.
- (2) Incrustados en ladrillo, concreto, adobe, tierra o yeso.
- (3) En ranuras poco profundas en ladrillo, concreto o adobe y cubiertos con yeso, adobe u otro acabado similar.
- (4) En lugares mojados o húmedos.

(Continúa en la Cuarta Sección)

(Viene de la Tercera Sección)

334-15. Instalaciones visibles. En instalaciones visibles excepto lo previsto en 300-11(a), los cables se deben instalar como se especifica en (a) hasta (c) siguientes.

a) Siguiendo la superficie. El cable debe seguir muy de cerca la superficie del acabado de edificios o los largueros.

b) Protegido contra daños físicos. Los cables deben estar protegidos contra daños físicos cuando sea necesario, mediante tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tuberías eléctricas metálicas, tubo conduit de PVC Cédula 80, tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) marcado con el sufijo XW u otros medios aprobados. Cuando pasen a través del piso, los cables deben estar encerrados en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico ligero, tubo conduit de PVC Cédula 80, tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) marcado con el sufijo XW u otros medios aprobados que sobresalgan como mínimo 15 centímetros del piso.

El cable tipo NMC instalado en ranuras poco profundas o surcos en ladrillo, concreto o adobe debe estar protegido de acuerdo con los requisitos de 300-4(f) y cubierto con yeso, adobe o un acabado similar.

c) En sótanos sin terminar y espacios subterráneos de poca altura. Cuando el cable esté tendido formando ángulos con vigas en sótanos sin terminar y espacios subterráneos de poca altura, se permitirá asegurar los cables que no tengan menos de dos conductores de tamaño 13.3 mm^2 (6 AWG) o tres conductores de tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG) directamente a las caras inferiores de las vigas. Los cables más pequeños se deben instalar a través de agujeros taladrados en las vigas o sobre largueros. Se permitirá que el cable con forro no metálico instalado en la pared de un sótano sin terminar se instale en un tubo conduit o tubería aprobados, o se debe proteger de acuerdo con 300-4. El tubo conduit o la tubería deben tener una funda aislante adecuada o un adaptador en el punto en que el cable entra en la canalización. El forro no metálico del cable se debe extender a través del tubo conduit o la tubería y dentro de la caja de salida o de dispositivo una distancia no menor a 6 milímetros. El cable se debe sujetar a una distancia no mayor de 30 centímetros del punto donde el cable entra en el tubo conduit o la tubería. El tubo conduit metálico, la tubería y las cajas metálicas de salida se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipo cumpliendo con las disposiciones de 250-86 y 250-148.

334-17. A través o paralelos a elementos estructurales. Cuando se instalen los cables tipo NM, NMC o NMS a través o paralelos a elementos estructurales, deben estar protegidos de acuerdo con 300-4. Las armellas de sujeción usadas tal como se exige en 300-4(b)(1) deben permanecer en su lugar y estar aprobados para el propósito de proteger el cable.

334-23. En desvanes accesibles. La instalación de cables en desvanes o espacios bajo el techo accesibles también debe cumplir lo establecido en 320-23.

334-24. Radio de curvatura. Todos los dobleces de los cables de tipos NM, NMC y NMS se deben hacer de modo que el cable no resulte dañado. El radio de curvatura en la parte interna de cada curva, durante o después de la instalación, no debe ser menor a cinco veces el diámetro del cable.

334-30. Sujeción y soporte. Los cables con forro no metálico se deben sostener y asegurar con grapas, amarres para cable aprobados e identificados para asegurar y soportar, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable, a intervalos no superiores a 1.40 metros y dentro de una distancia de 30 centímetros de cada entrada de cable a envoltentes tales como caja de salida, caja de empalme, gabinete o accesorios. Los cables planos no se deben engrapar sobre el borde.

No se exigirá que las secciones de cable protegidas contra daño físico por medio de una canalización se fijen dentro de la canalización.

a) Tramos horizontales a través de orificios y muescas.

En tramos que no sean verticales, se considerará que los cables instalados de acuerdo con 300-4 están sostenidos y asegurados cuando dichos soportes estén a intervalos no mayores de 1.40 metros, y el cable con forro no metálico esté firmemente asegurado en su lugar por medios aprobados dentro de una distancia de 30 centímetros de cada caja, gabinete u otra terminación del cable con forro no metálico.

NOTA: Véase 314-17(c) respecto al soporte cuando se usan cajas no metálicas.

b) Cables no soportados. Se permitirá que el cable con forro no metálico no esté sostenido cuando el cable:

- (1) Está tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.
- (2) No tiene más de 1.40 metros de longitud desde el último punto de soporte del cable hasta el punto de conexión a una luminaria u otro equipo eléctrico, y el cable y el punto de conexión están dentro de un plafón accesible.

c) Dispositivo de alambrado sin caja independiente de salida. Se permitirá un dispositivo de alambrado identificado para ese uso, sin una caja independiente de salida, y que incorpore una abrazadera de cable, cuando el cable está asegurado en su lugar a intervalos no mayores que 1.40 metros y a una distancia no mayor de 30 centímetros desde la abertura en la pared del dispositivo de alambrado. Además, debe haber por lo menos un bucle de cable continuo de 30 centímetros, o un tramo de 15 centímetros del extremo disponible del cable en el lado interno de la pared terminada, para permitir el reemplazo.

334-40. Cajas y accesorios.

a) Cajas de material aislante. Se permitirán las cajas de salida no metálicas, tal como establece 314-3.

b) Dispositivos de material aislante. Se permitirá usar interruptores independientes, contactos independientes y dispositivos de derivación de material aislante sin cajas, en instalaciones visibles y para rehabilitación de instalaciones en edificios ya existentes, cuando el cable esté oculto y se jala con una guía. Las aberturas de dichos dispositivos deben ajustarse estrechamente alrededor de la cubierta exterior del cable y el dispositivo debe encerrar completamente la parte del cable que se le haya quitado la cubierta. Cuando las conexiones a los conductores se hagan mediante terminales de tipo tornillo, debe haber tantas terminales como conductores haya.

c) Dispositivos con envoltente integral. Se permitirá utilizar dispositivos de alambrado con envoltentes integrales identificados para ese uso, tal como establece 300-15(e).

334-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables de tipo NM, NMC y NMS se debe determinar de acuerdo con 310-15. La ampacidad permisible no debe exceder la de un conductor con temperatura nominal de 60 °C. Se permitirá usar el valor nominal de 90 °C para fines de los cálculos de corrección y ajuste de la ampacidad, siempre y cuando la ampacidad calculada final no exceda la de un conductor con temperatura nominal de 60 °C. La ampacidad de los cables de tipos NM, NMC y NMS instalados en charolas portacables se debe determinar de acuerdo con 392-80(a).

Cuando se instalan más de dos cables tipo NM que tengan dos o más conductores de fase, sin mantener el espaciado entre los cables, a través de la misma abertura en la estructura de madera que está sellada con aislamiento térmico, masilla o espuma sellante, la ampacidad permisible de cada conductor se debe ajustar de acuerdo con la Tabla 310-15(b)(3)(a), y no se deben aplicar las disposiciones de la Excepción de 310-15(a)(2).

Cuando más de dos cables tipo NM que tengan dos o más conductores de fase se instalan en contacto con el aislamiento térmico, sin conservar la separación entre los cables, la ampacidad permisible de cada conductor se debe ajustar de acuerdo con la Tabla 310-15 (b)(3)(a).

Parte C. Especificaciones de construcción

334-100. Construcción. El forro exterior no metálico del cable debe ser de material no metálico.

334-104. Conductores. Los conductores aislados de 600 volts deben ser conductores de cobre con tamaños entre 2.08 mm² (14 AWG) y 33.6 mm² (2 AWG), o conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre con tamaños de 13.3 mm² (6 AWG) a 33.6 mm² (2 AWG). Los conductores de comunicaciones deben cumplir con lo especificado en la Parte E del Artículo 800.

334-108. Conductor de puesta a tierra del equipo. Además de los conductores aislados, el cable debe tener un conductor de puesta a tierra del equipo, aislado, cubierto o desnudo.

334-112. Aislamiento. Los conductores aislados de fuerza deben ser de uno de los tipos enumerados en la Tabla 310-104(a) que sean adecuados para el alambrado de circuitos derivados, o identificados para uso en estos cables. El aislamiento del conductor debe tener una temperatura nominal de 90 °C.

NOTA: Los cables de tipos NM, NMC y NMS identificados con las marcas NM-B, NMC-B y NMS-B cumplen este requisito.

334-116. Forro. El forro exterior de los cables con forro no metálico debe cumplir con lo estipulado en 334-116(a), (b) y (c).

a) Tipo NM. El recubrimiento exterior debe ser retardante de flama y resistente a la humedad.

b) Tipo NMC. El recubrimiento exterior debe ser retardante de flama, resistente a la humedad, a los hongos y a la corrosión.

c) Tipo NMS. El recubrimiento exterior debe ser retardante de flama y resistente a la humedad. El forro se debe aplicar de modo que separe los conductores de fuerza, de los conductores de comunicaciones.

ARTÍCULO 336

CABLES DE FUERZA Y CONTROL PARA CHAROLA TIPO TC**Parte A. Generalidades**

336-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción de los cables de fuerza y control para charolas portacables, tipo TC.

336-2. Definición.

Cable de fuerza y control para charola, tipo TC. Ensamble montado en fábrica, de dos o más conductores aislados, con o sin conductores asociados de puesta a tierra desnudos o cubiertos, bajo una cubierta no metálica.

336-6. Aprobados. El cable tipo TC y sus accesorios asociados deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

336-10. Usos permitidos. Se permitirá usar cables tipo TC tal como sigue:

- (1) Para circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización.
- (2) En charolas portacables, incluyendo aquellas con segmentos mecánicamente discontinuos de hasta 30 cm.
- (3) En canalizaciones.
- (4) En lugares exteriores sostenidos por un cable mensajero.
- (5) Para circuitos de Clase 1, como se permite en las Partes B y C del Artículo 725.
- (6) Para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, si los conductores cumplen los requisitos de 760-49
- (7) Entre una charola portacables y el equipo o dispositivos de utilización, siempre que se apliquen todas las condiciones siguientes:
 - a. El cable es tipo TC-ER.
 - b. El cable se instala en establecimientos industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación será atendida únicamente por personal calificado.
 - c. El cable esté sostenido continuamente y esté protegido contra el daño físico, usando protección mecánica.
 - d. El cable para charola tipo TC cumpla con los requisitos de compresión e impacto del cable tipo MC, esté identificado para este uso con la marca de tipo TC-ER.
 - e. El cable debe ir sostenido y asegurado a intervalos no mayores de 1.80 metros.
 - f. La puesta a tierra de los equipos de utilización se proporciona por un conductor de puesta a tierra del equipo dentro del cable. En los cables que tienen conductores con tamaño 13.3 mm² (6 AWG) o menor, el conductor de puesta a tierra del equipo debe proporcionarse dentro del cable o, en el momento de la instalación, uno o más conductores aislados deben estar identificados permanentemente como conductor de puesta a tierra del equipo, de acuerdo con 250-119 b).

Excepción: Cuando no esté sometido al daño físico, se permitirá el cable tipo TC-ER para la transición entre charolas portacables y entre las charolas portacables y el equipo o los dispositivos de utilización en una distancia no mayor de 1.80 metros sin apoyo continuo. El cable debe estar sostenido mecánicamente donde sale de la charola portacables para garantizar que no se exceda el radio mínimo de curvatura.

- (8) Cuando se instala en lugares mojados, el cable tipo TC también debe ser resistente a la humedad y a los agentes corrosivos.
- (9) En unidades de vivienda de una y dos familias. Se permitirá el cable tipo TC-ER que contiene ambos conductores de potencia y de control que estén identificados para atravesar elementos estructurales. El cable tipo TC-ER utilizado como cableado interior se instalará de acuerdo con los requisitos de la Parte B del Artículo 334.

Excepción: Cuando se utiliza para conectar un generador y equipo asociado con terminales con una clasificación de 75 ° C o mayor, no debe limitarse el cable en ampacidad por 334-80 o 340-80.

NOTA 1: El cable TC-ER que es adecuado para atravesar elementos estructurales está marcado como "JP".

NOTA 2: Véase 725-136 para las limitaciones de los circuitos de Clase 2 o 3 que se encuentran dentro del mismo cable con conductores de circuitos eléctricos de alumbrado, potencia o Clase 1.

(10) Enterrados directamente, cuando estén identificados para tal uso.

NOTA: para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-15(a)(3).

336-12. Usos no permitidos. No se permitirá instalar ni usar cables de fuerza y control para charolas portacables tipo TC:

- (1) Instalados donde estén expuestos a daños físicos.
- (2) Instalados por fuera de una canalización o de un sistema de charolas portacables, excepto lo permitido en 336-10 (4), (7), (9) y (10).
- (3) Expuestos a la luz directa del sol, a no ser que estén identificados como resistentes a la luz del sol.

336-24. Radio de curvatura. Los dobleces en los cables de tipo TC se deben hacer de modo que no dañen el cable. Para cables tipo TC sin armadura metálica, el radio mínimo de curvatura debe ser:

- (1) Cuatro veces el diámetro total para cables con diámetro de 2.50 centímetros o menos.
- (2) Cinco veces el diámetro total para cables con diámetro superior a 2.50 centímetros, pero máximo de 5 centímetros.
- (3) Seis veces el diámetro total para cables con diámetro superior a 5 centímetros.

Los cables tipo TC con armadura metálica deben tener un radio de curvatura mínimo no menor a 12 veces el diámetro total del cable.

336-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables tipo TC se debe determinar de acuerdo con 392-80(a) para conductores con tamaño 2.08 mm² (14 AWG) y más grandes, de acuerdo con 402-5 para conductores con tamaño 0.823 mm² (18 AWG) a 1.31 mm² (16 AWG) cuando se instalan en charolas portacables, y con 310-15 cuando se instalan en una canalización o como cable soportado por mensajero.

Parte C. Especificaciones de construcción

336-100. Construcción. No se permitirá una cubierta metálica ni una armadura metálica tal como se definen en 330-116, ni por debajo ni por encima de la cubierta no metálica. Se permitirá blindaje(es) metálico(s) por encima de grupos de conductores, por debajo de la cubierta exterior, o ambos.

336-104. Conductores. Los conductores aislados de los cables tipo TC deben ser de tamaño 0.823 mm² (18 AWG) al 507 mm² (1000 kcmil), de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel, y de tamaño 3.31 mm² (12 AWG) hasta 507 mm² (1000 kcmil), de aluminio o aluminio recubierto de cobre. Los conductores aislados de tamaño 2.08 mm² (14 AWG) y más grandes de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel, y de tamaño 13.3 mm² (6 AWG) hasta 507 mm² (1000 kcmil) de aluminio o aluminio recubierto de cobre, deben ser de uno de los tipos incluidos en la Tabla 310-104(a) o la Tabla 310-104(b), aplicable para circuitos de alimentadores o circuitos derivados, o identificados para dicho uso.

a) Sistemas de alarma contra incendios. Cuando se usan para sistemas de alarma contra incendios, los conductores deben cumplir también lo establecido en 760-49.

b) Circuitos de termopares. Se permitirá que los conductores de los cables de tipo TC utilizados en circuitos de termopares, que cumplan con la Parte C del Artículo 725, sean de cualquiera de los materiales utilizados para los alambres de extensión de los termopares.

c) Conductores de circuito Clase 1. Los conductores de cobre aislados con tamaño 0.823 mm² (18 AWG) y 1.31 mm² (16 AWG) también deben cumplir lo establecido en 725-49.

336-116. Cubierta. La cubierta exterior debe ser de material no metálico retardante de la flama.

336-120. Marcado. En los cables de tipo TC que utilicen alambres de extensión de termopares, no deben tener marcada la tensión.

ARTÍCULO 338

CABLES DE ACOMETIDA TIPOS SE Y USE

Parte A. Generalidades

338-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción de los cables de acometida.

338-2. Definiciones

Cable de acometida. Conductor individual o un ensamble multiconductor con o sin cubierta exterior total, utilizado fundamentalmente para acometidas, de los tipos siguientes:

Tipo SE. Cable de acometida con cubierta retardante de flama y resistente a la humedad.

Tipo USE. Cable de acometida, identificado para uso subterráneo, con cubierta resistente a la humedad pero que no se exige que tenga una cubierta retardante de flama.

338-6. Requisitos de aprobación. Los cables tipo SE, USE y sus accesorios asociados, deberán estar aprobados.

Parte B. Instalación

338-10. Usos permitidos.

a) Conductores de acometida. Se permitirá el uso de cables de acometida como conductores de acometida y se deben instalar de acuerdo con 230-6, 230-7 y las partes B, C y E del Artículo 230.

b) Alimentadores o circuitos derivados.

1) Conductor con aislamiento puesto a tierra. Se permitirá usar cables de acometida de tipo SE en sistemas de alambrado cuando todos los conductores de circuito del cable son de tipo termofijo o termoplástico.

2) Uso del conductor no aislado. Se permitirá usar los cables de acometida de tipo SE, cuando los conductores con aislamiento se usan para el alambrado del circuito y el conductor no aislado se usa únicamente con propósitos de puesta a tierra de los equipos.

Excepción: En instalaciones existentes, se permitirán los conductores no aislados como conductores puestos a tierra de acuerdo con 250-32 y 250-140 cuando el conductor no aislado puesto a tierra del cable se origine en el equipo de acometida, y de acuerdo con 225-30 hasta 225-40.

3) Límites de temperatura. Los cables de acometida tipo SE que se usen para alimentar aparatos, no deben estar sometidos a temperaturas superiores a la temperatura especificada para el tipo de aislamiento que tienen.

4) Métodos de instalación para circuitos derivados y alimentadores.

a) Instalaciones interiores. Además de las disposiciones de este Artículo, los cables de acometida tipo SE, utilizados en instalaciones interiores, deben cumplir con los requisitos de instalación de la Parte B del Artículo 334, excluyendo 334-80.

Para cable tipo SE con conductor no puesto a tierra tamaños 10 AWG y menores, cuando se instale en aislamiento térmico, la ampacidad debe estar de acuerdo con la temperatura nominal del conductor de 60 °C. Se permitirá utilizar la máxima temperatura nominal del conductor para propósitos de corrección y ajuste de la ampacidad, si la ampacidad corregida final no excede la de los conductores de 60 °C.

NOTA 1: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-15(a)(3).

NOTA 2: Véase 310-15(b)(7) para la instalación de los conductores principales del alimentador de energía en unidades de vivienda.

b) Instalaciones exteriores. Además de las disposiciones de este Artículo, los cables de acometida usados para alimentadores o circuitos derivados, cuando se instalen como alambrado exterior, deben ser instalados de acuerdo con la Parte A del Artículo 225. El cable debe estar soportado de acuerdo con 334-30. El cable tipo USE instalado como cable de alimentador o circuito derivado subterráneo debe cumplir con lo que se especifica en la Parte B del Artículo 340.

Excepción: Un conductor sencillo de tipo USE y conductores USE múltiples no deben estar sujetos a las limitaciones de ampacidad descritas en la Parte B del Artículo 340.

338-12. Usos no permitidos.

a) Cable de acometida. El cable de acometida (SE) no se debe usar bajo ninguna de las siguientes condiciones, ni en ninguno de los siguientes lugares:

- (1) Cuando está sometido al daño físico, a menos que esté protegido de acuerdo con 230-50(b).
- (2) Subterráneo con o sin canalización
- (3) Para alambrado de alimentadores y circuitos exteriores, a menos que la instalación cumpla con las disposiciones de la Parte A del Artículo 225 y esté soportado de acuerdo con 334-30, o si se usa como un alambrado soportado por mensajero, tal como lo permite la Parte B del Artículo 396.

b) Cable de acometida subterránea. El cable de acometida subterránea (USE) no se debe usar bajo ninguna de las siguientes condiciones, ni en ninguno de los siguientes lugares:

- (1) Para alambrado interior.
- (2) Para instalaciones sobre el suelo, excepto cuando el cable tipo USE emerge del suelo y termina en un envolvente en un lugar exterior, y el cable está protegido de acuerdo con 300-5(d).
- (3) Como un cable aéreo, a menos que sea un cable multiconductor identificado para uso sobre el suelo y se instale como alambrado soportado por mensajero, de acuerdo con 225-10 y la Parte B del Artículo 396.

338-24. Radio de curvatura. Los dobleces de los cables de tipos USE y SE se deben hacer de modo que no se dañe el cable. El radio del doblez del borde interior de cualquier doblez, durante o después de la instalación, no debe ser menor a cinco veces el diámetro del cable.

Parte C. Especificaciones de construcción

338-100. Construcción. Se permitirá que las construcciones cableadas tipo USE de un sólo conductor, reconocidas para uso subterráneo, tengan un conductor desnudo de cobre cableado con el ensamble. Se permitirá que los ensambles de conductores tipo USE de un solo conductor, paralelos o cableados reconocidos para uso subterráneo, tengan un conductor concéntrico de cobre desnudo. No se exigirá que estas construcciones tengan una cubierta exterior total.

NOTA: Véase la excepción de 230-41, con respecto a los conductores de acometida, no aislados, directamente enterrados. Se permitirá que los cables de tipos SE y USE que tienen dos o más conductores, tengan un conductor no aislado.

338-120. Marcado. Los cables de acometida se deben marcar tal como exige 310-120. Un cable con el conductor del neutro de tamaño menor al de los conductores de fase, debe estar marcado.

ARTÍCULO 340

CABLES PARA ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS SUBTERRÁNEOS, TIPO UF

Parte A. Generalidades

340-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para los cables para alimentadores y circuitos derivados subterráneos, tipo UF.

340-2. Definición.

Cable para alimentadores y circuitos derivados subterráneos, tipo UF. Ensamble montado en fábrica de uno o más conductores aislados, con cubierta integral o total de material no metálico, adecuado para enterrarlo directamente en la tierra.

340-6. Requisitos de aprobación Los cables tipo UF y sus accesorios deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

340-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de cables tipo UF como se indica a continuación:

- (1) Para uso subterráneo, incluso directamente enterrados en la tierra. Para los requisitos de instalación subterránea, véase 300-5.
- (2) Como cables de un solo conductor. Cuando se instalan como cables de un solo conductor, todos los cables del conductor puesto a tierra del alimentador o del circuito derivado, incluido el conductor puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra de los equipos, si los hubiera, se deben instalar de acuerdo con 300-3.
- (3) Para alambrado en lugares mojados, secos o corrosivos con los métodos de alambrado reconocidos en esta NOM.
- (4) Instalados como cables con forro no metálico. Cuando se instalan de esta manera, los requisitos de la instalación y el conductor deben cumplir con las disposiciones de las partes B y C del Artículo 334 y deben ser del tipo multiconductor.
- (5) Para sistemas solares fotovoltaicos, de acuerdo con 690-31.
- (6) Como cables de un solo conductor, como terminales no calefactores para cables de calefacción, tal como se establece en 424-43.
- (7) Soportados por charolas portacables. Los cables tipo UF soportados en charolas portacables, deben ser del tipo multiconductor.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

340-12. Usos no permitidos. No se deben usar los cables tipo UF de las siguientes maneras:

- (1) Como cables de acometida.
- (2) En garajes comerciales.
- (3) En teatros y lugares similares.
- (4) En estudios cinematográficos.
- (5) En cuartos de baterías de acumuladores.
- (6) En cubos de elevadores, elevadores o escaleras mecánicas.
- (7) En lugares peligrosos (clasificados), excepto como se permita específicamente en otros Artículos de esta NOM.
- (8) Embebidos en cemento vaciado, concreto o agregado, excepto cuando esté embebido en el recubrimiento como terminales no calefactores, cuando lo permita 424-43.
- (9) Cuando estén expuestos a la luz directa del sol, excepto si están identificados como resistentes a la luz del sol.
- (10) Cuando estén sometidos a daño físico.
- (11) Como cable aéreo, excepto cuando se instale como un alambrado soportado por mensajero, de acuerdo con la Parte B del Artículo 396.

340-24. Radio de curvatura. Los dobleces de los cables tipo UF se deben hacer de modo que no se dañe el cable. El radio del doblez del borde interior de cualquier doblez no debe ser menor a cinco veces el diámetro del cable.

340-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables tipo UF debe ser la de los conductores de 60 °C, de acuerdo con 310-15.

Parte C. Especificaciones de construcción

340-104. Conductores. Los conductores deben ser de cobre con tamaño 2.08 mm² (14 AWG) o de aluminio o aluminio recubierto de cobre de tamaño 13.3 mm² (6 AWG), hasta 107 mm² (4/0 AWG).

340-108. Conductor de puesta a tierra del equipo. Además de los conductores aislados, se permitirá que el cable tenga un conductor de puesta a tierra del equipo aislado o desnudo.

340-112. Aislamiento. Los conductores de tipo UF deben ser uno de los tipos resistentes a la humedad que se indican en la Tabla 310-104(a), adecuados para el alambrado del circuito derivado o uno identificado para ese uso. Cuando se instalan como método de alambrado sustituto para cable tipo NM, el aislamiento del conductor debe tener una temperatura nominal de 90 °C.

340-116. Forro. La cubierta exterior debe ser retardante de flama, resistente a la humedad, los hongos y la corrosión y adecuada para enterrarla directamente en la tierra.

ARTÍCULO 342

TUBO CONDUIT METÁLICO SEMIPESADO TIPO IMC

Parte A. Generalidades

342-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para tubo conduit metálico semipesado (IMC) y accesorios asociados.

342-2. Definición

Tubo conduit metálico semipesado (IMC). Canalización de acero roscable, de sección transversal circular diseñada para la protección física y el direccionamiento de los conductores y cables, y para usarse como conductor de puesta a tierra del equipo cuando se instala con sus acoplamientos integrales o asociados y los accesorios adecuados.

342-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit metálico semipesado (IMC), los codos y coples de fábrica, así como los accesorios asociados, deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

342-10. Usos permitidos

a) **Todas las condiciones atmosféricas y lugares.** Se permitirá el uso del tubo conduit metálico semipesado (IMC) en todas las condiciones atmosféricas y en todos los lugares.

b) Ambientes corrosivos. Se permitirá instalar el tubo conduit metálico semipesado (IMC), codos, coples y accesorios en el concreto, en contacto directo con la tierra, o en áreas sometidas a condiciones corrosivas fuertes, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.

c) Con relleno de cascajo. Se permitirá instalar tubo conduit metálico semipesado (IMC) en relleno de cascajo o debajo de él, donde esté sujeto a humedad permanente, si está protegido por todos los lados por una capa de concreto sin cascajo de espesor no menor a 5 centímetros; si el tubo conduit no está a menos de 45 centímetros bajo el relleno; o si está protegido contra la corrosión y se juzga adecuado para esas condiciones.

d) Lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc. deben ser de material resistente a la corrosión o deben estar protegidos por materiales resistentes a la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

342-14. Metales diferentes. Cuando sea posible, se debe evitar que en cualquier lugar del sistema haya metales diferentes en contacto, para eliminar la posibilidad de efectos galvánicos.

Se permitirá usar accesorios y envoltentes de aluminio con el tubo conduit metálico semipesado de acero galvanizado (IMC) cuando no esté sujeto a influencia corrosiva severa. El tubo conduit metálico semipesado de acero inoxidable IMC deberá ser usado solamente con conexiones y accesorios aprobados, cajas de salida y envoltentes.

342-20. Tamaño

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit (IMC) con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial de ½).

b) Máximo. No se debe usar tubo conduit (IMC) con designación métrica superior al 103 (tamaño comercial de 4).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos son para efectos de identificación únicamente y no se relacionan con las dimensiones reales.

342-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder lo permitido por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo permitido por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

342-24. Dobleses. Cómo se hacen. Los dobleces del tubo conduit metálico semipesado (IMC) se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente.

El radio de la curva de cualquier doblez hecho en obra, hasta la línea central del tubo conduit no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10.

342-26. Dobleses. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo, cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

342-28. Escariado y roscado. Todos los extremos cortados del tubo conduit se deben escariar o acabar de una forma adecuada para eliminar los bordes ásperos. Cuando el tubo conduit se rosque en obra, se debe utilizar una tarraja estándar con conicidad de 1 en 16 (¾ de pulgada por pie).

342-30. Sujeción y soporte. El tubo conduit metálico semipesado (IMC) se debe instalar como un sistema completo, como se establece en 300-18, se debe asegurar bien en su sitio y soportarse de acuerdo con 342-30(a) y (b).

a) Sujetado y asegurado. Cada tubo conduit metálico semipesado (IMC) se debe sujetar y asegurar con uno de los siguientes métodos:

- (1) Tubo conduit metálico semipesado (IMC) se debe sujetar bien en su sitio a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, caja de empalmes, caja de dispositivos, gabinete u otra terminación de conduit.
- (2) Se permitirá aumentar la distancia de sujeción a 1.50 metros si los miembros estructurales no permiten una sujeción fácil dentro de los 90 centímetros.
- (3) Cuando estén aprobados no se exigirá que el tubo conduit esté sujetado y asegurado cada 90 centímetros de la mufa de acometida hasta donde empieza el techo.

b) Soportes. El tubo conduit metálico semipesado (IMC) se debe soportar de acuerdo con uno de los siguientes métodos:

- (1) El tubo conduit se debe soportar a intervalos no mayores de 3.00 metros.
- (2) La distancia entre soportes para tramos rectos de tubo conduit se permitirá de acuerdo con la Tabla 344-30(b)(2), siempre y cuando el tubo conduit tenga coples roscados, y los soportes eviten la transmisión de esfuerzos a la terminación cuando hay una deflexión entre los soportes.
- (3) Se permitirá que los tramos verticales visibles desde maquinaria industrial o equipo fijo estén soportados a intervalos no mayores de 6.00 metros, siempre y cuando el tubo conduit tenga coples roscados, esté soportado y fijo firmemente en la parte superior e inferior del tramo vertical y no haya disponibles otros medios de soporte intermedio.
- (4) Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit metálico semipesado (IMC) soportados en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no mayores a 3.00 metros y asegurados firmemente a una distancia no mayor a 90 centímetros de los puntos de terminación.

342-42. Coples y conectores

a) Sin rosca. Los coples y conectores sin rosca utilizados con el tubo conduit deben ser herméticos. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados, deben cumplir lo estipulado en 314-15. Los coples y conectores sin rosca no se deben usar en los extremos roscados del conduit, a menos que estén aprobados para ese propósito.

b) Con rosca corrida. En los tubos conduit no se deben utilizar roscas corridas para conectarlos con coples.

342-46. Pasacables. Cuando el tubo conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un pasacables que proteja el cable de la abrasión, a menos que la caja, accesorio, gabinete o envolvente esté diseñado para brindar dicha protección.

NOTA: Véase 300-4(g) con respecto a la protección de los conductores de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y más grandes en los pasacables.

342-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con 300-15.

342-60. Puesta a tierra. Se permitirá el tubo conduit metálico semipesado (IMC) como conductor de puesta a tierra del equipo.

342-100. Construcción. Los tubos conduit metálicos semipesados tipo IMC deberán fabricarse de uno de los siguientes:

- 1) Acero, con recubrimientos de protección
- 2) Acero inoxidable

Parte C. Especificaciones de construcción

342-120. Marcado. Cada tramo debe ir marcado de manera clara y duradera al menos cada 1.50 metros con las letras IMC. Además, cada tramo debe ir marcado según se exige en 110-21.

342-130. Longitud. La longitud de un tramo de tubo conduit metálico semipesado (IMC) debe ser de 3.00 metros, incluido un cople, y cada extremo debe estar roscado. Se permitirán longitudes mayores o menores, con cople o sin él, y roscadas o no.

ARTÍCULO 344

TUBO CONDUIT METÁLICO PESADO TIPO RMC

Parte A. Generalidades

344-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit metálico pesado (RMC), y accesorios asociados.

344-2. Definición.

Tubo conduit metálico pesado (RMC). Canalización, de sección transversal circular diseñada para la protección física y el direccionamiento de conductores y cables, y para usarse como conductor de puesta a tierra del equipo cuando se instala con su cople integral o asociado y los accesorios adecuados. El tubo conduit metálico pesado (RMC) generalmente se fabrica en acero (ferroso) con revestimiento protector de aluminio (no ferroso). Los tipos de uso especial son de latón rojo y de acero inoxidable.

344-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit metálico pesado (RMC), los codos y coples de fábrica, así como los accesorios asociados deben ser aprobados.

Parte B. Instalación**344-10. Usos permitidos.****a) Condiciones atmosféricas y ocupaciones**

1) Tubo conduit metálico pesado de acero galvanizado (RMC) y de acero inoxidable. Se permitirá el uso de tubo conduit metálico pesado de acero galvanizado (RMC) y de acero inoxidable en todas las condiciones atmosféricas e inmuebles.

2) Tubo conduit metálico pesado (RMC) de latón rojo. Se permitirá instalar tubo conduit metálico pesado (RMC) de latón rojo para enterrarlo directamente y en aplicaciones en piscinas.

3) Tubo conduit metálico pesado (RMC) de aluminio. Se permitirá instalar tubo conduit metálico pesado (RMC) de aluminio cuando se considere adecuado para el entorno. El tubo conduit de aluminio rígido (RMC) encerrado en concreto o en contacto directo con la tierra debe tener protección complementaria contra la corrosión.

4) Canalizaciones y accesorios ferrosos. Se permitirán canalizaciones y accesorios ferrosos protegidos contra la corrosión únicamente con esmalte, solamente en interiores y en ocupaciones no sometidas a influencias corrosivas fuertes.

b) Ambientes corrosivos.

1) Tubo conduit metálico pesado (RMC) de acero galvanizado, acero inoxidable y bronce, y codos, coples y accesorios. Se permitirá instalar tubo conduit metálico pesado (RMC) de acero galvanizado, acero inoxidable y latón rojo, y codos, coples y accesorios en concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas expuestas a influencias corrosivas fuertes, si están protegidos contra la corrosión y se juzgue adecuado para esa condición.

2) Protección complementaria del tubo conduit metálico pesado (RMC) de aluminio. El tubo conduit metálico pesado (RMC) de aluminio debe tener protección complementaria aprobada contra la corrosión cuando está embebido en concreto o en contacto directo con la tierra.

c) Relleno de cascajo. Se permitirá instalar el tubo conduit metálico pesado de acero galvanizado, acero inoxidable y latón rojo (RMC) en relleno de cascajo o debajo de él, donde esté sometido permanente a la humedad, cuando esté protegido por todos sus lados por una capa de concreto sin ceniza no menor a 5 centímetros de espesor, cuando el tubo conduit esté a no menos de 45 centímetros bajo el relleno, o cuando esté protegido contra la corrosión y se juzgue adecuado para esa condición.

d) Lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc. deben ser de material resistente a la corrosión o deben estar protegidos por un material resistente a la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

344-14. Metales diferentes. Cuando sea factible, se debe evitar el contacto entre metales diferentes en cualquier parte del sistema con el fin de eliminar la posibilidad de acción galvánica. Se permitirá el uso de accesorios y envolventes de aluminio con tubo conduit metálico pesado (RMC) de acero galvanizado, y el uso de accesorios y envolventes de acero galvanizado con tubo conduit metálico pesado (RMC) de aluminio cuando no estén sometidos a influencias corrosivas fuertes. El tubo conduit metálico pesado de acero inoxidable debe utilizarse únicamente con herrajes y accesorios de acero inoxidable aprobados, cajas de salida y envolventes.

344-20. Tamaño.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit metálico pesado (RMC) con designación métrica menor a 16 (tamaño comercial de ½).

Excepción: Para contener las terminales de motores, como lo permite 430-245(b).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit metálico pesado (RMC) con designación métrica superior a 155 (tamaño comercial de 6).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Éstos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

344-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo permitido por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

344-24. Dobleses. Cómo se hacen. Los dobleces del tubo conduit metálico pesado (RMC) se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente.

El radio del dobléz, de cualquier dobléz hecho en obra, hasta la línea central del tubo conduit no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10.

344-26. Dobleses. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

344-28. Escariado y roscado. Todos los extremos cortados del tubo conduit se deben escariar o deben tener un acabado tal, que elimine los bordes ásperos. Cuando el tubo conduit sea roscado en obra, se debe usar una tarraja estándar con conicidad de 1 en 16 (¾ de pulgada por pie).

344-30. Sujeción y soporte. El tubo conduit metálico pesado (RMC) se debe instalar como un sistema completo, como se establece en 300-18, y se debe asegurar firmemente en su sitio y soportarse de acuerdo con 344-30(a) y (b).

a) Sujetado y asegurado. El IMC debe ser asegurado de acuerdo con uno de los siguientes:

(1) El tubo conduit metálico pesado (RMC) se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, caja de empalmes, caja de dispositivos, gabinete u otra terminación de conduit.

(2) Se permitirá aumentar la distancia de sujeción a 1.50 metros si los miembros estructurales no permiten una sujeción fácil dentro de los 90 centímetros.

(3) No se exigirá que el tubo conduit esté sujeto a los 90 centímetros de la mufa de acometida si no ha empezado el techo.

b) Soportes. El tubo conduit metálico pesado (RMC) se debe soportar de acuerdo con uno de los siguientes métodos:

(1) El tubo conduit se debe soportar a intervalos de máximo 3.00 metros.

(2) La distancia entre soportes para tramos rectos de tubo conduit se permitirá de acuerdo con la Tabla 344-30(b)(2), siempre y cuando el tubo conduit tenga coples roscados, y éstos eviten la transmisión de esfuerzos a la terminación cuando hay una deflexión entre los soportes.

Tabla 344-30(b)(2).- Soportes para tubo conduit metálico pesado

Tamaño del conduit		Distancia máxima entre los soportes del tubo conduit metálico pesado
Designación métrica	Tamaño comercial	Metros
16-21	½ - ¾	3
27	1	3.7
35-41	1¼ - 1½	4.3
53-63	2 - 2½	4.9
78 y mayor	3 y mayor	6.1

(3) Se permitirá que los tramos verticales visibles desde maquinaria industrial o equipo fijo estén soportados a intervalos no mayores de 6.00 metros, siempre y cuando el tubo conduit tenga coples roscados, esté soportado firmemente en los extremos y no haya disponibles otros medios de soporte intermedio.

(4) Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit metálico pesado (RMC) soportados en aberturas a través de miembros estructurales, a intervalos no superiores a 3.00 metros y asegurados firmemente a no más de 90 centímetros de los puntos de terminación.

344-42. Coples y conectores.

a) Sin rosca. Los coples y conectores sin rosca utilizados con el tubo conduit deben ser herméticos. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando se instalan en lugares mojados, deben cumplir lo estipulado en 314-15. Los coples y conectores sin rosca no se deben usar en los extremos roscados del conduit, a menos que estén aprobados para ese propósito.

b) Con rosca corrida. En los tubos conduit no se deben utilizar roscas corridas para conectarlos con coples.

344-46. Pasacables. Cuando el tubo conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un pasacables que proteja el cable de la abrasión, a menos que la caja, accesorio, gabinete o envolvente esté diseñado para brindar dicha protección.

NOTA: Véase 300-4(g) con respecto a la protección de los conductores de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y más grandes en los pasacables.

344-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con 300-15.

344-60. Puesta a tierra. Se permitirá el tubo conduit metálico pesado (RMC) como conductor de puesta a tierra del equipo.

Parte C. Especificaciones de construcción

344-100. Construcción. El RMC debe estar hecho de uno de los siguientes materiales.

- (1) Acero con recubrimientos de protección.
- (2) Aluminio.
- (3) Latón rojo.
- (4) Acero inoxidable

344-120. Marcado. Cada tramo debe ir marcado de manera clara y duradera al menos cada 3.00 metros tal como se exige en la primera frase de 110-21 (a). El tubo conduit no ferroso de material resistente a la corrosión debe tener marcas adecuadas.

344-130. Longitud. La longitud del tubo conduit metálico pesado (RMC) debe ser 3.00 metros, incluido un cople, y cada extremo debe ser roscado. Se permitirán longitudes mayores o menores, con cople o sin él, y roscadas o no.

ARTÍCULO 348

TUBO CONDUIT METÁLICO FLEXIBLE TIPO FMC

Parte A. Generalidades

348-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit metálico flexible (FMC) y accesorios asociados.

348-2. Definición

Tubo conduit metálico flexible (FMC). Canalización de sección transversal circular hecha de una banda metálica helicoidal y engargolada.

348-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit metálico flexible (FMC) y accesorios asociados deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

348-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso del tubo conduit metálico flexible (FMC) en lugares expuestos y ocultos.

348-12. Usos no permitidos. No se debe usar tubo conduit metálico flexible (FMC) en las siguientes condiciones:

- (1) En lugares mojados.
- (2) En cubos de elevadores, excepto lo permitido en 620-21(a)(1).
- (3) En cuartos para baterías de acumuladores.
- (4) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.
- (5) Cuando esté expuesto a materiales que tengan un efecto deteriorante sobre los conductores instalados, tales como aceite o gasolina.
- (6) Subterráneo o empotrado en concreto vaciado o de agregado.
- (7) Cuando esté expuesto a daños físicos.

348-20. Tamaño

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit metálico flexible (FMC) con designación métrica menor a 16 (tamaño comercial de 1/2), excepto lo permitido en 348-20(a)(1) hasta (a)(5) para la designación métrica 12 (tamaño comercial de 3/8):

- (1) Para encerrar puntas de cables de motores, tal como lo permite 430-245(b).
- (2) En tramos no superiores a 1.80 metros para cualquiera de los siguientes usos:
 - a. Para equipos de utilización.
 - b. Como parte de un ensamble aprobado.
 - c. Para conexiones en derivación a luminarias, tal como lo permite 410-117(c).
- (3) Para sistemas de alambrado fabricados, como lo permite 604-100(a).
- (4) En cubos de elevadores, como lo permite 620-21(a)(1).
- (5) Como parte de un ensamble aprobado, para conectar secciones de luminarias cableadas, como lo permite 410-137(c).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit metálico flexible (FMC) con designación métrica superior a 103 (tamaño comercial de 4).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Éstos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

348-22. Número de conductores. El número de conductores permitido no debe exceder el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10, o lo permitido en la Tabla 348-22 o para la designación métrica 12 (tamaño comercial de 3/8).

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

348-24. Dobleses. Cómo se hacen. Los dobleces del tubo conduit se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer los dobleces manualmente, sin equipo auxiliar. El radio del doblez hasta la línea central de cualquier doblez no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10, en la columna "otros dobleces".

348-26. Dobleses. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

348-28. Desbaste. Todos los extremos cortados se deben desbastar o de otro modo darles un terminado para eliminar los bordes ásperos, excepto cuando se usen accesorios que se instalan con la rosca el tubo.

Tabla 348-22.- Número máximo de conductores aislados en el tubo conduit metálico flexible con designación métrica de 12 (tamaño comercial de 3/8)*

Tamaño o designación		Tipos RFH-2, SF-2		Tipos TF, XHHW, TW		Tipos TFN, THHN, THWN		Tipos FEP, FEBP, PF, PGF	
mm ²	AWG	Accesorios dentro del conduit	Accesorios fuera del conduit	Accesorios dentro del conduit	Accesorios fuera del conduit	Accesorios dentro del conduit	Accesorios fuera del conduit	Accesorios dentro del conduit	Accesorios fuera del conduit
0.823	18	2	3	3	5	5	8	5	8
1.31	16	1	2	3	4	4	6	4	6
2.08	14	1	2	2	3	3	4	3	4
3.31	12	-	-	1	2	2	3	2	3
5.26	10	-	-	1	1	1	1	1	2

* Además, se permitirá un conductor de puesta a tierra de equipos del mismo tamaño o designación, aislado, cubierto o desnudo.

348-30. Sujeción y soporte. El tubo conduit metálico flexible (FMC) se debe asegurar firmemente en su sitio y soportar de acuerdo con 348-30(a) y (b).

a) Sujetado y asegurado. El tubo conduit metálico flexible (FMC) se debe sujetar y asegurar con un medio aprobado a una distancia no mayor de 30 centímetros de cada caja, gabinete u otra terminación de conduit, y se debe fijar y soportar a intervalos no mayores de 1.40 metros. Cuando se usen abrazaderas de cables deben estar aprobadas e identificadas para aseguramiento y soporte.

Excepción 1: Cuando el tubo conduit metálico flexible (FMC) vaya tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte es impráctico.

Excepción 2: Cuando la flexibilidad es necesaria después de la instalación, los tramos desde el último punto donde la canalización es asegurada firmemente en su sitio no deben exceder las siguientes longitudes:

(1) 90 centímetros para los designadores métricos del 16 hasta el 35 (tamaños comerciales de $\frac{1}{2}$ hasta $1\frac{1}{4}$).

(2) 1.20 metros para los designadores métricos del 41 hasta el 53 (tamaños comerciales de $1\frac{1}{2}$ hasta 2).

(3) 1.50 metros para los designadores métricos del 63 (tamaños comerciales de $2\frac{1}{4}$) y mayores.

Excepción 3: Tramos no mayores de 1.80 metros desde la conexión terminal de una luminaria para conexiones en derivación hasta las luminarias, tal como lo permite 410-117(c).

Excepción 4: Tramos no mayores de 1.80 metros desde el último punto de sujeción firme de la canalización para conexiones dentro de un plafón accesible hasta la(s) luminaria(s) u otro equipo. Para los fines de esta excepción, deben permitirse accesorios para conduit metálicos flexibles como un medio de soporte.

b) Soportes. Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit metálico flexible (FMC) soportados en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 1.40 metros y fijos firmemente a una distancia no mayor de 30 centímetros de los puntos de terminación.

348-42. Coples y conectores. Los conectores en ángulo no deben ser ocultos.

348-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con 300-15.

348-60. Puesta a tierra y unión. Si se utiliza para conectar equipos donde se necesita flexibilidad para minimizar la transmisión de la vibración del equipo o para brindar flexibilidad al equipo que requiere movimiento después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.

Cuando no se necesita flexibilidad después de la instalación, se permitirá el uso del tubo conduit metálico flexible (FMC) como un conductor de puesta a tierra del equipo, si se instala de acuerdo con 250-118(5).

Cuando se instala o se exige, el conductor de puesta a tierra del equipo se debe instalar de acuerdo con 250-134(b).

Cuando se instala o se exige un puente de unión del equipo, se debe instalar de acuerdo con 250-102.

ARTÍCULO 350

TUBO CONDUIT METÁLICO FLEXIBLE HERMÉTICO A LOS LÍQUIDOS TIPO LFMC

Parte A. Generalidades

350-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) y accesorios asociados.

350-2. Definición

Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC). Canalización de sección transversal circular que lleva una cubierta exterior hermética a los líquidos, no metálica y resistente a la luz del sol, sobre un núcleo central metálico flexible con sus coples, conectores y accesorios asociados, para la instalación de conductores eléctricos.

350-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) y accesorios asociados deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

350-10. Usos permitidos. Se permitirá usar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) en lugares visibles u ocultos tal como sigue:

- (1) Cuando las condiciones de instalación, operación o mantenimiento requieran de flexibilidad o protección contra líquidos, vapores o sólidos.
- (2) En lugares peligrosos (clasificados), cuando están específicamente permitidos en el Capítulo 5.
- (3) Directamente enterrado, cuando esté aprobado y marcado para ese propósito.

350-12. Usos no permitidos. No se debe usar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) cuando:

- (1) Esté expuesto a daños físicos.
- (2) Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y la de los conductores produce una temperatura de operación superior a aquella para la que está aprobado.

350-20. Tamaño.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC), con designación métrica menor a 16 (tamaño comercial de $\frac{1}{2}$).

Excepción: Se permitirá instalar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC), con designación métrica 12 (tamaño comercial de $\frac{3}{8}$), según lo establecido en 348-20(a).

b) Máximo. El tamaño máximo del tubo conduit metálico flexible hermético a líquidos (LFMC) debe ser con designación métrica 103 (tamaño comercial 4).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Éstos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

350-22. Número de conductores o cables

a) Designadores métricos del 16 hasta el 103 (tamaños comerciales de $\frac{1}{2}$ hasta 4). El número de conductores no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

b) Designación métrica 12 (tamaño comercial de $\frac{3}{8}$). El número de conductores no debe exceder el que se indica en la Tabla 348-22, columna "Accesorios fuera del conduit".

350-24. Dobleses. Cómo se hacen. Los dobleces del tubo conduit se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer los dobleces manualmente, sin equipo auxiliar. El radio del doblez hasta la línea central de cualquier doblez no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10, en la columna "Otros dobleces".

350-26. Dobleses. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

350-28. Desbaste. Todos los extremos cortados del conduit se desbastarán dentro y fuera para eliminar los bordes ásperos.

350-30. Sujeción y soporte. El tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) se debe fijar firmemente en su sitio y soportar de acuerdo con 350-30(a) y (b).

a) Sujetado y asegurado. El tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) se debe sujetar y asegurar con un medio aprobado a de una distancia no mayor de 30 centímetros de cada caja, gabinete u otra terminación de conduit, y se debe fijar y soportar a intervalos no mayores de 1.40 metros. Cuando se utilicen abrazaderas para asegurar y soportar el cable deberán ser identificadas y aprobadas para ese uso.

Excepción 1: Cuando el tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) vaya tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte es impráctico.

Excepción 2: Cuando la flexibilidad es necesaria después de la instalación, los tramos desde el último punto donde la canalización es asegurada firmemente en su sitio no deben exceder las siguientes longitudes:

- (1) 90 centímetros para los designadores métricos del 16 hasta el 35 (tamaños comerciales de $\frac{1}{2}$ hasta $1\frac{1}{4}$).
- (2) 1.20 metros para los designadores métricos del 41 hasta el 53 (tamaños comerciales de $1\frac{1}{2}$ hasta 2).
- (3) 1.50 metros para los designadores métricos del 63 (tamaño comercial de $2\frac{1}{4}$) y mayores.

Excepción 3: Tramos no mayores de los 1.80 metros desde la conexión terminal de una luminaria para conexiones en derivación hasta las luminarias, tal como lo permite 410-117(c).

Excepción 4: Tramos no mayores de los 1.80 metros desde el último punto de sujeción firme de la canalización para conexiones dentro de un plafón accesible hasta la(s) luminaria(s) u otro equipo. Para los fines de lo establecido en la sección 350-30, deben permitirse accesorios para LFMC aprobados como un medio de aseguramiento y soporte.

b) Soportes. Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) soportados en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 1.40 metros y fijos firmemente a una distancia no mayor de 30 centímetros de los puntos de terminación.

350-42. Coples y conectores. Se utilizarán solamente accesorios para uso en conductores LFMC. Los conectores en ángulo no deben ser ocultos. Se permitirán accesorios para LFMC rectos para enterramiento cuando así estén marcados.

350-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con 300-15.

350-60. Puesta a tierra y unión. Si se utiliza para conectar equipos donde se necesita flexibilidad para minimizar la transmisión de la vibración del equipo o para brindar flexibilidad al equipo que requiere movimiento después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.

Cuando no se necesita flexibilidad después de la instalación, se permitirá el uso del tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) como un conductor de puesta a tierra del equipo, si se instala de acuerdo con 250-118(6).

Cuando se instala o se exige, el conductor de puesta a tierra del equipo se debe instalar de acuerdo con 250-134(b).

Cuando se instala o se exige un puente de unión del equipo, se debe instalar de acuerdo con 250-102.

NOTA: Para los tipos de conductores de puesta a tierra de equipos, véase 501-30(b), 502-30(b), 503-30(b), 505-25(b) y 506-25(b).

Parte C. Especificaciones de construcción

350-120. Marcado. El tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) se debe marcar de acuerdo con 110-21. El tamaño comercial y otra información exigida por el aprobado también se deben marcar sobre el conduit.

El tubo conduit adecuado para enterrarlo directamente debe estar marcado como tal.

ARTÍCULO 352

TUBO CONDUIT RÍGIDO DE POLICLORURO DE VINILO TIPO PVC

Parte A. Generalidades

352-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit rígido de policloruro de vinilo (PVC) y accesorios asociados.

NOTA: Consulte el Artículo 353 para el tubo conduit de polietileno de alta densidad tipo HDPE, y el Artículo 355 para el tubo conduit de resina termofija reforzada tipo RTRC.

352-2. Definición.

Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo (PVC). Un tubo conduit rígido no metálico de sección transversal circular, con coples, conectores y accesorios asociados o integrales, para la instalación de conductores y cables eléctricos.

352-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit de PVC, los codos hechos en fábrica y los accesorios asociados deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

352-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso del tubo conduit de PVC de acuerdo con(a) hasta (i).

NOTA: El frío extremo puede hacer que algunos tubos conduit no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

a) Oculto. Se permitirá el tubo conduit de PVC en paredes, pisos y plafones.

b) Influencias corrosivas. Se permitirá el tubo conduit de PVC en lugares sometidos a influencias corrosivas fuertes, tal como se estipula en 300-6 y cuando están sometidos a sustancias químicas para las cuales los materiales están específicamente aprobados.

c) Cascajo. Se permitirá el tubo conduit de PVC en rellenos de cascajo.

d) Lugares mojados. Se permitirá el tubo conduit de PVC en plantas de procesamiento de productos lácteos, lavanderías, fábricas de conservas u otros lugares mojados, y en lugares en los que se laven con frecuencia las paredes; todo el sistema de conduit, incluyendo las cajas y los accesorios usados en él, se deben instalar y equipar de modo que se prevenga que el agua entre en la canalización. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc. deben ser de materiales resistentes a la corrosión o deben estar protegidos por materiales resistentes a la corrosión.

e) Lugares secos y húmedos. Se permitirá el uso de tubo conduit de PVC en lugares secos y húmedos no prohibidos por 352-12.

f) Visible. Se permitirá el tubo conduit de PVC para instalaciones visibles. El tubo conduit de PVC usado visible en áreas de riesgo de daño físico, debe estar marcado para ese uso.

NOTA: El tubo conduit de PVC tipo Cédula 80 está identificado para áreas de riesgo de daño físico.

g) Instalaciones subterráneas. Para instalaciones subterráneas, se permitirá el PVC directamente enterrado y subterráneo embebido en concreto. Véase 300-5 y 300-50.

h) Soporte de las cajas de paso. Se permitirá que el tubo conduit de PVC soporte cajas de paso no metálicos no mayores que el tamaño comercial más grande de una canalización que entra. Estas cajas no deben sostener luminarias u otros equipos, y no deben contener dispositivos diferentes a los de empalme, tal como se permite en 110-14(b) y 314-16(c)(2).

i) Limitaciones de temperatura del aislamiento. Se permitirá que los conductores o cables con una temperatura nominal mayor a la aprobada del tubo conduit de PVC sean instalados en tubo conduit de PVC, siempre y cuando los conductores o cables no operen a temperaturas más altas a las aprobadas del tubo conduit de policloruro de vinilo.

352-12. Usos no permitidos. El tubo conduit de PVC no se debe usar en las condiciones que se especifican en (a) hasta (e) siguientes:

a) Lugares peligrosos. En cualquier lugar peligroso, excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

b) Soporte de luminarias. Para el soporte de luminarias y otros equipos no descritos en 352-10(h).

c) Daño físico. Cuando está sometido al daño físico, a menos que esté identificado para ese uso.

d) Temperaturas del ambiente. Cuando está sometido a temperaturas ambiente mayores de 50 °C, a menos que estén aprobados de otro modo.

e) Lugares de reunión, teatros y lugares similares. En lugares de reunión como se definen en 518-1, teatros y lugares similares, excepto como se indica en 518-4 y 520-5.

352-20. Tamaño.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit de PVC con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial de ½).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit de PVC con designación métrica mayor al 155 (tamaño comercial de 6).

NOTA: Los designadores métricos y los tamaños comerciales tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales. Véase 300-1(c).

352-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder al permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

352-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Los dobleces hechos en obra se deben hacer únicamente con equipo para hacer dobleces identificado para ese propósito. El radio del doblez hasta la línea central de dichos dobleces no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10.

352-26. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

352-28. Desbaste. Todos los extremos cortados se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

352-30. Sujeción y soporte. El tubo conduit de PVC se debe instalar como un sistema completo, según 300-18, y se debe fijar de modo que se permita el movimiento debido a la expansión o a la contracción térmica. El tubo conduit de PVC se debe fijar firmemente y soportar de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

a) Sujetado y asegurado. El tubo conduit de PVC se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivo u otra terminación de conduit. Se permitirá la instalación de tubo conduit aprobado para sujeción a una distancia diferente de los 90 centímetros de acuerdo con su aprobación.

b) Soportes. El tubo conduit de PVC se debe soportar de acuerdo con la Tabla 352-30. Se permitirá instalar tubo conduit aprobado para su fijación con separación diferente a la mostrada en la Tabla 352-30 de acuerdo con la aprobación. Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit de PVC soportados en aberturas a través de miembros estructurales, a intervalos no superiores a los mostrados en la Tabla 352-30 y asegurados firmemente a una distancia no mayor de 90 centímetros de los puntos de terminación.

Tabla 352-30.- Soportes para tubo conduit rígido de policloruro de vinilo (PVC)

Tamaño del conduit		Separación máxima entre los soportes
Designación métrica	Tamaño comercial	Metros
16 - 27	½ - 1	0.9
35 - 53	1¼ - 2	1.5
63 - 78	2½ - 3	1.8
91 - 129	3½ - 5	2.1
155	6	2.5

Tabla 352-44.- Características de expansión del tubo conduit rígido no metálico de PVC con un coeficiente de expansión térmica = 6.084×10^{-5} mm/mm/°C

Cambio de temperatura (° C)	Cambio de longitud del tubo conduit tipo PVC (mm/m)
5	0.30
10	0.61
15	0.91
20	1.22
25	1.52
30	1.83
35	2.13
40	2.43
45	2.74
50	3.04
55	3.35
60	3.65
65	3.95
70	4.26
75	4.56
80	4.87
85	5.17
90	5.48
95	5.78
100	6.08

352-44. Accesorios de expansión. Se deben suministrar accesorios de expansión para el tubo conduit de PVC para compensar la expansión y la contracción térmica donde el cambio de longitud, de acuerdo con la Tabla 352-44, se espera que sea de 6 milímetros o más, en un tramo recto entre elementos firmemente montados, como cajas, gabinetes, codos y otras terminaciones de conduit.

352-46. Pasacables. Cuando un tubo conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un pasacables o adaptador que proteja el cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Véase 300-4(g) con respecto a la protección de los conductores de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y más grandes en los pasacables.

352-48. Uniones. Todas las uniones entre los tramos del conduit, y entre el tubo conduit y los coples, accesorios y cajas se deben hacer con un método aprobado.

352-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con 300-15.

352-60. Puesta a tierra. Cuando se exige puesta a tierra del equipo, se debe instalar en el tubo conduit un conductor separado de puesta a tierra del equipo.

Excepción 1: Tal como se permite en la Excepción 2 de 250-134(b), para circuitos de corriente continua, y en la Excepción 1 de 250-134(b), para conductores de puesta a tierra del equipo tendido separado.

Excepción 2: Cuando el conductor puesto a tierra se usa para poner a tierra el equipo, tal como se permite en 250-142.

Parte C. Especificaciones de construcción

352-100. Construcción. El tubo conduit de PVC debe estar fabricado con policloruro de vinilo (PVC), rígido (no plastificado). El tubo conduit de PVC y los accesorios deben estar compuestos por material no metálico adecuado, resistente a la humedad y a las atmósferas químicas. Para uso sobre el suelo, también debe ser resistente a la llama, el impacto y la compresión, resistente a la distorsión del calor, en condiciones que probablemente se encuentren en servicio, y resistente a los efectos de la baja temperatura y de la luz solar.

Para uso subterráneo, el material debe tener resistencia aceptable a la humedad y a los agentes corrosivos, y debe tener resistencia suficiente para soportar el abuso, por ejemplo, por impacto y compresión, durante su manipulación e instalación. Cuando está previsto para enterrarlo directamente, sin estar embebido en concreto, el material también debe resistir la carga permanente que probablemente se encuentre después de la instalación.

352-120. Marcado. Cada tramo de tubo conduit de PVC se debe marcar de manera clara y duradera, por lo menos cada 3.00 metros, tal como se exige en la primera frase de 110-21(a). El tipo de material también se debe incluir en la marca, a menos que se pueda identificar visualmente. En el tubo conduit reconocido para uso sobre el suelo, estas marcas deben ser permanentes. En el tubo conduit limitado para uso subterráneo exclusivamente, estas marcas deben tener duración suficiente para permanecer legibles hasta que se instale el material. Se permitirá que el tubo conduit tenga marcas superficiales para indicar características especiales del material.

NOTA: Ejemplos de estas marcas incluyen, pero no se limitan a: “baja emisión de humo” y “resistente a la luz del sol”.

ARTÍCULO 353

TUBO CONDUIT DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD TIPO HDPE

Parte A. Generalidades

353-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) y accesorios asociados.

NOTA: Consulte el Artículo 352 para el tubo conduit rígido de policloruro de vinilo tipo PVC, y el Artículo 355 para el tubo conduit de resina termofija reforzada tipo RTRC.

353-2. Definición.

Tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE). Canalización no metálica de sección transversal circular, con coples, conectores y accesorios asociados o integrales para la instalación de conductores eléctricos.

353-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit de polietileno de alta densidad HDPE y accesorios asociados deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

353-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso del tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) en las siguientes condiciones:

- (1) En tramos continuos o discontinuos de un carrete.
- (2) En lugares sometidos a influencias corrosivas fuertes, tal como se trata en 300-6, y donde esté sujeto a sustancias químicas para las cuales el tubo conduit está aprobado.
- (3) En relleno de cascajo.
- (4) En instalaciones directamente enterradas en tierra o en concreto.

NOTA: Consulte 300-5 y 300-50 con relación a las instalaciones subterráneas.

- (5) Por encima del suelo, excepto lo que prohíbe 353-12, cuando está encerrado en no menos de 5 centímetros de concreto.
- (6) Se permitirá que los conductores o cables con una temperatura nominal mayor a la aprobada del tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) sean instalados en tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE), siempre y cuando los conductores o cables no operen a temperaturas más altas a las aprobadas del tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE).

353-12. Usos no permitidos. El tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) no se debe usar bajo las siguientes condiciones:

- (1) Cuando está expuesto.
- (2) Dentro de un edificio.
- (3) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.
- (4) Cuando está sometido a temperaturas ambiente que superen los 50 °C, a menos que esté aprobado de otro modo.

353-20. Tamaño.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial ½).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) con designación métrica superior al 155 (tamaño comercial 6).

NOTA: Los designadores métricos y los tamaños comerciales tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales. Véase 300-1(c).

353-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

353-24. Dobleses. Cómo se hacen. Los dobleces se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer los dobleces manualmente, sin equipo auxiliar. El radio del doblez hasta la línea central de dicho doblez no debe ser menor al indicado en la Tabla 354-24. Para tubos conduit con designadores métricos 129 y 155 (tamaños comerciales 5 y 6) el radio permisible de doblez debe ser de acuerdo con las especificaciones proporcionadas por el fabricante.

353-26. Dobleses. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

353-28. Desbaste. Todos los extremos cortados se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

353-46. Pasacables. Cuando un tubo conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un pasacables o adaptador que proteja el cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Véase 300-4(g) con respecto a la protección de los conductores de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y más grandes en los pasacables.

353-48. Uniones. Todas las uniones entre los tramos del conduit, y entre el tubo conduit y los coples, accesorios y cajas se deben hacer con un método aprobado.

NOTA: El tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) se puede unir usando fusión por calor, electrofusión o accesorios mecánicos.

353-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con 300-15.

353-60. Puesta a tierra. Cuando se exige puesta a tierra del equipo, se debe instalar en el tubo conduit un conductor independiente de puesta a tierra del equipo.

Excepción 1: Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipo se instale independientemente del conduit, cuando se usa para la puesta a tierra de circuitos de corriente continua, de acuerdo con la excepción 2 de 250-134.

Excepción 2: No se exigirá conductor de puesta a tierra del equipo, cuando el conductor puesto a tierra se usa para poner a tierra el equipo, como lo permite 250-142.

Parte C. Especificaciones de construcción

353-100. Construcción. El tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) debe estar fabricado con polietileno de alta densidad resistente a la humedad y a las atmósferas químicas. El material debe ser resistente a la humedad y a los agentes corrosivos, y debe tener resistencia suficiente para soportar el abuso, por ejemplo, por impacto y compresión, durante su manipulación e instalación. Cuando está previsto para enterrarlo directamente, sin estar embebido en concreto, el material también debe resistir la carga permanente que probablemente tendrá después de la instalación.

353-120. Marcado. Cada tramo de tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) se debe marcar de manera clara y duradera, por lo menos cada 3.00 metros, tal como se exige en 110-21. El tipo de material también se debe incluir en la marca.

ARTÍCULO 354**TUBO CONDUIT SUBTERRÁNEO NO METÁLICO CON CONDUCTORES TIPO NUCC****Parte A. Generalidades**

354-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC).

354-2. Definición.

Tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC). Ensamble, montado en fábrica, de conductores o cables dentro de un tubo conduit no metálico de sección transversal circular y paredes lisas.

354-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) y accesorios asociados deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

354-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de tubos conduit subterráneos no metálicos con conductores (NUCC) y sus accesorios en los siguientes casos:

- (1) En instalaciones subterráneas directamente enterradas (Para los requisitos mínimos de profundidad, véase las Tablas 300-5 y 300-50, bajo la columna tubo conduit no metálico pesado).
- (2) Empotrados o encerrados en concreto.
- (3) En rellenos de cascajo.
- (4) En lugares subterráneos sometidos a condiciones corrosivas fuertes tal como se especifica en 300-6 y sujetos a productos químicos para los que el ensamble esté específicamente aprobado.
- (5) Por encima del suelo, excepto lo que prohíbe 354-12, cuando está encerrado en no menos de 5 centímetros de concreto.

354-12. Usos no permitidos. No se debe utilizar tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC):

- (1) En lugares expuestos.
- (2) En el interior de los edificios.

Excepción: Se permitirá que, cuando sea adecuado, la parte de los conductores o cables del ensamble se prolongue hasta el interior del edificio para las terminaciones, de acuerdo con 300-3.

- (3) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

354-20. Tamaño

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial ½).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) con designación métrica superior al 103 (tamaño comercial 4).

NOTA: Los designadores métricos y los tamaños comerciales tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales. Véase 300-1(c).

354-22. Número de conductores. El número de conductores o cables no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

354-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces de los conduit se deben hacer manualmente, de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. El radio del doblez de la línea central de estos dobleces no debe ser menor al mostrado en la Tabla 354-24.

354-26. Dobles. Número de dobles en un tramo. Entre puntos de terminación no debe haber más del equivalente a cuatro dobles de un cuadrante (360° en total).

354-28. Desbaste. En sus terminaciones, el tubo conduit se debe desbastar separándolo de los conductores o cables, utilizando un método aprobado que no dañe el aislamiento o cubierta de los conductores o cables. Todos los extremos del tubo conduit se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

354-46. Pasacables. Cuando un tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un pasacables o adaptador que proteja el conductor o cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Véase 300-4(g) con respecto a la protección de los conductores de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y más grandes en los pasacables.

354-48. Uniones. Todas las uniones entre conduit, accesorios y cajas se deben hacer con un método aprobado.

354-50. Terminaciones de los conductores. Todas las terminaciones entre los conductores o cables y los equipos se deben hacer por un método aprobado para ese tipo de conductor o cable.

354-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer en las cajas de empalmes u otros envolventes.

354-60. Puesta a tierra. Cuando se exige puesta a tierra del equipo, se debe usar un ensamble que contenga un conductor separado de puesta a tierra del equipo.

Tabla 354-24.- Radio mínimo de curvatura para tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC)

Tamaño del conduit		Radio mínimo de curvatura
Designación métrica	Tamaño comercial	Centímetros
16	½	25
21	¾	30
27	1	35
35	1¼	45
41	1½	50
53	2	65
63	2½	90
78	3	120
103	4	150

Parte C. Especificaciones de construcción

354-100. Construcción.

a) General. El tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) es un ensamble que se suministra en longitudes continuas en un rollo, bobina o caja de cartón.

b) Tubo conduit subterráneo no metálico. El tubo conduit subterráneo no metálico debe estar aprobado y compuesto de un material resistente a la humedad y a los agentes corrosivos. También debe ser apto para ser suministrado en rollos sin que se dañe o deforme y debe tener la resistencia suficiente para soportar el abuso, por ejemplo, por impacto o compresión, durante su manipulación e instalación, sin que sufran daños el tubo conduit o los conductores.

c) Conductores y cables. Los conductores y cables utilizados en tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) deben estar aprobados y cumplir las disposiciones de 310-10(c). Los conductores de diferentes sistemas se deben instalar de acuerdo con 300-3(c).

d) Ocupación por el conductor. El número máximo de conductores o cables en tubos conduit subterráneos no metálicos con conductores (NUCC) no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación en la Tabla 1, Capítulo 10.

354-120. Marcado. El tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) debe estar marcado de manera clara y duradera por lo menos cada 3.00 metros, tal como se exige en 110-21. La marca debe incluir también el tipo de conduit.

La identificación de los conductores o cables usados en el ensamble debe ir en una etiqueta unida a cada extremo del conjunto o en los laterales del carrete. Las marcas de los conductores o cables encerrados deben cumplir lo establecido en 310-120.

ARTÍCULO 355

TUBO CONDUIT DE RESINA TERMOFIJA REFORZADA TIPO RTRC

Parte A. Generalidades

355-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) y accesorios asociados.

NOTA: Consulte el Artículo 352 para el tubo conduit rígido de policloruro de vinilo tipo PVC y el Artículo 353 para el tubo conduit de polietileno de alta densidad, tipo HDPE.

355-2. Definición.

Tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC). Tubo conduit no metálico pesado de sección transversal circular, con coples, conectores y accesorios asociados o integrales para la instalación de conductores y cables eléctricos.

355-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), los codos hechos en fábrica y los accesorios asociados deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

355-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) según lo establecido en (a) hasta (i).

a) Oculto. Se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) en paredes, pisos y plafones.

b) Influencias corrosivas. Se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) en lugares sometidos a influencias corrosivas fuertes, tal como se estipula en 300-6 y cuando están sometidos a sustancias químicas para las cuales los materiales están específicamente aprobados.

c) Cascajo. Se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) en rellenos de cascajo.

d) Lugares mojados. Se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) en plantas de procesamiento de productos lácteos, lavanderías, fábricas de conservas u otros lugares mojados, y en lugares en los que se laven con frecuencia las paredes, todo el sistema de conduit, incluyendo las cajas y los accesorios usados en él, se deben instalar y equipar de modo que se prevenga que el agua entre en el conduit. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc. deben ser de materiales resistentes a la corrosión o deben estar protegidos por materiales aprobados resistentes a la corrosión.

e) Lugares secos y húmedos. Se permitirá el uso de tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) en lugares secos y húmedos no prohibidos por 355-12.

f) Visible. Se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) para instalaciones visibles, si está identificado para ese uso.

NOTA: El tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) tipo XW se identifica para áreas donde puede haber daño físico.

g) Instalaciones subterráneas. Para instalaciones subterráneas, véase 300-5 y 300-50.

h) Soporte de las cajas de paso. Se permitirá que el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) soporte las cajas no metálicas no mayores que el tamaño comercial más grande de una canalización que entra. Estas cajas no deben soportar luminarias u otros equipos, y no deben contener dispositivos diferentes de los de empalme, tal como se permite en 110-14(b) y 314-16(c)(2).

i) Limitaciones de temperatura del aislamiento. Se permitirá que los conductores o cables con una temperatura nominal mayor a la aprobada del tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) sean instalados en tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), si los conductores o cables no operan a temperaturas más altas a las aprobadas del tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC).

355-12. Usos no permitidos. No se debe usar el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) en las condiciones siguientes:

a) Lugares peligrosos (clasificados).

- (1) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.
- (2) En lugares de Clase I, División 2, excepto lo que se permite en 501-10(b)(1)(6).

b) Soporte para luminarias. Para el soporte de luminarias u otros equipos no descritos en 355-10(h).

c) Daño físico. Cuando está sometido al daño físico, a menos que esté identificado para ese uso.

d) Temperaturas ambiente. Cuando está sometido a temperaturas ambiente mayores de 50 °C, a menos que estén aprobados de otro modo.

e) Teatros y lugares similares. En teatros y lugares similares, excepto como se indica en 518-4 y 520-5.

355-20. Tamaño.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial ½).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) con designación métrica superior al 155 (tamaño comercial 6).

NOTA: Los designadores métricos y los tamaños comerciales tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales. Véase 300-1(c).

355-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder al permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10. Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

355-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Los dobleces hechos en obra se deben hacer únicamente con equipo de doblado identificado para ese propósito. El radio del doblez hasta la línea central de dicho doblez no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10.

355-26. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

355-28. Desbaste. Todos los extremos cortados se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

355-30. Sujeción y soporte. El tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) se debe instalar como un sistema completo, según 300-18, y se debe sujetar y asegurar en su lugar y soportar según (a) y (b) siguientes.

Tabla 355-30.- Soportes para tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC)

Tamaño del conduit		Separación máxima entre los soportes
Designación métrica	Tamaño comercial	Metros
16 - 27	½ - 1	0.9
35 - 53	1 ¼ - 2	1.5
63 - 78	2 ½ - 3	1.8
91 - 129	3 ½ - 5	2.1
155	6	2.5

a) Sujetado y asegurado. El tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivo u otra terminación de conduit. Se permitirá la instalación de tubo conduit aprobado para sujeción a una distancia diferente de 90 centímetros de acuerdo con su aprobación.

b) Soportes. El tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) se debe soportar tal como se exige en la Tabla 355-30. Se permitirá instalar tubo conduit aprobado para soportar espaciamientos diferentes de la Tabla 355-30 de acuerdo con su aprobación. Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) soportados por aberturas a través de miembros estructurales, a intervalos no superiores a los de la Tabla 355-30, asegurados y sujetos a una distancia no mayor de 90 centímetros de los puntos de terminación.

355-44. Accesorios de expansión. Cuando se espera, de acuerdo con la Tabla 355-44, un cambio de longitud de 6 milímetros o más en un tramo recto entre elementos montados seguramente, tales como cajas, gabinetes, codos y otras terminaciones de conduit, se deben suministrar accesorios de expansión para el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) para compensar la expansión y la contracción térmicas.

355-46. Pasacables. Cuando un tubo conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un pasacables o adaptador que proteja el cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Véase 300-4(g) con respecto a la protección de los conductores de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y más grandes en los pasacables.

355-48. Uniones. Todas las uniones entre los tramos del conduit, y entre el tubo conduit y los coples, accesorios y cajas se deben hacer con un método aprobado.

355-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con 300-15.

355-60. Puesta a tierra. Cuando se exige puesta a tierra del equipo, se debe instalar en el tubo conduit un conductor separado de puesta a tierra del equipo.

Excepción 1: Tal como se permite en la Excepción 2 de 250-134(b), para circuitos de corriente continua, y en la Excepción 1 de 250-134(b), para conductores de puesta a tierra del equipo tendidos separados.

Excepción 2: Cuando el conductor puesto a tierra se usa para poner a tierra el equipo, tal como se permite en 250-142.

Tabla 355-44.- Características de expansión del tubo conduit de resina termofija reforzada RTRC con un coeficiente de expansión térmica = 2.70×10^{-5} milímetros/mm/° C

Cambio de temperatura (°C)	Cambio de longitud del tubo conduit tipo RTRC (mm/m)
5	0.14
10	0.27
15	0.41
20	0.54
25	0.68
30	0.81
35	0.95
40	1.08
45	1.22
50	1.35
55	1.49
60	1.62
65	1.76
70	1.89
75	2.03
80	2.16
85	2.30
90	2.43
95	2.57
100	2.70

Parte C. Especificaciones de construcción

355-100. Construcción. El tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) y los accesorios deben estar compuestos por material no metálico adecuado, resistente a la humedad y a las atmósferas químicas. Para uso sobre el suelo, también debe ser resistente a la llama, al impacto y a la compresión, resistente a la distorsión por calor en condiciones que probablemente se encuentren en servicio, y resistente a los efectos de la baja temperatura y de la luz solar. Para uso subterráneo, el material debe tener una resistencia aceptable a la humedad y a los agentes corrosivos, y debe tener la resistencia suficiente para soportar el abuso, como por ejemplo por impacto y compresión, durante su manipulación e instalación. Cuando está previsto para enterrarlo directamente, sin estar embebido en concreto, el material también debe resistir la carga permanente que probablemente se encuentre después de la instalación.

355-120. Marcado. Cada tramo de tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) se debe marcar de manera clara y duradera, por lo menos cada 3.00 metros, tal como se exige en la primera oración de 110-21. El tipo de material también se debe incluir en la marca, a menos que se pueda identificar visualmente. En tubo conduit reconocido para su uso sobre el suelo, estas marcas deben ser permanentes. En tubo conduit limitado para uso subterráneo exclusivamente, estas marcas deben tener la duración suficiente para permanecer legibles hasta que se instale el material. Se permitirá que el tubo conduit tenga marcas superficiales para indicar características especiales del material.

NOTA: Ejemplos de estas marcas incluyen, pero no se limitan a: “baja emisión de humo” y “resistente a la luz del sol”.

ARTÍCULO 356

TUBO CONDUIT NO METÁLICO FLEXIBLE HERMÉTICO A LOS LÍQUIDOS TIPO LFNC

Parte A. Generalidades

356-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC y accesorios asociados.

356-2. Definición.

Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC). Canalización de sección transversal circular de varios tipos, como sigue:

- (1) Un núcleo central interior liso y sin costuras, y una cubierta, unidas estrechamente y con una o más capas de refuerzo entre el núcleo y la cubierta, designadas como Tipo LFNC-A.
- (2) Una superficie interior lisa con refuerzo integral dentro de la pared del conduit, designada como Tipo LFNC-B.
- (3) Una superficie corrugada interna y externa sin refuerzos integrales dentro de la pared del conduit, designada como LFNC-C.

NOTA: La sigla FNMC es una designación alternativa para LFNC.

356-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC) y accesorios asociados deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

356-10. Usos permitidos. Se permitirá usar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC, en instalaciones visibles u ocultas, para los siguientes propósitos:

NOTA: El frío extremo puede causar que algunos tipos de tubos conduit no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

- (1) Cuando se necesite flexibilidad para la instalación, operación o mantenimiento.
- (2) Cuando se requiere proteger los conductores contenidos, de vapores, líquidos o sólidos.
- (3) Para instalaciones exteriores, cuando esté aprobado y marcado como adecuado para ese uso.
- (4) Para enterrarlo directamente, cuando esté aprobado y marcado para ese uso.
- (5) Se permitirá instalar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFNC en tramos de más de 1.80 metros, cuando se asegura de acuerdo con 356-30.
- (6) Como tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFNC-B en un ensamble prealambrado fabricado y aprobado, de tubo conduit con designación métrica del 16 hasta el 27.
- (7) Para estar embebido en concreto si está aprobado para enterrarlo directamente y se instala de acuerdo con 356-42.

356-12. Usos no permitidos. No se debe usar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC en los siguientes casos:

- (1) Cuando esté expuesto a daños físicos.
- (2) Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y la de los conductores exceda aquella para la que está aprobado el tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC.
- (3) En tramos más largos de 1.80 metros, excepto como se permite en 356-10(5), o donde se apruebe una longitud superior como esencial para un grado necesario de flexibilidad.
- (4) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

356-20. Tamaño.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial de $\frac{1}{2}$), a menos que esté permitido en (a)(1) o (a)(2) siguientes para designación métrica 12 (tamaño comercial de $\frac{3}{8}$)

- (1) Para encerrar las puntas de los conductores de los motores, tal como se permite en 430-245(b).
- (2) En tramos no superiores a 1.80 metros, como parte de un ensamble aprobado para conexiones en derivación a luminarias, tal como se exige en 410-117(c), o para equipo de utilización.

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC con designación métrica superior al 103 (tamaño comercial 4).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Éstos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

356-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder al permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

356-24. Dobleses. Cómo se hacen. Los dobleces del tubo conduit se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer los dobleces manualmente, sin equipo auxiliar. El radio del dobléz hasta la línea central de cualquier dobléz no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10, en la columna "otros dobleces".

356-26. Dobleses. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de jalado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

356-28. Desbaste. Todos los extremos cortados del tubo conduit se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

356-30. Sujeción y soporte. El tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFNC se debe sujetar y asegurar y soportar de acuerdo con uno de los siguientes:

- (1) Cuando se instala en tramos que superen 1.80 metros, el tubo conduit se debe sujetar y asegurar a intervalos no superiores a 90 centímetros y a una distancia no mayor de 30 centímetros a cada lado de cada caja de salida, caja de empalmes, gabinete o accesorio. Cuando se usen abrazaderas para asegurar y soportar cables deberán ser adecuadas y aprobadas para la aplicación
- (2) No se exigirá asegurar o soportar el tubo conduit si éste es jalado entre paredes, está instalado en tramos no superiores a 90 centímetros en terminales en donde se necesita flexibilidad, o cuando está instalado en tramos no superiores a 1.80 metros, desde una conexión a la terminal de una luminaria para derivar conductores hasta luminarias como se permite en 410-117(c)
- (3) Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC, soportados en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 90 centímetros y sujetos y asegurados a una distancia menor de 30 centímetros de los puntos de terminación.
- (4) No se requiere soportar y sujetar el tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, LFNC, cuando se instale en tramos no mayores a 1.80 metros desde el último punto de sujeción de la canalización, para conectar dentro de un plafón accesible, una luminaria u otros equipos. Para los fines de lo establecido en esta sección, se permitirán accesorios para conduit no metálicos flexibles, herméticos a los líquidos, como un medio de soporte.

356-42. Coples y conectores. Sólo se deben usar accesorios aprobados para su uso con tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC. No se deben utilizar conectores en ángulo en instalaciones con canalizaciones ocultas. Se permiten accesorios rectos para tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC para enterrarlo directamente o embebido en concreto.

356-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con 300-15.

356-60. Puesta a tierra. Donde se requiera la puesta a tierra de equipos, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos separado en el conduit.

Excepción 1: Tal como se permite en la sección 250-134(b), excepción 2, para circuitos de c.c. y en la sección 250-134(b), excepción 1, para conductores de puesta a tierra de equipos separados.

Excepción 2: Donde el conductor puesto a tierra se use para poner a tierra equipos, según lo permitido en la sección 250-142.

Parte C. Especificaciones de construcción

356-100. Construcción. El tubo conduit LFNC-B como ensamble fabricado prealambrado se debe suministrar en tramos continuos que se puedan embarcar en un rollo, carrete o caja de cartón sin que se dañe.

356-120. Marcado. El tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC se debe marcar por lo menos cada 60 centímetros, de acuerdo con 110-21. La marca también debe incluir la designación, según 356-2, y el tamaño comercial. Debe estar marcado el tubo conduit que está previsto para uso en exteriores o para enterrarlo directamente. El tipo, tamaño y cantidad de conductores usados en los ensambles fabricados prealambrados se deben identificar por medio de una etiqueta o un rótulo impresos, unidos a cada extremo del conjunto fabricado y en la caja de cartón, el rollo o carrete. Los conductores en el interior del tubo se deben marcar de acuerdo con 310-120.

ARTÍCULO 358

TUBO CONDUIT METÁLICO LIGERO TIPO EMT

Parte A. Generalidades

358-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit metálico ligero EMT y accesorios asociados.

358-2. Definición.

Tubo conduit metálico ligero (EMT). Tubo sin rosca, de pared delgada y sección transversal circular diseñada para la protección física y el enrutamiento de conductores y cables, y para su uso como conductor de puesta a tierra del equipo cuando se instala usando los accesorios adecuados. En general, este tipo de tubería EMT está hecha de acero (ferroso) con revestimientos de protección o de aluminio (no ferroso).

358-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit metálico ligero EMT, los codos hechos en fábrica y los accesorios asociados deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

358-10. Usos permitidos.

a) Expuestos y ocultos. El uso de tubo conduit metálico ligero EMT se permitirá para trabajo visible u oculto para lo siguiente:

(1) En el concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas sujetas a fuertes influencias corrosivas, cuando se instalen de acuerdo con 358-10 (b).

(2) En lugares secos, húmedos y mojados.

(3) En cualquier lugar peligroso (clasificado) según lo permitido por otros artículos en esta NOM.

b) Ambientes corrosivos.

(1) Tubo conduit metálico ligero EMT ferroso (acero), codos y accesorios. Se permitirá instalar el tubo conduit metálico ligero EMT ferroso, los codos, coples y accesorios, en concreto, en contacto directo con la tierra, o en áreas expuestas a influencias corrosivas fuertes, si están protegidos contra la corrosión y son aprobados como adecuados para esa condición.

(2) Protección Complementaria del tubo conduit ligero no ferroso EMT (aluminio). El tubo conduit ligero EMT de aluminio deberá estar provisto de protección anticorrosiva suplementaria aprobada cuando esté encerrado en hormigón o en contacto directo con la tierra.

c) Relleno de cenizas. Se permitirá que el tubo conduit ligero de acero galvanizado y acero inoxidable EMT se instalen en concreto o relleno de ceniza cuando estén sujetos a humedad permanente cuando estén protegidos en todos los lados por una capa de hormigón no aglomerado de al menos 50 mm de espesor o cuando el tubo esté instalado al menos 45 cm (18 pulgadas) debajo del relleno.

d) Lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc. deben ser de materiales resistentes a la corrosión o deben estar protegidos por materiales resistentes a la corrosión.

NOTA: Véase 300-6 para la protección contra la corrosión.

358-12. Usos no permitidos. No se debe utilizar tubo conduit metálico ligero EMT bajo las siguientes condiciones:

- (1) Cuando estén sujetos a daño físico severo.
- (2) Para soporte de luminarias u otros equipos, excepto de cajas no más grandes que la tubería de mayor tamaño comercial.

358-14. Metales diferentes. Siempre que sea posible, debe evitarse el contacto entre metales diferentes en cualquier parte del sistema para eliminar la posibilidad de acción galvánica. Se permite utilizar accesorios de aluminio y envolventes con tubo conduit metálico ligero de acero galvanizado, y se permite utilizar accesorios y envolventes de acero galvanizado con tubo conduit metálico ligero de aluminio cuando no estén sujetos a influencias corrosivas severas. El tubo conduit metálico ligero de acero inoxidable sólo se debe utilizar con accesorios de acero inoxidable, accesorios, cajas de salida y envolventes aprobados.

358-20. Tamaño.

a) Mínimo. No se debe utilizar tuberías eléctricas metálicas (EMT) con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial ½).

Excepción: Para encerrar las puntas de los conductores de los motores, tal como se permite en 430-245(b).

b) Máximo. El tamaño máximo de la tubería EMT debe ser la designación métrica 103 (tamaño comercial 4).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Éstos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

358-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

358-24. Dobleses. Cómo se hacen. Los dobleces se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. El radio del doblado de cualquier doblado hecho en obra hasta la línea central de la tubería no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10 para dobladoras de un golpe y de zapata completa.

358-26. Dobleses. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

358-28. Desbastado y roscado.

a) Desbaste. Todos los extremos cortados del tubo conduit metálico ligero EMT se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

b) Roscado. El tubo conduit metálico ligero EMT no debe ser roscado.

Excepción: El tubo conduit metálico ligero EMT con coples integrales roscados en fábrica que cumplan las disposiciones de 358-100.

358-30. Sujeción y soporte. Los tubos conduit metálicos ligeros EMT se deben instalar como un sistema completo, como se establece en 300-18 y se deben sujetar y asegurar en su lugar y soportarse de acuerdo con 358-30(a) y (b).

a) Sujetado y asegurado. El tubo conduit metálico ligero EMT se debe sujetar y asegurar en su lugar a intervalos que no excedan de 3.00 metros. Además, cada tramo de tubo EMT entre los puntos de terminación se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivo, gabinete u otra terminación de conduit.

Excepción 1: Se permitirá incrementar la distancia de sujeción de tramos continuos hasta una distancia de 1.50 metros, cuando los elementos estructurales no permiten una sujeción fácil dentro de una distancia de 90 centímetros.

Excepción 2: Para obras ocultas en edificios terminados o paneles de paredes prefabricados, en donde no es posible asegurar la tubería, se permitirá tender secciones continuas (sin coples) de tubo conduit metálico ligero EMT.

b) Soportes. Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit metálico ligero EMT soportados en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 3.00 metros y sujetos y asegurados a una distancia no mayor de 90 centímetros de los puntos de terminación.

358-42. Coples y conectores. Los coples y conectores utilizados con las tuberías EMT deben ser herméticos. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando se instalan en lugares mojados, deben cumplir lo establecido en 314-15.

358-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con 300-15.

358-60. Puesta a tierra. Se permitirá el tubo conduit metálico ligero EMT como conductor de puesta a tierra del equipo.

Parte C. Especificaciones de construcción

358-100. Construcción. El tubo conduit metálico ligero EMT se hará de uno de los siguientes:

- (1) Acero con revestimientos protectores.
- (2) Aluminio
- (3) Acero inoxidable

358-120. Marcado. El tubo conduit metálico ligero EMT debe ir marcado de manera clara y duradera por lo menos cada 3.00 metros, como se exige en la primera oración de 110-21(a).

ARTÍCULO 360

TUBO CONDUIT METÁLICO FLEXIBLE LIGERO TIPO FMT

Parte A. Generalidades

360-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones para tubo conduit metálico flexible FMT y accesorios asociados.

360-2. Definición.

Tubo conduit metálico flexible ligero (FMT). Canalización de sección transversal circular, flexible, metálica y hermética a los líquidos, sin cubierta no metálica.

360-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit metálico flexible ligero FMT y accesorios asociados deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

360-10. Usos permitidos. Se permitirá usar tuberías metálicas flexibles FMT en circuitos derivados:

- (1) En lugares secos.
- (2) En lugares ocultos.
- (3) En lugares accesibles.
- (4) Para instalaciones de tensión máxima de 1000 volts.

360-12. Usos no permitidos. No se deben utilizar tuberías metálicas flexibles FMT:

- (1) En cubos de elevadores.
- (2) En cuartos baterías de acumuladores.
- (3) En lugares peligrosos (clasificados a menos que se permitan de alguna manera en otros Artículos de esta NOM.
- (4) Subterráneas directamente enterradas o embebidas en concreto vaciado o agregados.
- (5) Si están expuestas a daños físicos; y
- (6) En tramos de más de 1.80 metros.

360-20. Tamaño

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit metálico flexible ligero FMT con designación métrica inferior al 16 (tamaño comercial $\frac{1}{2}$).

Excepción 1: Se permitirá instalar tubo conduit metálico flexible ligero FMT con designación métrica 12 (tamaño comercial $\frac{3}{8}$) de acuerdo con 300-22(b) y (c).

Excepción 2: Se permitirá instalar tubo conduit metálico flexible ligero FMT con designación métrica 12 (tamaño comercial $\frac{3}{8}$) en tramos no superiores a 1.80 metros como parte de un ensamble o para luminarias. Véase 410-117(c).

b) Máximo. El tamaño máximo del tubo conduit metálico flexible ligero FMT debe ser de designación métrica 21 (tamaño comercial $\frac{3}{4}$).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Éstos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

Tabla 360-24(a).- Radios mínimos de curvatura para uso en flexión

Designador métrico	Tamaño comercial	Radios mínimos para uso en flexión
		centímetros
12	$\frac{3}{8}$	25.40
16	$\frac{1}{2}$	31.75
21	$\frac{3}{4}$	44.45

Tabla 360-24(b).- Radios mínimos para dobleces fijos

Designador métrico	Tamaño comercial	Radios mínimos para dobleces fijos
		centímetros
12	$\frac{3}{8}$	8.89
16	$\frac{1}{2}$	10.16
21	$\frac{3}{4}$	12.70

360-22. Número de conductores.

a) FMT - Designadores métricos 16 y 21 (tamaños comerciales $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$). El número de conductores en los designadores métricos 16 (tamaño comercial $\frac{1}{2}$) y 21 (tamaño comercial $\frac{3}{4}$) no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

b) FMT - Designador métrico 12 (tamaño comercial $\frac{3}{8}$). El número de conductores en el indicador métrico 12 (tamaño comercial de $\frac{3}{8}$) no debe exceder el permitido en la Tabla 348-22.

360-24. Dobleces

a) Usos con flexión poco frecuente. Cuando el tubo conduit metálico flexible ligero FMT es doblado con poca frecuencia después de instalado, el radio de los dobleces medido en el interior del doblé no debe ser menor a lo especificado en la Tabla 360-24(a).

b) Dobleces fijos. Cuando el tubo conduit metálico flexible ligero FMT se doble para propósitos de instalación y no se necesite doblar o flexionar después de su instalación, los radios de los dobleces medidos en el interior del doblé no deben ser inferiores a lo especificado en la Tabla 360-24(b).

360-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con 300-15.

360-60. Puesta a tierra. Se permitirá el uso del tubo conduit metálico flexible ligero FMT como conductor de puesta a tierra de equipos, si se instala de acuerdo con 250-118(7).

Parte C. Especificaciones de construcción

360-120. Marcado. El tubo conduit metálico flexible ligero FMT se debe marcar de acuerdo con 110-21.

ARTÍCULO 362**TUBO CONDUIT NO METÁLICO TIPO ENT****Parte A. Generalidades**

362-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit no metálico ENT y accesorios asociados.

362-2. Definición.

Tubo conduit no metálico ENT. Canalización no metálica, corrugada y flexible, de sección transversal circular, con coples, conectores y accesorios integrados o asociados, para la instalación de conductores eléctricos. El tubo conduit no metálico ENT está hecho de un material resistente a la humedad, a atmósferas químicas y es retardante de flama.

Una canalización flexible es una canalización que se puede doblar con la mano con una fuerza razonable, pero sin ayuda.

362-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit no metálico ENT y accesorios asociados deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

362-10. Usos permitidos. Para el propósito de este Artículo, el primer piso de un edificio debe ser aquel que tenga el 50 por ciento o más del área superficial de la pared exterior, a nivel con el suelo terminado o por encima de él. Se permitirá un nivel adicional que sea el primer nivel y no esté diseñado para ser habitado por personas y se use exclusivamente para estacionamiento de vehículos, almacenamiento o usos similares. Se permitirá el uso de tuberías eléctricas no metálicas ENT y sus accesorios en los siguientes casos:

- (1) En cualquier edificio que no tenga más de tres pisos sobre el suelo, como sigue:
 - a. En instalaciones visibles que no estén prohibidas por 362-12.
 - b. En instalaciones ocultas dentro de paredes, pisos y plafones.
- (2) En cualquier edificio de más de tres pisos sobre el suelo, las tuberías eléctricas no metálicas ENT deben estar ocultas en las paredes, pisos y plafones si éstos ofrecen una barrera térmica de un material con un valor de resistencia al fuego de 15 minutos. Se permitirá usar la barrera térmica nominal del acabado de 15 minutos en paredes, pisos y plafones, combustibles o no combustibles.

Excepción para (2): Cuando se instala un sistema de aspersión contra incendio en todos los pisos, se permitirá el uso del tubo conduit no metálico dentro de paredes, pisos y plafones expuesta u oculta, en edificios de más de tres pisos sobre el nivel del suelo.

NOTA: Se establece una clasificación nominal de los acabados para ensambles que contengan soportes combustibles (de madera). El valor nominal de un acabado se define como el tiempo en el que la columna o viga de madera alcanza un promedio de temperatura de 121 °C o una temperatura individual de 163 °C, medida en el plano de la madera más cercano al fuego. El valor nominal de los acabados no está diseñado para representar una clasificación de los plafones de membrana.

- (3) En lugares sometidos a influencias corrosivas fuertes tal como se trata en 300-6, y donde están expuestos a productos químicos para los que estén específicamente aprobados.
- (4) En lugares ocultos, secos y húmedos no prohibidos por 362-12.
- (5) Por encima de los plafones suspendidos, cuando éstos ofrezcan una barrera térmica del material con un acabado con valor nominal mínimo de 15 minutos, tal como se identifica en las listas de ensambles con valor nominal de resistencia contra el fuego, excepto lo permitido en 362-10(1)(a).

Excepción para (5): Se permitirá usar tubo conduit no metálico ENT sobre plafones suspendidos en edificios de más de tres pisos sobre el suelo, cuando el edificio está protegido por un sistema de aspersión contra incendios.

- (6) Encerrado en concreto vaciado, o embebido en una losa de concreto sobre el suelo donde el tubo conduit no metálico ENT está colocado sobre arena u otro material cernido, siempre que para las conexiones se utilicen accesorios identificados para ese uso.
- (7) En lugares interiores mojados, tal como se permite en esta sección, o en losas de concreto sobre el suelo o debajo de él, con accesorios aprobados para ese uso.

- (8) Como un ensamble fabricado prealambrado aprobado, con designadores métricos desde 16 hasta 27.

NOTA: El frío extremo puede hacer que algunos tipos de tubos conduit no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

- (9) Se permitirá que los conductores o cables, con una temperatura nominal mayor a la aprobada de los tubos conduit no metálicos ENT, sean instalados en éstos, si los conductores o cables no operan a temperaturas más altas a las aprobadas de los tubos conduit no metálicos ENT.

362-12. Usos no permitidos. No se deben usar las tuberías eléctricas no metálicas ENT en los siguientes casos:

- (1) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.
- (2) Como soporte de luminarias y otros equipos.
- (3) Cuando estén sometidas a temperatura ambiente mayor a 50 °C, a menos que estén aprobadas de otra manera.
- (4) Directamente enterrado.
- (5) En lugares expuestos, excepto lo permitido en 362-10(1), 362-10(5) y 362-10(7).
- (6) En teatros y lugares similares, excepto lo previsto en 518-4 y 520-5.
- (7) Cuando estén expuestas a la luz directa del sol, excepto si están identificadas como resistentes a la luz del sol.
- (8) Cuando están sometidas a daño físico.

362-20. Tamaño.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit no metálico ENT menor a la designación métrica 16 (tamaño comercial ½).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit no metálico ENT superior a la designación métrica 63 (tamaño comercial 2 ½).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Éstos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

362-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación en la Tabla 1 del Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes permisibles de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

362-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces se deben hacer de modo que la tubería no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer los dobleces manualmente, sin equipo auxiliar. El radio de la curva hasta la línea central de tales dobleces no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10, en la columna "otras curvas".

362-26. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de jalado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

362-28. Desbaste. Todos los extremos cortados de las tuberías se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

362-30. Sujeción y soporte. Las tuberías eléctricas no metálicas ENT se deben instalar como un sistema completo, como se establece en 300-18 y se deben sujetar y asegurar en su lugar y soportarse de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

a) Sujetado en forma segura. El tubo conduit no metálico se debe sujetar y asegurar en intervalos no mayores de 90 centímetros. Además, el tubo conduit no metálico ENT se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivo, gabinete o herraje donde termine. Cuando se utilicen, las abrazaderas de cables deben ser adecuadas y aprobadas para la aplicación y para asegurar y soportar.

Excepción 1: Se permitirán tramos sin asegurar de hasta 1.80 metros desde la conexión terminal de una luminaria para conexiones en derivación hasta las luminarias.

Excepción 2: Tramos de hasta 1.80 metros desde el último punto de sujeción firme de la canalización para conexiones dentro de un plafón accesible hasta la luminaria u otro equipo.

Excepción 3: Para instalaciones ocultas en edificios terminados o paneles de paredes prefabricados, en donde no es posible asegurar la tubería, se permitirá tender secciones continuas (sin coples) de tubo conduit no metálico ENT.

b) Soportes. Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit no metálico ENT soportado en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 90 centímetros sujetos y asegurados a una distancia no mayor de 90 centímetros de los puntos de terminación.

362-46. Pasacables. Cuando una tubería entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un pasacables o adaptador que proteja el cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Véase 300-4(g) con respecto a la protección de los conductores de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y más grandes.

362-48. Uniones. Todas las uniones entre tramos de tuberías y entre tuberías y coples, accesorios y cajas, deben hacerse con un método aprobado.

362-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer de acuerdo con 300-15.

NOTA: Véase el Artículo 314 con respecto a las reglas para la instalación y uso de cajas y cajas de paso.

362-60. Puesta a tierra. Cuando se exige la puesta a tierra del equipo, se debe instalar un conductor separado de puesta a tierra del equipo en la canalización, que cumpla lo establecido en el Artículo 250, Parte F.

Parte C. Especificaciones de construcción

362-100. Construcción. El tubo conduit no metálico ENT debe estar hecho de un material que no exceda las características de ignición, inflamabilidad, generación de humo y toxicidad del policloruro de vinilo rígido (no plastificado).

El tubo conduit no metálico ENT, como ensamble fabricado prealambrado, se debe suministrar en tramos continuos que puedan ser transportados en rollos, carretes o cajas de cartón, sin sufrir ningún daño.

362-120. Marcado. El tubo conduit no metálico (ENT) debe estar marcado de manera clara y duradera cada 3.00 metros como mínimo, como se exige en la primera oración de 110-21. En la marca se debe indicar también el tipo de material. Se permitirá la marca de baja emisión de humo en la tubería con características de producción de baja emisión de humo.

El tipo, tamaño y cantidad de conductores usados en ensambles prealambrados se deben identificar por medio de una etiqueta o un rótulo impresos, unidos a cada extremo del conjunto fabricado y en la caja de cartón, el rollo o carrete. Los conductores encerrados se deben marcar según 310-120.

ARTÍCULO 364

TUBO CONDUIT DE POLIETILENO

Parte A. Generalidades

364-1. Definición. Los tubos conduit de polietileno pueden ser de dos tipos: una canalización semirrígida, lisa o una canalización corrugada y flexible, ambos con sección transversal circular, y sus correspondientes accesorios aprobados para la instalación de conductores eléctricos. Están compuestos de material que es resistente a la humedad. Estos tubos conduit no son resistentes a la flama.

364-2. Otros Artículos aplicables. Las instalaciones en tubo conduit de polietileno deben cumplir con lo requerido en las partes aplicables del Artículo 300. Cuando en el Artículo 250 se requiera la puesta a tierra de equipo, debe instalarse dentro del tubo conduit un conductor para ese propósito.

364-3. Usos permitidos. Está permitido el uso de tubo conduit de polietileno y sus accesorios:

- 1) En cualquier edificio que no supere los tres pisos sobre el nivel de la calle.
- 2) Embebidos en concreto colado, siempre que se utilicen para las conexiones accesorios aprobados para ese uso.
- 3) Enterrados a una profundidad no menor que 50 cm condicionado a que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 cm de espesor como mínimo.

364-4. Usos no permitidos. No debe usarse el tubo conduit de polietileno:

- 1) En áreas peligrosas (clasificadas).
- 2) Como soporte de aparatos y otro equipo.

3) Cuando estén sometidas a temperatura ambiente que supere aquella para la que está aprobado el tubo conduit.

4) Para conductores cuya limitación de la temperatura de operación del aislamiento exceda la temperatura a la cual el tubo conduit está aprobado.

5) Directamente enterradas.

6) Para tensiones eléctricas superiores a 150 volts a tierra.

7) En lugares expuestos.

8) En teatros y lugares similares.

9) Cuando estén expuestas a la luz directa del Sol.

10) En lugares de reunión (véase el Artículo 518).

11) En instalaciones ocultas en plafones y muros huecos de tablaroca.

12) En cubos y ductos de instalaciones en edificios.

13) En las instalaciones que cubren los Artículos 545, 550, 551, 552 y 605.

Parte B. Instalación

364-5. Designación

a) **Mínimo.** No debe utilizarse tubo conduit de polietileno de designación nominal menor que 16 (1/2).

b) **Máximo.** No debe utilizarse tubo conduit de polietileno de designación nominal mayor que 53 (2).

364-6. Número de conductores en un tubo conduit. El número de conductores en tubo conduit no debe exceder el permitido en la Tabla 1 del Capítulo 10.

364-7. Desbastado. Todos los extremos cortados del tubo conduit de polietileno deben desbastarse por dentro y por fuera hasta dejarlos lisos.

364-8. Empalmes. No se permite realizar empalmes en tubo conduit de polietileno.

364-9. Dobles. Los dobles del tubo conduit de polietileno se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permite hacer dobles a mano sin equipo auxiliar, y el radio de curvatura de la parte interna de dichas dobles no debe ser inferior al permitido en la Tabla 2 del Capítulo 10. Se deben utilizar accesorios aprobados.

364-10. Dobles. Número de dobles en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a dos dobles de 90 (180 máximo).

364-11. Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 314.

364-12. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos o cajas de paso. Para las disposiciones sobre instalación y uso de las cajas y registros, véase el Artículo 314.

364-13. Pasacables. Cuando un tubo conduit entre en una caja, envolvente u otra cubierta, debe colocarse una boquilla o adaptador que proteja el aislamiento de los cables contra daño físico, excepto si la caja, envolvente o cubierta ofrecen una protección similar.

NOTA: Para la protección de conductores de tamaño nominal de 21.2 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

Parte C. Especificaciones de construcción

364-14. Marcado. El tubo conduit de polietileno debe estar marcado de modo claro y duradero al menos cada 2.00 metros para la canalización lisa y al menos cada 3.00 metros para la canalización corrugada, como se exige en el primer párrafo 110-21. En la marca se indica también el tipo de material.

ARTÍCULO 366

CANALES AUXILIARES

Parte A. Generalidades

366-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción de los canales auxiliares metálicos y no metálicos, así como de los accesorios asociados.

366-2. Definiciones.

Canal auxiliar metálico. Envoltente de lámina metálica usado para complementar los espacios de alambrado en centros de medición, centros de distribución, tableros de distribución y puntos similares de los sistemas de alambrado. El envoltente tiene tapas removibles o con bisagras para albergar y proteger los alambres, cables y las barras colectoras. El envoltente está diseñado para conductores que se van a tender o instalar después de que los envoltentes se hayan instalado como un sistema completo.

Canal auxiliar no metálico. Envoltente no metálico, retardante de flama que se utiliza para complementar los espacios de alambrado en centros de medición, centros de distribución, tableros de distribución y puntos similares de los sistemas de alambrado. El envoltente tiene tapas removibles o con bisagras para albergar y proteger los alambres eléctricos, cables y las barras colectoras. El envoltente está diseñado para conductores que se van a tender o instalar después de que los envoltentes se hayan instalado como un sistema completo.

366-6. Requisitos de aprobación.

a) Exteriores. Los canales auxiliares no metálicos instalados en espacios exteriores deben cumplir las siguientes condiciones:

- (1) Estar aprobados como adecuados para la exposición a la luz solar.
- (2) Estar aprobados como adecuados para uso en lugares mojados.
- (3) Estar aprobados para la temperatura ambiente máxima de la instalación.

b) Interiores. Los canales auxiliares no metálicos instalados en espacios interiores deben estar aprobados para la temperatura ambiente máxima de la instalación.

Parte B. Instalación**366-10. Usos permitidos.****a) Canales auxiliares de lámina metálica.**

1) Uso interior y exterior. Los canales auxiliares de lámina metálica se permitirán para uso interior y exterior.

2) Lugares mojados. Los canales auxiliares de lámina metálica instalados en lugares mojados deben ser adecuados para tales lugares.

b) Canales auxiliares no metálicos. Los canales auxiliares no metálicos deben estar aprobados para la temperatura ambiente máxima de la instalación y se deben marcar con la temperatura nominal del aislamiento del conductor instalado.

1) Exteriores. Se permitirá la instalación de canales auxiliares no metálicos en espacios exteriores si están aprobados y marcados como adecuados para ese propósito.

NOTA: El frío extremo puede causar que los canales auxiliares no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

2) Interiores. Se permitirá la instalación de canales auxiliares en espacios interiores.

366-12. Usos no permitidos. Los canales auxiliares no se deben usar:

- (1) Para alojar interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, aparatos ni otros equipos similares.
- (2) Para extenderse más allá de 9.00 metros del equipo al que complementa.

Excepción: Tal como lo permite 620-35 para elevadores, se permitirá que un canal auxiliar se extienda en una distancia mayor a 9.00 metros más allá del equipo al que complementa.

NOTA: Para canalizaciones, véase los Artículos 376 y 378. Para electroductos (*busway*), véase el Artículo 368.

366-20. Conductores conectados en paralelo. Cuando los cables monoconductores que comprendan cada conductor de fase, neutro o tierra de un circuito de corriente alterna se conecten en paralelo según lo permitido en 310-10 (h), los conductores se instalarán en grupos que consten de no más de un conductor por fase, neutro, o conductor a tierra para evitar desbalanceo de la corriente en los conductores en paralelo debido a la reactancia inductiva.

366-22. Número de conductores.

a) Canales auxiliares de lámina metálica. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores y cables contenidos en cualquier sección transversal de un canal auxiliar de lámina metálica no debe exceder el 20 por ciento del área de la sección transversal interior del canal auxiliar. Los factores de ajuste especificados en 310-15(b)(3)(a) se deben aplicar únicamente cuando el número de conductores

portadores de corriente, incluyendo los conductores neutros clasificados como portadores de corriente de acuerdo con las disposiciones de 310-15(b)(5) es mayor a 30. Los conductores para circuitos de señalización o los conductores del controlador entre un motor y su arrancador y que son usados sólo para el trabajo de arranque no se deben considerar conductores portadores de corriente.

b) Canales auxiliares no metálicos. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores y cables contenidos en cualquier sección transversal del canal auxiliar no debe exceder el 20 por ciento del área de la sección transversal interior del canal auxiliar.

366-23. Ampacidad de los conductores.

a) Canales auxiliares de lámina metálica. Cuando el número de conductores portadores de corriente contenidos en un canal auxiliar de lámina metálica sea de 30 o menos, no se deben aplicar los factores de ajuste especificados en 310-15(b)(3)(a). La corriente conducida continuamente por barras de cobre desnudas en canales auxiliares de lámina metálica no debe exceder de 1.55 amperes/mm² en la sección transversal del conductor. Para barras de aluminio, la corriente conducida continuamente no debe exceder los 1.09 amperes/mm² en la sección transversal del conductor.

b) Canales auxiliares no metálicos. Los factores de ajuste especificados en 310-15(b)(3)(a) deben ser aplicables a los conductores portadores de corriente en un canal auxiliar no metálico.

366-30. Sujeción y soporte.

a) Canales auxiliares de lámina metálica. Los canales auxiliares de lámina metálica deben estar soportados y asegurados en toda su longitud a intervalos no mayores a 1.50 metros.

b) Canales auxiliares no metálicos. Los canales auxiliares no metálicos deben estar soportados y asegurados a intervalos no mayores a 90 centímetros y en cada extremo o unión, a no ser que estén aprobados para otros intervalos de soporte. En ningún caso la distancia entre los soportes debe ser mayor a 3.00 metros.

366-44. Accesorios de expansión. Se deben instalar accesorios de expansión cuando el cambio esperado en la longitud por la dilatación y contracción debidas al cambio de temperatura sea mayor a 6 milímetros.

366-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben cumplir lo establecido en (a) hasta (d).

a) Dentro de los canales. Se permitirán empalmes y derivaciones dentro de los canales si son accesibles por medio de cubiertas removibles o puertas. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 por ciento del área del canal.

b) Conductores desnudos. Las derivaciones desde conductores desnudos deben salir del canal opuestas a las terminales de conexión, y los conductores no deben estar en contacto con partes portadoras de corriente no aisladas de diferente tensión.

c) Identificación adecuada. Todas las derivaciones deben estar identificadas adecuadamente en el canal, en cuanto a los circuitos o equipos a los que alimentan.

d) Protección contra sobrecorriente. Las conexiones en derivación desde conductores en canales auxiliares deben tener protección contra sobrecorriente tal como se exige en 240-21.

366-58. Conductores aislados.

a) Conductores aislados doblados. Cuando los conductores aislados se doblen dentro de un canal auxiliar, ya sea en sus extremos o en donde los conduit, accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan del canal o en donde la dirección del canal varíe más de 30°, se deben aplicar las dimensiones que corresponden a un cable por cada terminal establecidas en la tabla 312-6(a)

b) Canales auxiliares usados como cajas de paso. Cuando los conductores aislados de 21.2 mm² (4 AWG) o más grandes se jalen a través de un canal auxiliar, la distancia entre las entradas de la canalización y del cable que alojan el mismo conductor no debe ser menor a la exigida en 314-28(a)(1) para tramos rectos y en 314-28(a)(2) para tramos en ángulo.

366-60. Puesta a tierra. Los canales auxiliares metálicos se deben conectar a uno o varios conductores de puesta a tierra de equipos, a un puente de unión de equipos o a un conductor puesto a tierra, según lo exija o lo permita 250-92(b)(1) o 250-142.

Parte C. Especificaciones de construcción

366-100. Construcción.

a) Continuidad eléctrica y mecánica. Los canales deben estar contruidos e instalados de modo que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica de todo el sistema.

b) Construcción sólida. Los canales deben estar contruidos sólidamente y deben ofrecer un envolvente completo a los conductores contenidos en ellos. Todas las superficies, tanto internas como externas, deben estar adecuadamente protegidas contra la corrosión. Las uniones de las esquinas deben ser herméticas y, cuando el conjunto se sujete mediante pernos, tornillos o remaches, dichos elementos deben estar separados a una distancia no mayor a 30 centímetros.

c) Bordes lisos y redondeados. Se deben instalar pasacables, blindajes o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados cuando los conductores pasen entre canales, a través de divisiones, alrededor de curvas, entre canales y gabinetes o canales y cajas de empalme y en otros lugares donde sea necesario, para evitar la abrasión del aislamiento de los conductores.

d) Cubiertas. Las cubiertas deben estar fijas firmemente a los canales.

e) Separación de las partes vivas desnudas. Los conductores desnudos se deben soportar sujetos rígidamente, de modo que la separación mínima entre las partes metálicas desnudas portadoras de corriente, de diferente potencial, montadas sobre la misma superficie no sea menor a 5 centímetros, ni menor a 2.50 centímetros si esas partes están sostenidas libres en el aire. Entre cualquier parte metálica desnuda portadora de corriente y cualquier superficie metálica debe haber una separación no menor a 2.50 centímetros. Se deben hacer las provisiones adecuadas para la dilatación y contracción de las barras colectoras.

366-120. Marcado.

a) Exteriores. Los canales auxiliares no metálicos instalados en espacios exteriores deben tener las siguientes marcas:

- (1) Adecuados para su exposición a la luz del sol.
- (2) Adecuados para su uso en lugares mojados.
- (3) Temperatura nominal del aislamiento del conductor instalado.

b) Interiores. Los canales auxiliares no metálicos instalados en espacios interiores se deben marcar con la temperatura nominal del aislamiento del conductor instalado.

ARTÍCULO 368

ELECTRODUCTOS O DUCTOS CON BARRAS (BUSWAY)

Parte A. Generalidades

368-1. Alcance. Este Artículo trata de los electroductos o ductos con barras de la acometida, de los alimentadores y de los circuitos derivados, y accesorios asociados.

368-2. Definición.

Electroductos o ductos con barras. Canalización que consta de un envolvente metálico puesto a tierra que contiene conductores desnudos o aislados montados en fábrica, que generalmente suelen ser barras, varillas o tubos de cobre o de aluminio.

NOTA: Véase el Artículo 370 en relación con el ensamble de canalizaciones prealambradas.

Parte B. Instalación

368-10. Usos permitidos. Se permitirá instalar electroductos o ductos con barras (*busway*) si están localizadas de acuerdo con (a) hasta (c) siguientes.

a) Visibles. Se permitirán electroductos instalados en lugares abiertos y visibles, excepto lo permitido en (c) siguiente.

b) Detrás de los paneles de acceso. Se permitirá la instalación de electroductos detrás de paneles de acceso, siempre y cuando dichos electroductos o ductos con barras estén totalmente encerrados, su construcción sea del tipo sin ventilación, y estén instalados de manera que las uniones entre las secciones y en los accesorios sean accesibles para propósitos de mantenimiento. Cuando están instalados detrás de paneles de acceso, se deben proporcionar medios de acceso, y se debe cumplir una de las siguientes condiciones:

- (1) El espacio detrás de los paneles de acceso no se debe usar para propósitos de ventilación.
- (2) Cuando el espacio detrás de los paneles de acceso se utilice para ventilación, diferente de ductos y *plenums*, no debe haber conexiones de enchufar y los conductores deben estar aislados.

c) A través de paredes y pisos. Se permitirá la instalación de electroductos o ductos con barras a través de paredes o pisos de acuerdo con las secciones (c)(1) y (c)(2) siguientes.

1) Paredes. Se permitirá pasar tramos continuos de electroductos o ductos con barras a través de paredes secas.

2) Pisos. Las penetraciones en el piso deben cumplir con (a) y (b).

- a. Se permitirá extender verticalmente electroductos o ductos con barras a través de pisos secos si están totalmente encerradas (sin ventilar) cuando pasan y tengan una distancia mínima de 1.80 metros sobre el piso, para que queden debidamente protegidas contra daños físicos.
- b. En instalaciones diferentes de las industriales, en donde un tramo vertical penetra dos o más pisos secos, se debe colocar un reborde de mínimo 10 centímetros de alto alrededor de todas las aberturas del piso para impedir el ingreso de líquidos a las secciones verticales de los electroductos o ductos con barras. El reborde se debe instalar a una distancia no mayor de 30 centímetros de la abertura del piso. El equipo eléctrico se debe localizar de manera que no sufra daño por los líquidos que quedan retenidos por el reborde.

NOTA: Véase 300-21, para información concerniente a la propagación del fuego o de los productos de la combustión.

368-12. Usos no permitidos.

a) Daño físico. No se deben instalar electroductos o ductos con barras donde estén expuestas a daños físicos graves o a vapores corrosivos.

b) Cubos de elevadores. No se deben instalar electroductos o ductos con barras en cubos de elevadores.

c) Lugares peligrosos. No se deben instalar electroductos o ductos con barras en cualquier lugar peligroso (clasificado) a menos que estén aprobados específicamente para ese uso.

NOTA: Véase 501-10(b).

d) Lugares mojados. No se deben instalar electroductos o ductos con barras en espacios exteriores ni en lugares húmedos o mojados, a menos que estén identificadas para ese uso.

e) Plataforma de trabajo. Los electroductos o ductos con barras para alumbrado y para troles no se deben instalar a menos de 2.50 metros sobre el piso o la plataforma de trabajo, a no ser que estén dotados con una cubierta identificada para ese fin.

368-17. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente se debe proporcionar de acuerdo con (a) hasta (d) siguientes.

a) Valor nominal de protección contra sobrecorriente – Alimentadores. Los electroductos o ductos con barras deben estar protegidos contra sobrecorrientes, de acuerdo con la corriente nominal permisible de los electroductos o ductos con barras.

Excepción 1: Se permitirán las disposiciones aplicables de 240-4.

Excepción 2: Cuando se usan como enlaces del secundario del transformador, se permitirán las disposiciones de 450-6(a)(3).

b) Reducción de la ampacidad de electroductos o ductos con barras. Se exigirá protección contra sobrecorriente cuando se reduzca la ampacidad de los electroductos o ductos con barras.

Excepción: Sólo en establecimientos industriales se permitirá suprimir la protección contra sobrecorriente en los puntos en los que los electroductos o ductos con barras tengan una reducción de ampacidad, siempre y cuando la longitud de los electroductos o ductos con barras con menor ampacidad no exceda 15.00 metros y esa ampacidad sea como mínimo igual a la tercera parte del valor nominal o ajuste del dispositivo de sobrecorriente inmediatamente anterior en la línea y si además dichos electroductos o ductos con barras no están en contacto con material combustible.

c) Alimentadores o circuitos derivados. Cuando se utilicen electroductos o ductos con barras como alimentador, los dispositivos o conexiones enchufables para las derivaciones del alimentador o circuitos derivados desde los electroductos o ductos con barras deben contener los dispositivos de sobrecorriente exigidos para la protección del alimentador o del circuito derivado. El dispositivo enchufable debe constar de un interruptor automático o un interruptor con fusibles que se pueda accionar desde el exterior. Cuando estos dispositivos se monten fuera de alcance, y contengan medios de desconexión, se deben instalar medios adecuados como cuerdas, cadenas o pértigas que permitan accionar el medio de desconexión desde el piso.

Excepción 1: Lo que se permite en 240-21.

Excepción 2: En luminarias fijas o semifijas, cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado forme parte de la clavija del cordón de la luminaria, en las luminarias conectadas con cordón.

Excepción 3: Cuando las luminarias sin cordón estén conectadas directamente al electroducto o ducto con barras y el dispositivo de sobrecorriente esté montado en la luminaria.

Excepción 4: Cuando el dispositivo enchufable de sobrecorriente del circuito derivado proporcione directamente una desconexión fácilmente accesible, no se requerirá un método de operación desde el piso.

d) Valor nominal de protección contra sobrecorriente –Circuitos derivados. Electroductos o ductos con barras usados como circuito derivado se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con 210-20.

368-30. Soportes. Los electroductos o ductos con barras se deben soportar y asegurar a intervalos no mayores a 1.50 metros, a no ser que estén diseñadas y marcadas para otras distancias.

368-56. Circuitos derivados desde electroductos o ductos con barras. Se permitirá instalar circuitos derivados desde electroductos o ductos con barras de acuerdo con (a), (b) y (c) siguientes.

a) Generalidades. Se permitirá que los circuitos derivados desde electroductos o ductos con barras usen cualquiera de los siguientes métodos de alambrado:

- (1) Cable armado tipo AC
- (2) Cable blindado MC
- (3) Cable con cubierta metálica y aislamiento mineral MI
- (4) Tubo conduit metálico semipesado IMC
- (5) Tubo conduit metálico pesado RMC
- (6) Tubo conduit metálico flexible FMC
- (7) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos LFMC
- (8) Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo PVC
- (9) Tubo conduit de resina termofija reforzada RTRC
- (10) Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC
- (11) Tubo conduit metálico ligero EMT
- (12) Tubo conduit no metálico ENT
- (13) Electroductos o ductos con barras
- (14) Canalizaciones tipo vigueta
- (15) Canalizaciones metálicas superficiales
- (16) Canalizaciones no metálicas superficiales

Cuando se usa un conductor de puesta a tierra de equipos independientes, la conexión del conductor de puesta a tierra de equipos a los electroductos o ductos con barras debe cumplir lo especificado en 250-8 y 250-12.

b) Ensamblajes de cordón y cable. Se permitirá usar ensambles de cordón y cable adecuados y aprobados para trabajo rudo o extra rudo y de cables de bajada aprobados, como derivados desde electroductos o ductos con barras para la conexión de equipo portátil o para la conexión de equipo fijo para facilitar su reemplazo, de acuerdo con 400-10 y 400-12 y con las siguientes condiciones:

- (1) El cordón o cable debe estar unido al edificio por medios aprobados.
- (2) La longitud del cordón o cable desde un dispositivo de conexión enchufable de los electroductos o ductos con barras hasta un dispositivo adecuado de soporte y liberación de tensión, no debe exceder 1.80 metros.
- (3) El cordón o cable se debe instalar como un tramo vertical desde el dispositivo de soporte y liberación de tensión hasta el equipo alimentado.
- (4) En las terminaciones del cordón o cable, tanto en el dispositivo de conexión enchufable de los electroductos o ductos con barras como en el equipo, se deben instalar abrazaderas para aliviar la tensión mecánica sobre el cable.

Excepción para b)(2): Sólo en instalaciones industriales, si las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que únicamente atienden la instalación personas calificadas, se permitirá utilizar tramos de más de 1.80 metros entre el dispositivo de conexión enchufable de los electroductos o ductos con barras y el dispositivo de soporte y liberación de tensión, si el cordón o cable está soportado a intervalos no superiores a 2.50 metros.

c) Circuitos derivados de electroductos o ductos con barras tipo trole. Se permitirá usar ensambles adecuados de cordones y cables aprobados para trabajo rudo o extra rudo y de cables de bajada aprobados, como derivados desde electroductos o ductos con barras tipo trole para la conexión de equipos móviles, de acuerdo con 400-10 y 400-12.

368-58. Remates. Los remates de los electroductos o ductos con barras deben estar cerrados.

368-60. Puesta a tierra. Los electroductos o ductos con barras se deben conectar a uno o varios conductores de puesta a tierra de equipos, a un puente de unión de equipos o a un conductor puesto a tierra cuando así lo exija o lo permita 250-92(b)(1) o 250-142.

Parte C. Construcción

368-120. Marcado. Los electroductos (*busway*) deben estar marcados con la corriente y tensión para los que están diseñados y con el nombre del fabricante o marca comercial, de manera que queden visibles después de su instalación.

Parte D. Requisitos para tensiones superiores a 1000 volts nominales

368-214. Estructuras adyacentes y de soporte. Los electroductos o ductos con barras con envolvente metálico se deben instalar de modo que el aumento de temperatura, producido por corrientes circulantes inducidas en cualquier elemento metálico adyacente, no sea peligroso para las personas ni constituya un riesgo de incendio.

368-234. Barreras y sellos.

a) Sellos de vapor. Los tramos de electroductos o ductos con barras con secciones localizadas en el interior y en el exterior de un edificio, deben llevar en la pared del edificio un sello de vapor que impida el intercambio de aire entre las secciones del interior y del exterior.

Excepción: No se exigirán sellos de vapor en electroductos o ductos con barras con enfriamiento forzado.

b) Barreras cortafuegos. Deben instalarse barreras cortafuegos cuando se penetren paredes, pisos o plafones.

NOTA: Véase 300-21, para información concerniente a la propagación del fuego o de los productos de la combustión.

368-236. Instalaciones para drenaje. Se deben instalar tapones de drenaje, filtros de drenaje o métodos similares adecuados para eliminar, desde las partes bajas de un tramo de los electroductos o ductos con barras, la humedad que se condense.

368-237. Envolvente ventilado para electroductos o ductos con barras. Los envoltentes ventilados para electroductos o ductos con barras se deben instalar de acuerdo con el Artículo 110 Parte C, y 490-24.

368-238. Terminales y conexiones. Cuando los envoltentes de los electroductos o ductos con barras terminen en máquinas enfriadas por gases inflamables, se deben instalar pasacables sellantes, deflectores u otros medios que eviten la acumulación de gases inflamables dentro de los envoltentes de los electroductos o ductos con barras.

Todos los herrajes de terminación y conexión de los conductores deben ser accesibles para su instalación, conexión y mantenimiento.

368-239. Interruptores. Los dispositivos de interrupción o eslabones de desconexión instalados en una trayectoria de electroductos o ductos con barras deben tener el mismo valor de corriente instantánea que los electroductos o ductos con barras. Los eslabones de desconexión deben estar marcados claramente para especificar que sólo se puedan quitar cuando las barras conductoras estén desenergizadas. Los dispositivos de interrupción que no sean de desconexión con carga deben estar enclavados para evitar su operación bajo carga y los envoltentes de los eslabones de desconexión deben estar enclavados para evitar el acceso a partes energizadas.

368-240. Instalaciones de 1000 volts nominales o menos. Los dispositivos de control y el alambrado del secundario que se suministren como parte de tramos de electroductos o ductos con barras con envolvente metálico, se deben aislar de todos los elementos del circuito del primario mediante barreras retardantes del fuego, exceptuando los tramos cortos de alambre, tales como los terminales de los transformadores para instrumentos.

368-244. Accesorios de expansión. Se deben instalar conexiones flexibles o de expansión en tramos largos y rectos de los electroductos o ductos con barras, para permitir la expansión o la contracción debida a la temperatura, o cuando el tendido de electroductos o ductos con barras crucen las juntas de aislamiento contra la vibración del edificio.

368-258. Conductor del neutro. La barra conductora del neutro, cuando se requiere, se debe dimensionar para que transporte toda la corriente de carga del neutro, incluidas las corrientes armónicas, y debe tener un valor nominal de corriente instantánea y de cortocircuito, consistente con los requisitos del sistema.

368-260. Puesta a tierra. Los electroductos o ductos con barras deben ser puestos a tierra.

368-320. Marcado. Cada tramo de electroducto o ducto con barras debe tener una placa permanente de identificación que contenga la siguiente información:

- (1) Tensión nominal.
- (2) Corriente nominal continua; si las barras conductoras son enfriadas por ventilación forzada, se deben indicar las dos, tanto el valor nominal con ventilación forzada, como el valor nominal de autoenfriado (sin enfriamiento forzado) para el mismo incremento de temperatura.
- (3) Frecuencia nominal.
- (4) Tensión nominal de impulso.
- (5) Tensión nominal de impulso a 60 hertz (en seco).
- (6) Corriente nominal instantánea.
- (7) Nombre del fabricante o la marca comercial.

ARTÍCULO 370

CANALIZACIONES PREALAMBRADAS

Parte A. Generalidades

370-1. Alcance. Este Artículo trata del uso y la instalación de canalizaciones prealambradas y accesorios asociados.

370-2. Definición.

Canalizaciones prealambradas. Ensamble de unidades o secciones con conductores aislados con accesorios relacionados que forman un sistema estructural que se utiliza para fijar de manera segura o sostener conductores y terminaciones de conductores, dentro de una caja metálica protectora, totalmente cerrada y ventilada. Este ensamble está diseñado para transportar la corriente de falla y para soportar las fuerzas magnéticas que crea dicha corriente.

Nota: Las canalizaciones prealambradas son normalmente ensambladas en el punto de instalación, a partir de componentes suministrados o especificados por el fabricante y de acuerdo con las instrucciones para cada trabajo específico.

Parte B. Instalación

370-10. Usos permitidos. Se permitirá utilizar canalizaciones prealambradas aprobadas en:

- (1) A cualquier tensión o corriente para la que estén clasificados los conductores separados, y sólo en instalaciones visibles, excepto lo permitido en 370-18.
- (2) Para circuitos derivados, alimentadores y acometidas
- (3) Para ser instalada en espacios exteriores o en lugares corrosivos, mojados o húmedos, donde estén identificados para ese uso

370-12. Usos no permitidos. No se deben instalar canalizaciones prealambradas en:

- (1) Cubos de elevadores
- (2) En lugares peligrosos (clasificados) a menos que se permita en el capítulo 5.

370-18. Instalación de las canalizaciones prealambradas.

a) Tendido transversal. Se permitirá prolongar las canalizaciones prealambradas transversalmente a través de paredes o divisiones que no sean cortafuegos, siempre que la sección dentro de la pared sea continua, esté protegida contra daños físicos y no esté ventilada.

b) A través de pisos secos y plataformas. Excepto cuando se requieran cortafuegos, se permitirá prolongar verticalmente la canalización prealambrada a través de pisos secos y plataformas, siempre que la canalización prealambrada esté totalmente encerrada en el punto donde pasa a través del piso o plataforma, y por una distancia de 1.80 metros por encima del piso o plataforma.

c) A través de pisos y plataformas en lugares mojados. Excepto cuando se requieran cortafuegos, se permitirá prolongar verticalmente la canalización prealambrada a través de pisos y plataformas en lugares mojados siempre que:

- (1) Haya barrera u otros medios adecuados para impedir el flujo de agua a través de la abertura del piso o de la plataforma y
- (2) Que la canalización prealambrada esté totalmente encerrada en el punto donde pasa el piso o plataforma, y por una distancia de 1.80 metros por encima del piso o plataforma.

370-20. Tamaño y terminación de los conductores.

a) Conductores. Los conductores portadores de corriente de las canalizaciones prealambradas deben:

- 1) Tener un aislamiento nominal de 75 °C o mayor, y deben ser de un tipo aprobado y adecuado para la aplicación correspondiente.
- 2) Ser dimensionados de acuerdo con el diseño de las canalizaciones prealambradas, aunque en ningún caso debe ser menor que 53.50 mm² (1/0).

b) Terminales de los conductores. Para las conexiones a los conductores de canalizaciones prealambradas se deben usar terminales aprobadas.

370-22. Número de conductores. La cantidad de conductores de las canalizaciones prealambradas debe ser aquella para la cual ha sido diseñada.

370-23. Protección contra sobrecorriente. Las canalizaciones prealambradas deben estar protegidas contra sobrecorriente, de acuerdo con la ampacidad permisible de los conductores de la canalización prealambrada, de acuerdo con 240-4.

Excepción: Se permitirá instalar la protección contra sobrecorriente de acuerdo con 240-100 y 240-101 para más de 1000 volts.

370-30. Aseguramiento y soporte.

- a) Soporte.** La canalización prealambrada debe estar soportada firmemente a intervalos no superiores a 3.70 metros. Cuando se necesiten espaciamentos de más de 3.70 metros, la estructura debe estar diseñada específicamente para la longitud de espaciamiento requerida.
- b) Soportes de los conductores.** Los conductores aislados deben estar soportados por bloques u otros medios de montaje diseñados para ese propósito. Los conductores individuales en una canalización prealambrada deben estar soportados a intervalos no superiores a 90 centímetros en tramos horizontales, y 45 centímetros en tramos verticales. La separación horizontal y vertical entre los conductores soportados no debe ser menor al diámetro de un conductor en los puntos de soporte.

370-42. Accesorios. Un sistema de canalizaciones prealambradas debe incluir los accesorios aprobados para:

- (1) Cambios de dirección horizontal o vertical.
- (2) Remates.
- (3) Las terminaciones dentro de, o sobre, los aparatos o equipos conectados, o los envoltentes de dichos equipos.
- (4) Protección física adicional cuando sea necesaria, como por ejemplo protectores, cuando estén expuestos a daños físicos graves.

370-60. Puesta a tierra. Un sistema de instalación con canalizaciones prealambradas debe ser puesto a tierra y unido según corresponda:

- (1) Se permitirá utilizar el armazón de las canalizaciones prealambradas, donde esté unido, como conductor de puesta a tierra de equipos en alimentadores y circuitos derivados.
- (2) Una instalación de canalizaciones prealambradas debe ser puesta a tierra y unida de acuerdo con el Artículo 250, exceptuando lo establecido en la Excepción 2 de 250-86.

370-80. Ampacidad de los conductores. La ampacidad de los conductores en canalizaciones prealambradas deben estar de acuerdo con las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19), para instalaciones de hasta 2000 volts, inclusive, o con las Tablas 310-60(c)(69) y 310-60(c)(70) para instalaciones de 2001 a 35 000 volts.

Parte C. Construcción

370-120. Marcado. Cada sección de canalización prealabrada debe ir marcada con el nombre del fabricante o designación comercial y el diámetro máximo, número, tensión y ampacidad de los conductores que se van a instalar. Las marcas deben estar situadas de modo que queden visibles después de la instalación.

ARTÍCULO 372

CANALIZACIONES EN PISOS CELULARES DE CONCRETO

Parte A. Generalidades

372-1. Alcance. Este Artículo trata de las canalizaciones en pisos celulares de concreto, los espacios huecos en los pisos contruidos con baldosas celulares prefabricadas de concreto, junto con los accesorios metálicos apropiados diseñados para permitir el acceso a las celdas del piso.

372-2. Definiciones.

Cabezal. Canalización metálica transversal para conductores eléctricos que da acceso a celdas predeterminadas de un piso celular prefabricado de concreto, permitiendo así el tendido de los conductores eléctricos desde un centro de distribución hasta las celdas del piso.

Celda. Espacio único, tubular y encerrado en un piso hecho de baldosas celulares prefabricadas de concreto, en donde la dirección de la celda es paralela a la dirección del elemento del piso.

Parte B. Instalación

372-12. Usos no permitidos. No se deben instalar conductores en canalizaciones en pisos celulares prefabricados de concreto como sigue:

- (1) Cuando estén expuestos a vapores corrosivos.
- (2) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.
- (3) En talleres automotrices, excepto para alimentación de salidas en el plafón o extensiones al área por debajo del piso, pero no por encima.

NOTA: Para la instalación de conductores con otros sistemas, véase 300-8.

372-18 Instalaciones de canalizaciones metálicas en pisos celulares prefabricados de concreto. La instalación de canalizaciones metálicas en pisos celulares prefabricados de concreto debe cumplir con 372-18 a) a 372-18 e) siguientes.

a). Cabezal. El cabezal se debe instalar en línea recta y perpendicular a las celdas. El cabezal se debe asegurar mecánicamente a la parte superior del piso celular prefabricado de concreto. Las juntas de los extremos se deben cerrar con un accesorio metálico de cierre y sellar para impedir la entrada de concreto. El cabezal debe ser continuo eléctricamente en toda su longitud y debe estar unido eléctricamente al envolvente del centro de distribución.

b). Conexión con gabinetes y otros envolventes. La conexión desde los cabezales a los gabinetes y otros envolventes se debe hacer por medio de canalizaciones metálicas aprobadas y accesorios aprobados.

c). Cajas de empalme. Las cajas de empalme deben estar a nivel con el piso y selladas para evitar la entrada libre de agua o concreto. Las cajas de empalme deben ser de metal y tener continuidad mecánica y eléctrica con los cabezales.

d). Insertos. Los insertos se deben nivelar con el piso y sellar para evitar la entrada de concreto. Los insertos deben ser metálicos y se deben equipar con contactos de tipo puesto a tierra. Un conductor de puesta a tierra debe conectar los contactos del inserto a una conexión positiva de puesta a tierra suministrada en el cabezal. Cuando se corten las paredes de la celda para colocar los insertos o para otros propósitos (por ejemplo, para proporcionar aberturas de acceso entre el cabezal y las celdas), no se permitirá que queden trocitos de concreto ni otra suciedad en la canalización, y se deben utilizar herramientas diseñadas para prevenir que entren a la celda y dañen los conductores.

e). Marcadores. Se debe instalar un número adecuado de marcadores para la localización futura de las celdas.

372-20. Tamaño de los conductores. No se deben instalar conductores de tamaño mayor al 53.5 mm² (1/0 AWG).

372-22. Número máximo de conductores. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores o cables no debe exceder el 40 por ciento del área de la sección transversal de la celda o cabezal.

372-23. Ampacidad de los conductores. Se deben aplicar los factores de ajuste de la ampacidad indicados en 310-15(b)(3) a los conductores instalados en las canalizaciones en los pisos celulares de concreto.

372-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las unidades de acceso a los cabezales o en las cajas de empalme. Un conductor continuo que conecta las salidas individuales no es un empalme o una derivación.

372-58. Salidas descontinuadas. Cuando una salida sea abandonada, descontinuada o removida, las secciones de los conductores del circuito que alimentan a la salida se deben remover de la canalización. No se permitirá que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de salidas abandonadas en los alambrados en anillo.

ARTÍCULO 374

CANALIZACIONES EN PISOS METÁLICOS CELULARES

Parte A. Generalidades

374-1. Alcance. Este Artículo trata de los requisitos de instalación y uso de las canalizaciones en pisos metálicos celulares.

374-2. Definiciones.

Canalización en piso metálico celular. Espacios huecos de los pisos metálicos celulares, junto con los accesorios adecuados, que pueden ser aprobados como un canal envolvente para conductores eléctricos.

Cabezal. Canalización transversal para conductores eléctricos que da acceso a celdas predeterminadas de un piso metálico celular, permitiendo así el tendido de los conductores eléctricos desde un centro de distribución hasta las celdas.

Celda. Espacio único, tubular y encerrado en un elemento de un piso metálico celular, siendo el eje de la celda paralelo al eje del elemento del piso metálico.

374-12. Usos no permitidos. No se deben instalar conductores eléctricos en canalizaciones de pisos metálicos celulares como sigue:

- (1) Cuando estén expuestos a vapores corrosivos.
- (2) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.
- (3) En talleres automotrices, excepto para la alimentación de salidas en el plafón o extensiones al área por debajo del piso, pero no por encima.

NOTA: Para la instalación de conductores con otros sistemas, véase 300-8.

Parte B. Instalación

374-18 Instalaciones de Canalización en piso metálico celular. La instalación de Canalización en piso metálico celular debe cumplir con 374-18 a) a 374-18 d) siguientes.

a) Conexiones desde las celdas hasta los gabinetes y extensiones. Las conexiones entre las canalizaciones y los centros de distribución y las salidas de pared se deben hacer por medio de tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit metálico flexible cuando no se instalan en concreto, tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico ligero o accesorios aprobados. Cuando existen disposiciones para la terminación de un conductor de puesta a tierra de equipos, se permitirá utilizar tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tubo conduit de resina termofija reforzada, tubo conduit no metálico, tubo conduit no metálico tipo ENT o tubo conduit flexible hermético a los líquidos. Cuando se instala en concreto, el tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos debe estar aprobado y marcado para enterramiento directo

b). Cajas de empalme. Las cajas de empalmes deben estar a nivel con el piso y se deben sellar para evitar la entrada libre de agua o concreto. Las cajas de empalmes que se utilicen con estas canalizaciones deben ser metálicas y deben tener continuidad eléctrica con la canalización.

c). Insertos. Los insertos deben estar a nivel con el piso y se deben sellar para evitar la entrada de concreto. Los insertos utilizados deben ser metálicos y deben tener continuidad eléctrica con la canalización. Cuando se corten las paredes de la celda y se coloquen los insertos, no se permitirá que queden en la canalización rebabas ni otra suciedad y se deben utilizar herramientas diseñadas para impedir su ingreso a la canalización y que dañen los conductores.

d). Marcadores. Se debe instalar un número adecuado de marcadores para la localización de las celdas en el futuro.

374-20. Tamaño de los conductores. No se deben instalar conductores de tamaño mayor al 53.5 mm² (1/0 AWG).

374-22. Número máximo de conductores en una canalización. La suma de las secciones transversales de todos los conductores o cables no debe exceder el 40 por ciento de la sección transversal interior de la celda o cabezal.

374-23. Ampacidad de los conductores. Se deben aplicar los factores de ajuste de la ampacidad indicados en 310-15(b)(3) a los conductores instalados en canalizaciones en pisos metálicos celulares.

374-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las unidades de acceso a los cabezales o en las cajas de empalme.

Para los fines de esta sección, no se debe considerar que un conductor continuo que conecta las salidas individuales sea un empalme o una derivación.

374-58. Salidas descontinuadas. Cuando una salida está abandonada, se descontinúe o se remueva, las secciones de los conductores del circuito que alimentan la salida se deben remover de la canalización. No se permitirá que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, tal como sería el caso de las salidas abandonadas en alambros en anillo.

Parte C. Especificaciones de construcción

374-100. General. Las canalizaciones en pisos metálicos celulares deben estar construidas de modo que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica de todo el sistema, y deben brindar un envolvente completo para los conductores. Las superficies interiores deben estar libres de rebabas y bordes cortantes y las superficies sobre las que se tiendan los conductores deben ser lisas. Cuando los conductores atraviesen la canalización, se deben instalar pasacables o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados.

ARTÍCULO 376

DUCTOS METÁLICOS

Parte A. Generalidades

376-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para ductos metálicos y accesorios asociados.

376-2. Definición.

Ductos metálicos. Canales de lámina metálica con cubierta removible o abisagrada, para albergar y proteger alambres y cables eléctricos y en las cuales se instalan los conductores después que el ducto ha sido instalado como un sistema completo.

Parte B. Instalación

376-10. Usos permitidos. El uso de los ductos metálicos se permitirá como a continuación se indica:

- (1) En instalaciones expuestas.
- (2) En cualquier lugar peligroso (clasificado), tal como lo permiten otros Artículos de esta NOM.
- (3) En lugares mojados donde los ductos estén aprobados para este propósito.
- (4) En espacios ocultos como extensiones que pasan transversalmente a través de paredes, si la longitud que cruza la pared es continua. El acceso a los conductores se debe mantener en ambos lados de la pared.

376-12. Usos no permitidos. Los ductos metálicos no se deben usar:

- (1) Cuando están sometidos a daños físicos graves.
- (2) Cuando están sometidos a ambientes corrosivos.

376-20. Conductores conectados en paralelo. Cuando los cables monoconductores que comprendan cada conductor de fase, neutro o tierra de un circuito de corriente alterna se conecten en paralelo según lo permitido en 310-10 (h), los conductores se instalarán en grupos que consten de no más de un conductor por fase, neutro o conductor a tierra para evitar el desequilibrio de corriente en los conductores en paralelo debido a la reactancia inductiva.

376-21. Tamaño de los conductores. En ningún ducto se deben instalar conductores de mayor tamaño que el de diseño del ducto.

376-22. Número de conductores y ampacidad. El número de conductores o cables y su ampacidad deben cumplir lo establecido en (a) y (b).

a) Área de la sección transversal del ducto. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores o cables contenidos en cualquier sección transversal de la canalización no debe exceder el 20 por ciento del área de la sección transversal interior de la canalización.

b) Factores de ajuste. Los factores de ajuste especificados en 310-15(b)(3)(a) se deben aplicar únicamente cuando el número de conductores portadores de corriente, incluyendo los conductores del neutro, clasificados como portadores de corriente de acuerdo con 310-15(b)(5) es mayor a 30 en cualquier sección transversal de la canalización para cables. Los conductores para circuitos de señalización o los conductores del controlador, entre un motor y su arrancador, y que son usados sólo para el trabajo de arranque no se deben considerar como conductores portadores de corriente.

376-23. Conductores aislados. Los conductores aislados instalados en un ducto metálico deben cumplir lo estipulado en (a) y (b).

a) Conductores aislados doblados. Cuando dentro de un ducto metálico se doblen conductores aislados, ya sea en sus extremos o en el lugar en donde el conduit, los accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan del ducto metálico, o en donde la dirección del ducto metálico cambia de dirección más de 30°, se deben aplicar las dimensiones correspondientes a un alambre por cada terminal de la Tabla 312-6(a).

b) Ductos metálicos usados como cajas de paso. Cuando los conductores aislados de 21.2 mm² (4 AWG) o más grandes se jalen a través de un ducto, la distancia entre las entradas de la canalización y del cable que alojan el mismo conductor no debe ser menor a la exigida en 314-28(a)(1) para jalados rectos y en 314-28(a)(2) para jalados en ángulo.

Cuando se transponga el tamaño de los cables con el tamaño de una canalización, se debe usar la canalización con la mínima designación métrica (tamaño comercial) que se requiere para el número y el tamaño de los conductores en el cable.

376-30. Sujeción y soporte. Los ductos se deben soportar de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

a) Soporte horizontal. Cuando se extiendan horizontalmente, los ductos se deben soportar en cada extremo y a intervalos no mayores de 1.50 metros, o para tramos individuales de más de 1.50 metros, en cada extremo o unión, a menos que estén aprobados para otros intervalos de soporte. La distancia entre los soportes no debe ser mayor de 3.00 metros.

b) Soporte vertical. Los tramos verticales de ducto deben sujetarse y asegurarse a intervalos no mayores de 4.50 metros y no debe haber más de una unión entre soportes. Las secciones de ductos adyacentes deben sujetarse y asegurarse de modo que se proporcione una unión rígida.

376-56. Empalmes, derivaciones y bloques de distribución.

a) Empalmes y derivaciones. Se permitirán derivaciones y empalmes dentro de un ducto, siempre y cuando sean accesibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 por ciento del área del ducto en ese punto.

b) Bloques de distribución.

1) Instalación. Los bloques de distribución instalados en ductos metálicos deben estar aprobados. Los bloques de distribución de potencia instalados en el lado de la línea del equipo de acometida deben ser adecuados para tal fin.

2) Tamaño del envolvente. Además de los requisitos de espacio para el alambrado de 376-56(a), el bloque de distribución se debe instalar en un ducto cuyas dimensiones no sean menores a las que se especifican en las instrucciones de instalación del bloque de distribución de potencia.

3) Espacio para el doblado de los alambres. El espacio para doblar los alambres en las terminales del bloque de distribución debe cumplir con lo estipulado en 312-6(b).

4) Partes vivas. Los bloques de distribución no deben tener partes vivas sin aislar expuestas dentro del ducto, se instale o no la cubierta del ducto.

5) Conductores. Los conductores deben estar dispuestos de modo que los terminales de los bloques de distribución de potencia no se obstruyan después de la instalación.

376-58. Remates. Los ductos metálicos sin rematar se deben cerrar.

376-70. Extensiones desde ducto metálico. Las extensiones desde ductos metálicos se deben hacer mediante cordones colgantes instalados de acuerdo con 400-10, o cualquier método de alambrado del Capítulo 3 que incluya un medio para la puesta a tierra de los equipos. Cuando se utilice un conductor independiente de puesta a tierra de equipos, la conexión de los conductores de puesta a tierra de equipos en el método de alambrado al ducto debe cumplir lo establecido en 250-8 y 250-12.

Parte C. Especificaciones de construcción**376-100. Construcción.**

a) Continuidad eléctrica y mecánica. Los ductos se deben construir e instalar de manera tal que se garantice la continuidad eléctrica y mecánica del sistema completo.

b) Construcción sólida. Los ductos deben estar contruidos sólidamente y deben ofrecer un envolvente completo a los conductores contenidos en ellos. Todas las superficies, tanto internas como externas, deben estar adecuadamente protegidas contra la corrosión. Las uniones de las esquinas deben ser herméticas y, cuando el ensamble se sujete mediante pernos, tornillos o remaches, dichos elementos deben estar separados a una distancia no mayor a 30 centímetros.

c) Bordes lisos y redondeados. Se deben instalar pasacables, blindajes o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados cuando los conductores pasen entre ductos, a través de divisiones, alrededor de curvas, entre ductos y gabinetes o cajas de empalme y en todos los demás lugares donde sea necesario para prevenir la abrasión del aislamiento de los conductores.

d) Cubiertas. Las cubiertas deben sujetarse y asegurarse al ducto.

376-120. Marcado. Los ductos metálicos se deben marcar de modo que después de su instalación sea visible el nombre del fabricante o marca comercial.

ARTÍCULO 378**DUCTOS NO METÁLICOS****Parte A. Generalidades**

378-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para ductos no metálicos y accesorios asociados.

378-2. Definición.

Ductos no metálicos. Canales no metálicos, retardantes a la llama, con cubierta removible, para albergar y proteger alambres y cables eléctricos, y en las cuales se instalan los conductores después de que el ducto ha sido instalado como un sistema completo.

378-6. Requisitos de aprobado. Los ductos no metálicos y los accesorios asociados deben estar aprobados.

Parte B. Instalación

378-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de ductos no metálicos en los siguientes casos:

- (1) Sólo en instalaciones visibles, excepto como se permite en 378-10(4).
- (2) Cuando estén sometidos a ambientes corrosivos y están identificadas para ese uso.
- (3) En lugares mojados, cuando estén aprobados para ese fin.

NOTA: El frío extremo puede causar que los ductos no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

- (4) Como extensiones para pasar transversalmente a través de paredes, si el tramo que atraviesa la pared es continuo. El acceso a los conductores se debe mantener en ambos lados de la pared.

378-12. Usos no permitidos. No se deben utilizar ductos no metálicos en los siguientes casos:

- (1) Cuando estén sujetos a daños físicos.
- (2) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.
- (3) Cuando estén expuestos a la luz solar, a no ser que estén aprobados y marcados como adecuados para ese uso.
- (4) Cuando estén sometidos a temperaturas ambientes distintas de aquellas para las cuales están aprobados los ductos.
- (5) Con conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento superen aquellos para los cuales el ducto no metálico está aprobado.

378-20. Conductores conectados en paralelo. Cuando los cables monoconductores que comprendan cada conductor de fase, neutro o tierra de un circuito de corriente alterna se conecten en paralelo según lo permitido en 310-10 (h), los conductores se instalarán en grupos que consten de no más de un conductor por fase, neutro o conductor a tierra para evitar el desequilibrio de corriente en los conductores en paralelo debido a la reactancia inductiva.

378-21. Tamaño de los conductores. En el ducto no metálico no se debe instalar ningún conductor de tamaño mayor que aquel para el cual se ha diseñado el ducto no metálico.

378-22. Número de conductores. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores o cables contenidos en cualquier sección transversal de la canalización no metálica no debe exceder el 20 por ciento del área de la sección transversal interior de la canalización. Los conductores para circuitos de señalización o los conductores del controlador entre un motor y su arrancador, y que son usados sólo para el trabajo de arranque no se deben considerar como conductores portadores de corriente.

Se les debe aplicar los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a), a los conductores portadores de corriente que lleguen hasta e incluyendo el 20 por ciento de ocupación indicado en el párrafo anterior.

378-23. Conductores aislados. Los conductores aislados instalados en ducto no metálico deben cumplir con lo estipulado en 378-23(a) y (b).

a) Conductores aislados doblados. Cuando dentro de un ducto no metálico se doblen conductores aislados, ya sea en sus extremos o donde el conduit, accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan de ducto no metálico, o en donde la dirección del ducto no metálico cambie de dirección más de 30°, se deben aplicar las dimensiones correspondientes a un alambre por cada terminal de la Tabla 312-6(a).

b) Ductos no metálicos usados como cajas de paso. Cuando los conductores aislados de 21.2 mm² (4 AWG) o más grandes se jalen a través de un ducto, la distancia entre las entradas de la canalización y del cable que alojan el mismo conductor no debe ser menor a la exigida en 314-28(a)(1) para jalados rectos, y en 314-28(a)(2) para jalados en ángulo. Cuando se transponga el tamaño de los cables con el del tamaño de una canalización, se debe usar la canalización con la mínima designación métrica (tamaño comercial) que se requiere para el número y el tamaño de los conductores en el cable.

378-30. Sujeción y soporte. Los ductos no metálicos se deben soportar de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

a) Soporte horizontal. Cuando se extiendan horizontalmente, los ductos no metálicos se deben soportar a intervalos no mayores de 90 centímetros, y en cada extremo o unión, a menos que estén aprobados para otros intervalos de soporte. En ningún caso la distancia entre los soportes debe exceder de 3.00 metros.

b) Soporte vertical. Los tramos verticales de ductos no metálicos se deben soportar y asegurar a intervalos no mayores de 1.20 metros, a menos que estén aprobados para otros intervalos de soporte, y no debe haber más de una unión entre soportes. Las secciones de ductos no metálicos adyacentes se deben soportar y asegurar entre sí para proporcionar una unión rígida.

378-44. Accesorios de expansión. Cuando en un tramo recto se espera que el cambio en la longitud sea de 6 milímetros o más, se deben suministrar accesorios de expansión para ductos no metálicos para compensar la expansión y contracción térmicas.

NOTA: Para las características de expansión del tubo conduit de PVC, véase la Tabla 352-44. Las características de expansión de los ductos no metálicos de PVC son idénticas.

378-56. Empalmes y derivaciones. Se permitirán empalmes y derivaciones dentro de un ducto no metálico, siempre y cuando sean accesibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 por ciento del área del ducto no metálico en ese punto.

378-58. Remates. Los remates de ductos no metálicos se deben cerrar usando accesorios aprobados.

378-60. Puesta a tierra. Cuando se exige la puesta a tierra del equipo, se debe instalar un conductor separado de puesta a tierra del equipo en el ducto no metálico. No se exigirá un conductor separado de puesta a tierra del equipo si el conductor puesto a tierra se usa para poner a tierra los equipos, como lo permite 250-142.

378-70. Extensiones desde los ductos no metálicos. Las extensiones desde los ductos no metálicos se deben hacer con cordones colgantes o cualquier método de alambrado del Capítulo 3. En cualquiera de los métodos de alambrado usados para la extensión, se debe instalar un conductor separado de puesta a tierra de los equipos, o se debe hacer una conexión de puesta a tierra por cualquiera de los métodos de alambrado usados para la extensión.

Parte C. Especificaciones de construcción

378-120. Marcado. Los ductos no metálicos deben estar marcados de modo que después de su instalación se vea claramente el nombre del fabricante o marca comercial y el área de la sección transversal interior en milímetros cuadrados. Se permitirá marcarlo como de baja emisión de humo sobre los ductos no metálicos cuando poseen características de producción limitada de humo.

ARTÍCULO 380

ENSAMBLE MULTICONTACTO

Parte A. Generalidades

380-1. Alcance. Este Artículo trata de los requisitos de uso e instalación para los ensambles con múltiples salidas.

NOTA: Véase la definición del ensamble con múltiples salidas en el Artículo 100.

Parte B. Instalación

380-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de un ensamble con múltiples salidas en lugares secos.

380-12. Usos no permitidos. No se debe instalar un ensamble con múltiples salidas en las siguientes condiciones:

- (1) Si están ocultos, pero se permitirá rodear la parte posterior y los laterales de un ensamble metálico con múltiples salidas con el acabado del edificio o empotrar un ensamble no metálico con múltiples salidas en un zócalo.
- (2) Cuando estén sometidos a daños físicos severos.
- (3) Cuando la tensión entre conductores sea de 300 volts o más, a no ser que el ensamble sea de metal y tenga un espesor no menor a 1.02 milímetros.
- (4) Cuando están sometidos a vapores corrosivos.
- (5) En cubos de elevadores.
- (6) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

380-23. Conductores aislados. Para los ensambles con múltiples salidas ensamblados en sitio, los conductores aislados deben cumplir con (a) y (b) siguientes.

a) Conductores aislados doblados. Cuando los conductores aislados son doblados dentro de un ensamble con múltiples salidas, ya sea en los extremos o donde los tubos conduit, accesorios u otras canalizaciones o cables entran o salen del ensamble con múltiples salidas, o donde del ensamble con múltiples salidas cambia de dirección más de 30°, aplicarán las dimensiones correspondientes a un conductor por terminal en la Tabla 312-6(a).

b) Ensamblados con múltiples salidas usados como cajas de paso. Cuando los conductores aislados de 21.2 mm² (4 AWG) o más grandes se jalen a través de un ensamble con múltiples salidas, la distancia entre las entradas de la canalización y del cable que alojan el mismo conductor no debe ser menor a la exigida en 314-28(a)(1) para jalados rectos y en 314-28(a)(2) para jalados en ángulo. Cuando se transponga el tamaño de los cables con el del tamaño de una canalización, se debe usar la canalización con la mínima designación métrica (tamaño comercial) que se requiere para el número y el tamaño de los conductores en el cable.

380-76. Ensamblados metálicos con múltiples salidas a través de divisiones secas. Se permitirá extender un ensamble metálico con múltiples salidas a través de divisiones secas (pero no pasarlo en el interior de los mismos), si se instala de modo que se pueda quitar la tapa o la cubierta de todas las partes expuestas y ninguna salida se localice en el interior de las divisiones.

ARTÍCULO 382

EXTENSIONES NO METÁLICAS

Parte A. Generalidades

382-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para las extensiones no metálicas.

382-2. Definiciones.

Extensión no metálica ocultable. Ensamble aprobado de dos, tres o cuatro conductores aislados de circuito dentro de una cubierta no metálica, una cubierta termoplástica extruida o una cubierta no metálica sellada. La clasificación incluye las extensiones superficiales proyectadas para montaje directo sobre la superficie de paredes o plafones y que se ocultan con pintura, textura, compuesto de unión, yeso, papel tapiz, losa, paneles de pared u otros materiales similares.

Extensión no metálica. Un ensamble de dos conductores aislados dentro de una cubierta no metálica o de un recubrimiento termoplástico extruido. La clasificación incluye las extensiones superficiales proyectadas para montaje directo sobre la superficie de paredes o plafones.

382-6. Requisitos de aprobado. Las extensiones no metálicas ocultables y los accesorios y dispositivos asociados deben estar aprobados. El dispositivo en derivación de arranque/fuente para la extensión, debe contener y proporcionar la siguiente protección para todas las extensiones y los dispositivos del lado de carga:

- (1) Protección complementaria contra sobrecorriente.
- (2) Nivel de protección equivalente a un Interruptor con protección de falla a tierra de clase A.
- (3) Nivel de protección equivalente a un Interruptor con protección de falla a tierra portátil.
- (4) Protección contra errores de alambrado en el lado de la carga y de la línea.
- (5) Proporcionar protección contra los efectos de las fallas por arco.

Parte B. Instalación

382-10. Usos permitidos. Se permitirá usar extensiones no metálicas únicamente de acuerdo con (a), (b) y (c).

a) Desde una salida existente. La extensión debe provenir desde una salida existente de un circuito derivado de 15 o 20 amperes. Cuando una extensión no metálica ocultable se origina en un contacto de tipo sin puesta a tierra, la instalación debe cumplir con lo establecido en 250-130(c), 406-4(d)(2)(b) o 406-4(d)(2)(c).

b) Expuesta y en lugares secos. La extensión se debe instalar expuesta, u oculta como lo permite 382-15, y en un lugar seco.

c) En residencias u oficinas. Para extensiones no metálicas superficiales montadas directamente en la superficie de paredes o plafones, el edificio debe estar ocupado con propósitos residenciales o de oficina y no debe exceder tres pisos sobre el suelo. Cuando están identificadas para ese uso, las extensiones no metálicas ocultables se permitirán en más de tres pisos sobre el suelo.

NOTA 1: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-15(a)(3).

NOTA 2: Para la definición de primer piso, véase 362-10.

382-12. Usos no permitidos. No se deben usar extensiones no metálicas en los siguientes casos:

- (1) En sótanos, desvanes y espacios bajo los techos, sin acabado.
- (2) Cuando la tensión entre los conductores es mayor a 150 volts para extensiones no metálicas superficiales y 300 volts para cable aéreo.
- (3) Cuando están expuestas a vapores corrosivos.
- (4) Cuando se instalan a través de un piso o una división, o por fuera de un cuarto en el cual se originan.

382-15. Visibles.

a) Extensiones no metálicas. Se permitirá la instalación de una o más extensiones en cualquier dirección desde una salida existente, pero no sobre el piso ni dentro de una distancia de 5 centímetros desde el piso.

b) Extensiones no metálicas ocultables. Cuando están identificadas para ese uso, las extensiones no metálicas se pueden ocultar con pintura, textura, compuesto para ocultar, yeso, papel tapiz, losa, paneles de pared u otros materiales similares, e instalar de acuerdo con 382-15(a).

382-26. Curvas.

a) Extensiones no metálicas. Una curva que reduzca la separación normal entre los conductores se debe cubrir con una tapa para proteger el ensamble contra el daño físico.

b) Extensiones no metálicas ocultables. Se permitirá que las extensiones ocultables se doblen sobre sí mismas y se aplanen según sea necesario para la instalación.

382-30. Sujeción y soporte.

a) Extensiones no metálicas. Las extensiones superficiales no metálicas se deben asegurar en su lugar por medios aprobados, a intervalos no superiores a 20 centímetros, con una tolerancia de 30 centímetros en el primer punto de sujeción donde la conexión a la salida de alimentación es por medio de una clavija. Debe haber al menos un punto de sujeción entre cada par de salidas adyacentes alimentadas. Una extensión sólo se debe sujetar a elementos de madera o acabados de yeso y no debe estar en contacto con metales ni con otros materiales conductores, excepto con las placas metálicas de los contactos.

b) Extensiones no metálicas ocultables. Todos los componentes de la extensión no metálica ocultable de montaje superficial se deben anclar a la pared o el plafón usando un sistema de anclaje mecánico o adhesivo identificado para ese uso.

382-40. Cajas y accesorios. Cada tramo de la extensión debe terminar en un accesorio, conector o caja que cubra el extremo de todo el ensamble. Todos los accesorios, conectores y dispositivos deben ser de un tipo identificado para ese uso.

382-42. Dispositivos.

a) Contactos. Todos los contactos, las cajas para contactos y los dispositivos autocontenidos utilizados con las extensiones no metálicas ocultables deben estar identificados para ese uso.

b) Contactos y cajas. Se permitirá el uso de cajas para contactos y de dispositivos autocontenidos diseñados para montaje superficial o empotrado con extensiones no metálicas ocultables. Las cajas para contactos y los dispositivos autocontenidos deben tener medios para facilitar la entrada y la terminación de las extensiones no metálicas ocultables, y para conectar eléctricamente la caja o el dispositivo. Las cajas para contactos y los dispositivos autocontenidos deben cumplir con lo estipulado en 406-4. Se permitirán que las salidas de fuerza y de comunicaciones estén instaladas en una caja común, de acuerdo con 800-133(a)(1)(d), Excepción 2.

382-56. Empalmes y derivaciones. Las extensiones deben consistir en un conjunto continuo e ininterrumpido, sin empalmes y sin conductores expuestos entre los accesorios, conectores o dispositivos. Se permitirán derivaciones cuando se utilicen accesorios aprobados que cubran completamente las conexiones en derivación. Los cables aéreos y sus conectores en derivación deben estar dotados de un medio aprobado para señalar y mantener la polaridad. Los conectores de derivaciones de tipo contacto deben tener un dispositivo de enclavamiento mecánico.

Parte C. Especificaciones de construcción (únicamente extensiones no metálicas ocultables)

382-100. Construcción. Las extensiones no metálicas ocultables deben tener diseño de conductor plano de capas múltiples, que consista en un conductor central de fase encerrado por un conductor seccionado puesto a tierra, y un conductor exterior seccionado de puesta a tierra.

382-104. Conductores planos. Las extensiones no metálicas ocultables se deben construir usando conductores planos de cobre, equivalentes a los tamaños 2.08 mm² (14 AWG) o 3.31 mm² (12 AWG), y de acuerdo con (a), (b) y (c) siguientes.

a) Conductor de fase (capa central). El conductor de fase debe constar de uno o más conductores planos no puestos a tierra, encerrados, de acuerdo con (b) y (c), e identificados de acuerdo con 310-110(c).

b) Conductor puesto a tierra (capas seccionadas internas). El conductor puesto a tierra debe tener dos conductores planos internos seccionados que encierren al conductor o conductores de fase. El conductor seccionado puesto a tierra debe estar encerrado por el conductor seccionado de puesta a tierra e identificado de acuerdo con 200-6.

c) Conductor de puesta a tierra (capas seccionadas exteriores). El conductor de puesta a tierra debe constar de dos conductores seccionados externos que encierren al conductor puesto a tierra y al conductor o conductores de fase, y debe cumplir con lo establecido en 250-4(a)(5). Las capas del conductor de puesta a tierra se deben identificar por uno de los siguientes métodos:

- (1) Según se permite en 250-119.
- (2) Una cubierta transparente.
- (3) Una o más bandas verdes o marcas verdes.
- (4) El término "puesta a tierra del equipo" impreso a intervalos regulares en todo el cable.

382-112. Aislamiento. Las capas de conductores planos puestos y no puestos a tierra se deben aislar individualmente y deben cumplir con lo indicado en 310-15(a)(3). El conductor de puesta a tierra debe estar cubierto o aislado.

382-120. Marcado.

a) Cable. Las extensiones no metálicas ocultables se deben marcar de forma clara y durable en ambos lados, a intervalos no superiores a 60 centímetros con la información que se exige en 310-120(a) y con la siguiente información adicional:

- (1) Material de los conductores.
- (2) Temperatura nominal máxima.
- (3) Ampacidad.

b) Identificación del conductor. Los conductores se deben identificar de forma clara y duradera en ambos lados y en toda su longitud, tal como se especifica en 382-104.

ARTÍCULO 384

CANALIZACIONES DE CANAL DE TIPO VIGUETA

Parte A. Generalidades

384-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para las canalizaciones de canal tipo vigueta.

384-2. Definición.

Canalización de canal tipo vigueta. Canalización metálica proyectada para montaje en la superficie de una estructura o suspendida de ella, con accesorios asociados para la instalación de conductores y cables eléctricos.

384-6. Requisitos de aprobación. Las canalizaciones de canal tipo vigueta, las tapas y los accesorios deben estar aprobados e identificados para tal uso.

Parte B. Instalación

384-10. Usos permitidos. Se permitirá instalar canalizaciones de canal tipo vigueta en:

- (1) En instalaciones visibles.
- (2) En lugares secos.
- (3) En lugares sometidos a vapores corrosivos, cuando estén protegidas por un acabado que se estime adecuado para esas condiciones.
- (4) Como postes de fuerza.
- (5) En lugares peligrosos (clasificados) según lo permitido en el Capítulo 5.
- (6) Como extensiones de tramos continuos a través de paredes, divisiones y pisos, donde las tapas son removibles en cualquiera de los lados, y la porción dentro de la pared, división o piso permanezca cubierta.
- (7) Se permitirán canalizaciones de canal ferroso y accesorios, protegidos contra la corrosión únicamente por esmalte, únicamente en espacios interiores.

384-12. Usos no permitidos. Las canalizaciones de canal tipo vigueta no se deben usar en las siguientes condiciones:

- (1) Cuando están ocultas.
- (2) No se permitirán canalizaciones de canal ferroso y accesorios, protegidos contra la corrosión únicamente por esmalte, cuando están sometidas a influencias corrosivas fuertes.

384-21. Tamaño de los conductores. En una canalización de canal tipo vigueta no se deben instalar conductores de tamaño mayor de aquel para el cual está aprobada la canalización de canal tipo vigueta.

384-22. Número de conductores. El número de conductores permitidos en una canalización de canal tipo vigueta no debe exceder los porcentajes de ocupación de la Tabla 384-22, ni el área de la sección transversal aplicable de los tipos y tamaños específicos de alambre dados en las Tablas del Capítulo 10.

A los conductores instalados en canalizaciones de canal tipo vigueta no se les debe aplicar los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a), cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) El área de la sección transversal de la canalización es mayor a 2500 mm²
- (2) Los conductores portadores de corriente no son más de 30.
- (3) La suma de las áreas de las secciones transversales de todos los conductores contenidos no excede del 20 por ciento del área de la sección transversal interior de la canalización de canal tipo vigueta.

Tabla 384-22.- Dimensiones del canal y área de la sección transversal interior

Dimensión del canal	Área mm ²	40% Área* mm ²	25% Área** mm ²
1 $\frac{5}{8}$ x 1 $\frac{5}{16}$	572	229	143
1 $\frac{5}{8}$ x 1	743	297	186
1 $\frac{5}{8}$ x 1 $\frac{3}{8}$	1076	433	270
1 $\frac{5}{8}$ x 1 $\frac{5}{8}$	1308	523	327
1 $\frac{5}{8}$ x 2 $\frac{7}{16}$	2045	817	511
1 $\frac{5}{8}$ x 3 $\frac{1}{4}$	2780	1112	695
1 $\frac{1}{2}$ x 3 $\frac{3}{4}$	548	219	137
1 $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{1}{2}$	1179	472	295
1 $\frac{1}{2}$ x 1 $\frac{7}{8}$	1485	594	371
1 $\frac{1}{2}$ x 3	2487	995	622

*Para calcular el número de conductores permitidos en las canalizaciones con uniones externas se debe usar un porcentaje del 40 por ciento de ocupación.

**Para calcular el número de conductores permitidos en las canalizaciones con uniones internas se debe usar un porcentaje del 25% de ocupación.

384-30. Sujeción y soporte.

a) Montaje superficial. Una canalización de canal tipo vigueta de montaje superficial se debe asegurar a la superficie de montaje mediante bandas de retención externas al canal, a intervalos no mayores de 3.00 metros y a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, gabinete, caja de empalmes o cualquier otra terminación de la canalización de canal.

b) Montaje en suspensión. Se permitirá montar las canalizaciones de canal tipo vigueta suspendidas en el aire mediante métodos identificados para ese uso y a intervalos no mayores de 3.00 metros y a una distancia no mayor de 90 centímetros de los extremos y las terminaciones de la canalización de canal.

384-56. Empalmes y derivaciones. En las canalizaciones se permitirá hacer empalmes y derivaciones que sean accesibles después de su instalación a través de una cubierta desmontable. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 por ciento del área de la canalización en ese punto. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer por métodos aprobados.

384-60. Puesta a tierra. Los envoltentes de las canalizaciones de canal tipo vigueta que sirvan como transición a, o desde, otro método de alambrado, deben tener un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de equipos. Se permitirá usar las canalizaciones de canal tipo vigueta como conductor de puesta a tierra de los equipos de acuerdo con 250-118(13). Cuando se utilice una cubierta metálica a presión en una canalización de canal tipo vigueta para conseguir la continuidad eléctrica, no se permitirá usar esa cubierta como medio de continuidad eléctrica de cualquier contacto montado en la cubierta.

Parte C. Especificaciones de construcción

384-100. Construcción. Las canalizaciones de canal tipo vigueta y sus accesorios deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, coples y otros accesorios deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente entre sí e instalar sin que los cables estén sometidos a la abrasión. Además, deben cumplir con lo estipulado en (a), (b) y (c) siguientes.

a) Materiales. Las canalizaciones y los accesorios deben ser de acero, acero inoxidable o aluminio.

b) Protección contra la corrosión. Las canalizaciones y los accesorios de acero deben estar protegidos contra la corrosión mediante galvanización o por un recubrimiento orgánico.

NOTA: Los recubrimientos con esmalte o PVC son ejemplos de recubrimientos orgánicos que brindan protección contra la corrosión.

c) Cubierta. Las cubiertas para las canalizaciones de canal tipo vigueta pueden ser metálicas o no metálicas.

384-120. Marcado. Todos los tramos de las canalizaciones de canal tipo vigueta se deben marcar de manera clara y duradera, según se exige en la primera oración de 110-21(a).

ARTÍCULO 386**CANALIZACIONES METÁLICAS SUPERFICIALES****Parte A. Generalidades**

386-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para las canalizaciones metálicas superficiales y los accesorios asociados.

386-2. Definición.

Canalización metálica superficial. Canalización metálica diseñada para montaje en la superficie de una estructura, con coples, conectores, cajas y accesorios asociados para la instalación de conductores eléctricos.

386-6. Requisitos de aprobación. La canalización metálica superficial y accesorios asociados deben estar aprobados.

Parte B. Instalación

386-10. Usos Permitidos. Se permitirá el uso de canalizaciones metálicas superficiales en:

- (1) Lugares secos.
- (2) Lugares peligrosos (clasificados) Clase I, División 2, como se permite en 501-10(b)(3).
- (3) Bajo pisos falsos, como se permite en 645-5(e)(2).
- (4) Extensiones a través de paredes y pisos. Se permitirá que las canalizaciones metálicas superficiales pasen transversalmente por paredes secas, divisiones secas y pisos secos, si el tramo que pasa a través de estos elementos es continuo. Se debe mantener el acceso a los conductores en ambos lados de la pared, división o piso.

386-12. Usos no permitidos. No se permitirá el uso de canalizaciones metálicas superficiales:

- (1) Cuando estén sometidas a daños físicos graves.
- (2) Cuando la tensión entre los conductores sea de 300 volts o más, a menos que el metal tenga un espesor no menor a 1.02 milímetros.
- (3) Cuando estén sometidas a vapores corrosivos.
- (4) En cubos de elevadores.
- (5) En instalaciones ocultas, excepto como se permite en 386-10.

386-21. Tamaño de los conductores. En una canalización metálica superficial no se deben instalar conductores de tamaño mayor de aquel para el cual está diseñada la canalización metálica superficial.

386-22. Número de conductores o cables. El número de conductores instalados en una canalización metálica superficial no debe ser superior al número para el que está diseñada la canalización. Se permitirá la instalación de cables cuando este uso no esté prohibido por los Artículos para el cable respectivo.

No se les debe aplicar los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a) a los conductores instalados en canalizaciones metálicas superficiales, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) El área de la sección transversal de la canalización es mayor a 2500 milímetros cuadrados
- (2) Los conductores portadores de corriente no son más de 30.
- (3) La suma de las áreas de las secciones transversales de todos los conductores contenidos no excede el 20 por ciento del área de sección transversal interior de la canalización metálica superficial.

386-30. Sujeción y soporte. Las canalizaciones metálicas superficiales y sus accesorios se deben soportar a intervalos de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

386-56. Empalmes y derivaciones. Se permitirá hacer empalmes y derivaciones en las canalizaciones metálicas superficiales que tengan cubierta removible que sea accesible aun después de la instalación. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 por ciento del área interior de la canalización en ese punto. En las canalizaciones metálicas superficiales sin cubierta removible, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en cajas.

Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer por métodos aprobados. Las derivaciones del cable tipo FC, instalado en canalizaciones metálicas superficiales, se deben hacer de acuerdo con 322-56(b).

386-60. Puesta a tierra. Los envoltentes de las canalizaciones metálicas superficiales, que sirvan como transición desde otro método de alambrado, deben tener un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de equipos.

386-70. Canalizaciones combinadas. Cuando se usen canalizaciones metálicas superficiales combinadas tanto para circuitos de señalización como para circuitos de alumbrado y de fuerza, los distintos sistemas deben ir en compartimientos independientes identificados mediante estampado, impresión o código de color del acabado interior.

Parte C. Especificaciones de construcción

386-100. Construcción. Las canalizaciones metálicas superficiales deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Las canalizaciones metálicas superficiales y sus codos, coples y accesorios deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente entre sí, e instalar sin que los cables estén sometidos a la abrasión.

Cuando en las canalizaciones metálicas superficiales, se utilicen cubiertas y accesorios no metálicos, éstos deben estar identificados para dicho uso.

386-120. Marcado. Cada uno de los tramos de las canalizaciones metálicas superficiales debe estar identificado de manera clara y duradera, según lo requerido en la primera oración de la sección 110-21(a).

ARTÍCULO 388

CANALIZACIONES NO METÁLICAS SUPERFICIALES

Parte A. Generalidades

388-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para las canalizaciones no metálicas superficiales y accesorios asociados.

388-2. Definición.

Canalización no metálica superficial. Canalización no metálica diseñada para ser montada en la superficie de una estructura, con coples, conectores, cajas y accesorios asociados para la instalación de conductores eléctricos.

388-6. Requisitos de aprobación. La canalización no metálica superficial y los accesorios asociados deben estar aprobados.

Parte B. Instalación

388-10. Usos permitidos. Se permitirá usar canalizaciones superficiales no metálicas de la siguiente manera:

- (1) Se permitirá la utilización de canalizaciones no metálicas superficiales en lugares secos.
- (2) Se permitirá la prolongación a través de pisos y paredes. Se permitirá que las canalizaciones no metálicas superficiales pasen transversalmente a través de paredes secas, divisiones secas, y pisos secos si el tramo que pasa a través de estos elementos es continuo. Se debe mantener el acceso a los conductores a ambos lados de la pared, división o piso.

388-12. Usos no permitidos. No se deben usar canalizaciones superficiales no metálicas:

- (1) En instalaciones ocultas, excepto lo permitido en 388-10(2).
- (2) Cuando estén sometidas a daños físicos graves.
- (3) Cuando la tensión entre conductores es de 300 volts o más, a no ser que estén aprobadas para una tensión mayor.
- (4) En los cubos de elevadores.
- (5) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.
- (6) Cuando estén sometidas a temperaturas ambiente que exceden aquellas para las que está aprobada la canalización no metálica.
- (7) Para conductores cuyos límites de temperatura del aislamiento excedan la temperatura para la que está aprobada la canalización no metálica.

388-21. Tamaño de los conductores. En una canalización no metálica superficial no se deben instalar conductores de tamaño mayor de aquél para el cual está diseñada la canalización no metálica superficial.

388-22. Número de conductores o cables. El número de conductores instalados en una canalización no metálica superficial no debe ser superior al número para el que está diseñada la canalización. Se permitirá la instalación de cables cuando su uso no esté prohibido por los Artículos para el cable respectivo.

388-30. Sujeción y soporte. Las canalizaciones no metálicas superficiales y sus accesorios se deben soportar a intervalos de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

388-56. Empalmes y derivaciones. Se permitirá hacer empalmes y derivaciones en las canalizaciones no metálicas superficiales que tengan una cubierta que se pueda abrir en el lugar y que sea accesible después de la instalación. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 por ciento del área interior de la canalización en ese punto. En las canalizaciones no metálicas superficiales sin cubierta que se pueda abrir en el lugar, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las cajas.

Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer por métodos aprobados.

388-60. Puesta a tierra. Cuando se exige la puesta a tierra del equipo, se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra del equipo en la canalización.

388-70. Canalizaciones combinadas. Cuando se usen canalizaciones no metálicas superficiales combinadas tanto para circuitos de señalización como para circuitos de alumbrado y de fuerza, los distintos sistemas deben ir en compartimientos independientes identificados mediante estampado, impresión o código de color del acabado interior.

Parte C. Especificaciones de construcción

388-100. Construcción. Las canalizaciones no metálicas superficiales deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Las canalizaciones superficiales no metálicas y sus codos, coples y accesorios deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar mecánicamente entre sí e instalar sin que los cables estén sometidos a la abrasión.

Las canalizaciones no metálicas superficiales y los accesorios deben ser de material no metálico adecuado, que sea resistente a la humedad y a atmósferas químicas. También debe ser resistente a la propagación del fuego, resistente a los impactos y al aplastamiento, resistente a las distorsiones por calentamiento en las condiciones que se vayan a dar en la operación y resistente a los efectos de las bajas temperaturas.

388-120. Marcado. Se permitirá identificar como tales a las canalizaciones no metálicas superficiales que tengan características de producción limitada de humo. Cada uno de los tramos de las canalizaciones no metálicas superficiales debe estar identificado de manera clara y duradera, según lo requerido en la primera oración de la sección 110-21(a).

ARTÍCULO 390

CANALIZACIONES BAJO EL PISO

390-1. Alcance. Este Artículo trata de los requisitos de uso e instalación para las canalizaciones bajo el piso.

390-2. Definición

Canalizaciones bajo el piso. Una canalización y los componentes asociados diseñados y destinados para instalación debajo o a ras de la superficie de un piso para la instalación de cables y conductores eléctricos.

390-3. Uso.

a) Permitido. Se permitirá instalar canalizaciones bajo el piso, debajo de la superficie de concreto u otro material del piso o en lugares para oficinas donde se instalen sobre el piso de concreto y se cubren con linóleo u otro revestimiento equivalente de piso.

b) No permitido. No se deberán instalar canalizaciones bajo el piso (1) donde puedan estar sometidas a vapores corrosivos o (2) en lugares peligrosos (clasificados), excepto lo permitido en 504-20 y en los lugares de Clase I, División 2, como se permite en 501-10(b)(3). Las canalizaciones bajo el piso, de metales ferrosos o no ferrosos, cajas de empalmes y accesorios no se deben instalar en concreto ni en áreas sometidas a la influencia de factores corrosivos fuertes, a menos que estén hechos de un material adecuado para esas condiciones o, a menos que se proporcione protección contra la corrosión aprobada para esas condiciones, no deberán instalarse en el concreto o en áreas sujetas a severas influencias corrosivas, canalizaciones subterráneas metálicas, cajas de empalme ni accesorios.

390-4. Cubiertas. Las cubiertas de las canalizaciones deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes.

a) Canalizaciones de máximo 10 centímetros de ancho. Las canalizaciones semicirculares y con la parte superior plana, de máximo 10 centímetros de ancho, deben tener cuando menos 2 centímetros de concreto o de madera por encima de la canalización.

Excepción: Lo permitido en (c) y (d) para canalizaciones con la parte superior plana.

b) Canalizaciones de más de 10 centímetros, pero no más 20 centímetros de ancho. Las canalizaciones con la parte superior plana, de más de 10 centímetros, pero no más de 20 centímetros de ancho, con una separación mínima entre canalizaciones de 2.50 centímetros, se deben cubrir con concreto a una profundidad no menor a 2.50 centímetros. Las canalizaciones con una separación menor a 2.50 centímetros, se deben cubrir con concreto hasta una profundidad de 4 centímetros.

c) Canalizaciones de tipo zanja a nivel con el concreto. Se permitirá que las canalizaciones de tipo zanja con cubiertas removibles queden a nivel con la superficie del piso. Dichas canalizaciones aprobadas deben estar diseñadas de modo que las placas de las cubiertas les proporcionen una protección mecánica y una rigidez adecuadas equivalentes a las de las cubiertas de las cajas de empalmes.

d) Otras canalizaciones a nivel con el concreto. En lugares para oficinas se permitirá instalar canalizaciones aprobadas con la parte superior metálica plana, de máximo 10 centímetros de ancho, a nivel con la superficie del piso de concreto, siempre que estén cubiertas con una capa considerable de linóleo de espesor no menor a 1.60 milímetros o con un recubrimiento equivalente para pisos. Cuando más de una canalización, pero no más de tres, se instalen a nivel con el concreto, deben situarse una al lado de la otra y unirse de modo que formen un ensamble rígido.

390-5. Tamaño de los conductores. En las canalizaciones bajo el piso no se deben instalar conductores de tamaño mayor que aquel para el que está diseñada la canalización.

390-6. Número máximo de conductores en una canalización. El área de la sección transversal combinada de todos los conductores o cables no debe exceder el 40 por ciento del área de la sección transversal interior de la canalización.

390-7. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer únicamente en cajas de empalmes. Para los fines de esta sección, no se debe considerar que el llamado bucle de cable (conductor continuo que conecta las salidas individuales) sea un empalme o una derivación.

Excepción: Se permitirán empalmes y derivaciones en canalizaciones de tipo zanja a nivel con el piso, que tengan una cubierta removible que sea accesible después de la instalación. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 por ciento del área de la canalización en ese punto.

390-8. Salidas descontinuadas. Cuando una salida está abandonada, descontinuada o removida, las secciones de los conductores del circuito que alimentaban a la salida se deben remover de la canalización. No se permitirá que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, tal como sería el caso de salidas abandonadas en circuitos alambrados.

390-9. Tendidos en línea recta. Las canalizaciones bajo el piso se deben instalar de modo que una línea recta, trazada desde el centro de una caja de empalmes hasta el centro de la siguiente caja de empalme, coincida con el eje central del sistema de canalización. Las canalizaciones se deben soportar firmemente en su sitio para evitar que se altere esta alineación durante la construcción.

390-10. Marcadores en los extremos. En el extremo o cerca de cada extremo de cada tramo recto de las canalizaciones, se debe instalar un marcador adecuado que permita localizar la última inserción.

390-11. Remates. Los remates de las canalizaciones se deben cerrar.

390-13. Cajas de empalmes. Las cajas de empalmes se deben nivelar con el piso y sellar para evitar la entrada libre de agua o concreto. Las cajas de empalmes que se utilicen con canalizaciones metálicas deben ser metálicas y deben tener continuidad eléctrica con la canalización.

390-14. Insertos. Los insertos se deben nivelar y sellar para evitar la entrada de concreto. Los insertos utilizados en canalizaciones metálicas deben ser metálicos y deben ser eléctricamente continuos con la canalización. Los insertos colocados en canalizaciones de fibra o sobre ellas deben sujetarse mecánicamente a la canalización antes de que se ponga el piso. Los insertos colocados en canalizaciones de fibra después de poner el piso se deben atornillar a la canalización.

Cuando se corten las paredes de la canalización y se coloquen los insertos, no se permitirá que queden en la canalización virutas ni otra suciedad, y se deben utilizar herramientas diseñadas para impedir su ingreso a la canalización y que dañen los conductores que pudiera haber instalados.

390-15. Conexiones hasta gabinetes y salidas de pared. Las conexiones desde la canalización bajo el piso hasta los centros de distribución y las salidas de pared se deben hacer con accesorios aprobados o por medio de cualquiera de los métodos de alambrado del Capítulo 3, cuando se instalan de acuerdo con las disposiciones de los Artículos correspondientes.

390-17. Ampacidad de los conductores. Se deben aplicar los factores de ajuste de ampacidad que se indican en 310-15(b)(3) a los conductores instalados en las canalizaciones bajo el piso.

ARTÍCULO 392

CHAROLAS PORTACABLES

Parte A. Generalidades

392-1. Alcance. Este Artículo trata de los sistemas de charolas portacables, incluidos los tipos escalera, canal ventilado, fondo ventilado, fondo sólido, tipo malla y otras estructuras similares.

392-2. Definición.

Sistema de charolas portacables. Unidad o ensamble de unidades o secciones con sus accesorios asociados, que forman un sistema estructural utilizado para asegurar o soportar cables y canalizaciones.

Parte B. Instalación

392-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de charolas portacables como sistema de soporte para conductores de acometida, alimentadores, circuitos derivados, circuitos de comunicaciones, circuitos de control y circuitos de señalización.

Las instalaciones de charolas portacables no se deben limitar a los establecimientos industriales. Cuando están expuestas a los rayos directos del sol, los conductores sin aislamiento y los cables con aislamiento y cubierta deben estar identificados como resistentes a la luz solar. Las charolas portacables y accesorios asociados deben estar identificados para el uso previsto.

Todos los cables de energía y control para instalación en charolas portacables deben ser no propagadores de la flama e identificados para tal fin. El marcado CT contempla esta característica.

a) Métodos de alambrado. Se permitirán los métodos de alambrado de la Tabla 392-10(a) en sistemas de charolas portacables, en las condiciones establecidas en sus respectivos Artículos.

b) En establecimientos industriales. Se permitirá utilizar los métodos de instalación de la Tabla 392-10(a) en cualquier establecimiento industrial bajo las condiciones establecidas en sus respectivos Artículos. Sólo en instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de charolas portacables será atendido únicamente por personas calificadas, se permitirá instalar en charolas portacables tipo escalera, tipo malla, canal ventilado, fondo sólido o de fondo ventilado, cualesquiera de los cables especificados en (b)(1) y (b)(2) siguientes.

Tabla 392-10(a).- Métodos de alambrado

Método de alambrado	Artículo
Cable armado Tipo AC	320
Cable con forro no metálico Tipos NM, NMC y NMS	334
Cable de potencia limitada para charola	725
Cables monoconductores, multiconductores y control	310
Cable multiconductor de acometida Tipo SE y USE	338
Cable multiconductor para alimentadores y circuitos derivados subterráneos Tipo UF	340
Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada	760
Cable para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red	830
Cables con aislamiento mineral y cubierta metálica Tipo MI	332
Cables con armadura metálica Tipo MC	330
Cables de Clase 2 y Clase 3	725
Cables de fibra óptica	770
Cables de media tensión	328
Cables de fuerza y control para charola Tipo TC	336
Cables de instrumentación en charolas Tipo ITC	727
Cables para circuitos de televisión con antena comunal (CATV)	820
Cables para comunicaciones	800
Cables para sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada	760
Cables para sistemas de alarmas contra incendios	760
Canalización para señalización	725
Canalizaciones para comunicaciones	725, 770 y 800
Canalizaciones para fibra óptica	770
Otros cables multiconductores, de control, de señalización o de fuerza ensamblados en fábrica que están aprobados específicamente para su instalación en charolas portacables	
Tubo conduit metálico ligero tipo EMT	358
Tubo conduit no metálico tipo ENT	362
Tubo conduit metálico flexible ligero tipo FMT	360
Tubo conduit de policloruro de vinilo PVC	352
Tubo conduit de resina termofija reforzada tipo RTRC	355
Tubo conduit metálico flexible tipo FMC	348
Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFMC	350
Tubo conduit metálico semipesado tipo IMC	342
Tubo conduit metálico pesado tipo RMC	344
Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFNC	356
Tubo conduit no metálico pesado tipo ENT	362

1) Se permitirá la instalación de cables de un conductor, de acuerdo con (b)(1)(a) hasta (b)(1)(c).

- a. Un cable de un conductor debe ser de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) o mayor y de un tipo aprobado y marcado en su superficie para uso en charolas portacables. Cuando se instalen en charolas de tipo malla cables de un conductor de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) hasta 107 mm^2 (4/0 AWG), la separación máxima permisible de los travesaños debe ser de 22.50 centímetros.
- b. Los cables para máquina de soldar deben cumplir con las disposiciones del Artículo 630, Parte D.
- c. Los conductores individuales usados como conductores de puesta a tierra del equipo deben ser aislados, recubiertos o desnudos, y deben ser de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) o de mayor tamaño.

2) En media tensión los cables multiconductores y de un conductor deben ser cables de media tensión. Los conductores individuales se deben instalar de acuerdo con el inciso (1) anterior.

c) En lugares peligrosos (clasificados). Las charolas portacables ubicadas en lugares peligrosos (clasificados) sólo deben contener los tipos de cables permitidos por otros Artículos en esta NOM.

d) Charolas portacables no metálicas. Además de los usos permitidos en cualquier parte de 392-10, se permitirá utilizar charolas portacables no metálicas en áreas corrosivas y en las que se requiera aislamiento de tensión.

e) Charolas portacables de iluminación del aeródromo. En los aeropuertos en los que las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo las personas calificadas puedan acceder, instalar o prestar servicio al cable, se permitirá instalar el cable de iluminación del campo de aviación utilizado en circuitos en serie de hasta 5000 volts y alimentados por reguladores de corriente constante en charolas portacables.

392-12. Usos no permitidos. No se deben utilizar sistemas de charolas portacables en los fosos de los elevadores o donde puedan estar sujetos a daños físicos.

392-18. Instalación de charolas portacables.

a) Sistema completo. Las charolas portacables se deben instalar como un sistema completo. Si se hacen curvas o modificaciones durante la instalación de un sistema de charolas metálico, se deben hacer de manera que se mantenga la continuidad eléctrica del sistema de charola portacables y el soporte de los cables. Se permitirá que los sistemas de charolas portacables tengan segmentos mecánicamente discontinuos entre tramos de charolas portacables o entre tramos de charolas portacables y los equipos.

b) Terminado antes de la instalación. Cada tramo de la charola portacables debe estar terminado antes de la instalación de los cables.

c) Cubiertas. En las partes o tramos en los que se requiera mayor protección, se deben instalar cubiertas o envoltentes que proporcionen la protección requerida y que sean de un material compatible con el de la charola portacables.

d) A través de paredes y divisiones. Se permitirá que las charolas portacables se prolonguen transversalmente a través de paredes y divisiones o verticalmente a través de pisos y plataformas en lugares mojados o secos cuando las instalaciones, completas con los cables instalados, se realicen de acuerdo con los requisitos de 300-21.

e) Expuestas y accesibles. Las charolas portacables deben estar expuestas y accesibles, excepto lo permitido por 392-18(d).

f) Acceso adecuado. Alrededor de las charolas portacables se debe dejar y mantener un espacio suficiente que permita el acceso adecuado para la instalación y mantenimiento de los cables.

g) Canalizaciones, cables y cajas soportados por el sistema de charolas portacables. En instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de charolas portacables es atendido únicamente por personas calificadas y el sistema de charolas portacables esté diseñado e instalado de modo que puedan soportar la carga, se permitirá que tales sistemas soporten las canalizaciones, cables, cajas especificados en 314-1.

Para la terminación de las canalizaciones en la charola, se debe utilizar una abrazadera aprobada para cable en charola o un adaptador para sujetar firmemente la canalización al sistema de la charola portacables. El soporte y la sujeción adicionales de la canalización deben estar acordes con los requisitos del Artículo correspondiente a la canalización. Para canalizaciones o cables tendidos en paralelo, y fijos a la parte inferior o lateral de un sistema de charola portacables, el soporte y la sujeción deberá cumplir los requisitos del Artículo apropiado sobre la canalización o cable.

Para cajas fijas a la parte inferior o lateral de un sistema de charola portacables, el soporte y la sujeción deben estar de acuerdo con los requisitos de 314-23.

h) Marcado. En las charolas portacables que contienen conductores con una tensión de más de 1000 volts, debe haber letreros permanentes y legibles de advertencia en las que se indique el siguiente texto: **“PELIGRO – ALTA TENSIÓN – MANTÉNGASE ALEJADO”**, colocadas en un lugar fácilmente visible en las charolas portacables. El espaciamiento de las señales de advertencia no debe exceder 3.00 metros.

Excepción: Donde no sean accesibles (aplicado a equipos), en establecimientos industriales en los que las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que solamente personas calificadas brinden servicios en la instalación, las notificaciones de advertencia del sistema de bandejas portacables deben colocarse donde sea necesario para la instalación, a fin de garantizar el funcionamiento y el mantenimiento seguros.

392-20. Instalación de cables y conductores

a) Cables multiconductores operando a 1000 volts o menos. En la misma charola portacables se permitirá instalar cables multiconductores operando a 1000 volts o menos.

b) Cables operando a más de 1000 volts. Los cables operando a más de 1000 volts y aquellos operando a 1000 volts o menos, instalados en la misma charola portacables, deben cumplir con cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Los cables para tensiones de más de 1000 volts son del tipo MC.
- (2) Los cables para tensiones de más de 1000 volts están separados de los cables de 1000 volts o menos, por una barrera sólida fija de un material compatible con la charola portacables.

c) Conectados en paralelo. Cuando los cables monoconductores que conforman cada fase, neutro o conductor puesto a tierra de un circuito de corriente alterna se conecten en paralelo, tal como lo permite 310-10(h), los conductores se deben instalar en grupos que consten de no más de un conductor por fase, neutro o conductor puesto a tierra, para evitar desequilibrios de corrientes en los conductores en paralelo debidas a la reactancia inductiva.

Los conductores individuales se deben atar y asegurar en grupos de circuitos, para evitar movimiento excesivo debido a las fuerzas magnéticas de la corriente de falla, a menos que los conductores individuales estén cableados conjuntamente, por ejemplo, en ensambles de tres cables.

d) Conductores individuales. Cuando cualquiera de los conductores individuales instalados en una charola portacables tipo malla, de escalera o fondo ventilado sea del tamaño 53.5 mm² (1/0 AWG) hasta 107 mm² (4/0 AWG), todos los conductores individuales se deben instalar en una sola capa. Se permitirá que los conductores que están atados conjuntamente para abarcar cada grupo de un circuito se instalen en forma diferente de una sola capa.

392-22. Número de cables o conductores.

a) Número de cables multiconductores de 2000 volts o menos, en charolas portacables. El número de cables multiconductores de 2000 volts o menos, permitidos en una sola charola portacables, no debe exceder lo establecido en esta sección. Los tamaños de los conductores que se indican se aplican tanto a conductores de cobre como de aluminio. Cuando se utilicen paredes divisorias se aplicarán cálculos de relleno a cada sección dividida de la charola portacables.

1) Charolas portacables tipo escalera, tipo malla o fondo ventilado que contiene cualquier combinación de cables. Cuando una charola portacables de escalera, malla o fondo ventilado contenga cables multiconductores de fuerza o de alumbrado o cualquier combinación de cables multiconductores de fuerza, alumbrado, control y señalización, el número máximo de cables debe cumplir con lo siguiente:

- a. Si todos los cables son de tamaño 107 mm² (4/0 AWG) o más grandes, la suma de los diámetros de todos los cables no debe exceder el ancho de la charola y los cables deben ir instalados en una sola capa. Cuando la ampacidad del cable está determinada de acuerdo con 392-80(a)(1)(c), el ancho de la charola portacables no debe ser menor a la suma de los diámetros de los cables y la suma de los anchos de las separaciones exigidas entre los cables.
- b. Si todos los cables son de tamaño menor a 107 mm² (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el área de ocupación máxima de cables permitida en la columna 1 de la Tabla 392-22(a), para el ancho correspondiente de la charola portacables.
- c. Si en la misma charola portacables se instalan cables de tamaño 107 mm² (4/0 AWG) o mayores, con cables de tamaño menor que 107 mm² (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables inferiores al 107 mm² (4/0 AWG) no debe exceder el área de ocupación máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 392-22(a), para el ancho apropiado de la charola. Los cables de tamaño 107 mm² (4/0 AWG) y más grandes se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

Tabla 392-22(a).- Área de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portacables de tipo escalera, fondo ventilado, tipo malla o fondo sólido para cables de 2000 volts o menos.

Ancho interior de la charola portacables	Área de ocupación máxima permisible para cables multiconductores			
	Charolas portacables tipo escalera, tipo malla o fondo ventilado, 392-22(a)(1)		Charolas portacables tipo fondo sólido, 392-22(a)(3)	
	Columna 1	Columna 2 ^a	Columna 3	Columna 4 ^a
	Aplicable sólo por 392-22(a)(1)(b)	Aplicable sólo por 392-22(a)(1)(c)	Aplicable sólo por 392-22(a)(3)(b)	Aplicable sólo por 392-22(a)(3)(c)
cm	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
5	1 500	1 500 - (30 Sd) ^b	1 200	1 200 - (25 Sd) ^b
10	3 000	3 000 - (30 Sd) ^b	2 300	2 300 - (25 Sd)
15	4 500	4 500 - (30 Sd) ^b	3 500	3 500 - (25 Sd) ^b
20	6 000	6 000 - (30 Sd) ^b	4 500	4 500 - (25 Sd)
225	6 800	6 800 - (30 Sd)	5 100	5 100 - (25 Sd)
30	9 000	9 000 - (30 Sd)	7 100	7 100 - (25 Sd)
40	12 000	12 000 - (30 Sd)	9 400	9 400 - (25 Sd)
45	13 500	13 500 - (30 Sd)	10 600	10 600 - (25 Sd)
50	15 000	15 000 - (30 Sd)	11 800	11 800 - (25 Sd)
60	18 000	18 000 - (30 Sd)	14 200	14 200 - (25 Sd)
75	22 500	22 500 - (30 Sd)	17 700	17 700 - (25 Sd)
90	27 000	27 000 - (30 Sd)	21 300	21 300 - (25 Sd)

^a Se deben calcular las áreas de ocupación máxima permisible de las columnas 2 y 4. Por ejemplo, la ocupación máxima permisible, en milímetros cuadrados, para una charola portacables de 15 centímetros de ancho en la columna 2, debe ser 4500 menos (30 multiplicado por Sd).

^b El término Sd de las columnas 2 y 4 es la suma de los diámetros, en milímetros, de todos los cables multiconductores de 107 mm² (4/0AWG) y más grandes instalados en la misma charola con cables más pequeños.

2) Charolas portacables de escalera, malla o fondo ventilado que contienen cables multiconductores de control y/o señalización únicamente. Cuando una charola portacables de escalera, malla o fondo ventilado, con una profundidad interior útil de 15 centímetros o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señalización, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables en cualquier sección transversal no debe exceder el 50 por ciento del área de la sección transversal interior de dicha charola. Se debe usar una profundidad de 15 centímetros para calcular el área de la sección interior permisible de cualquier charola portacables que tenga una profundidad interior útil de más de 15 centímetros.

3) Charolas portacables de fondo sólido que contienen cualquier combinación de cables. Cuando haya charolas portacables de fondo sólido con cables multiconductores de fuerza o alumbrado o cualquier combinación de cables multiconductores de fuerza, alumbrado, señales y control, el número máximo de cables debe cumplir con lo siguiente:

- Si todos los cables son del 107 mm² (4/0 AWG) o mayores, la suma de los diámetros de todos los cables no debe exceder el 90 por ciento del ancho de la charola y los cables deben estar instalados en una sola capa.
- Si todos los cables son de menos tamaño de 107 mm² (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el área de ocupación máxima de cables permitida en la columna 3 de la Tabla 392-22(a), para el ancho apropiado de la charola.
- Si en la misma charola se instalan cables de tamaño 107 mm² (4/0 AWG) o más grandes, con cables de menor tamaño de 107 mm² (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables de tamaño menor de 107 mm² (4/0 AWG) no debe exceder el área de ocupación máxima permitida resultante del cálculo de la columna 4 de la Tabla 392-22(a), para el ancho correspondiente de la charola. Los cables del 107 mm² (4/0 AWG) y más grandes se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

4) Charolas de fondo sólido que contienen cables multiconductores de control y/o señalización solamente. Cuando una charola portables de fondo sólido, con una profundidad interior útil de 15 centímetros o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señalización, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables en cualquier sección transversal de la charola no debe exceder el 40 por ciento del área de la sección transversal interior de dicha charola. Se debe usar una profundidad de 15 centímetros para calcular el área máxima de la sección interior permisible de cualquier charola portables que tenga una profundidad interior útil de más de 15 centímetros.

5) Charolas portables de canal ventilado que contienen cables multiconductores de cualquier tipo. Cuando las charolas portables de canal ventilado contengan cables multiconductores de cualquier tipo, se debe aplicar lo siguiente:

- a. Cuando se instale solamente un cable multiconductor, el área de su sección transversal no debe exceder el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 392-22(a)(5).
- b. Cuando se instale más de un cable multiconductor, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el valor especificado en la columna 2 de la Tabla 392-22(a)(5).

6) Charolas portables de canal sólido. Cuando las charolas portables de canal sólido contengan cables multiconductores de cualquier tipo, se debe aplicar lo siguiente:

- a. Cuando se instale solamente un cable multiconductor, el área de su sección transversal no debe exceder el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 392-22(a)(6).
- b. Cuando se instale más de un cable multiconductor, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el valor especificado en la columna 2 de la Tabla 392-22(a)(6).

Tabla 392-22(a)(5).- Área de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portables de canal ventilado para cables de 2000 volts o menos

Ancho interior de la charola	Área de ocupación máxima permisible para cables multiconductores	
	Columna 1	Columna 2
	Un sólo cable	Más de un cable
cm	mm ²	mm ²
7.5	1500	850
10	2900	1600
15	4500	2450

b) Número de cables de un solo conductor de 2000 volts o menos en charolas portables. El número de cables de un solo conductor de 2000 volts o menos, permitidos en una sola sección de una charola portables, no debe exceder los requisitos de esta sección. Los conductores individuales o los ensambles de conductores se deben distribuir uniformemente a lo ancho de toda la charola. Los tamaños de los conductores se aplican tanto a conductores de cobre como de aluminio.

1) Charolas portables de tipo escalera o de fondo ventilado. Cuando una charola portables tipo malla, de escalera o de fondo ventilado contenga cables de un solo conductor, el número máximo de dichos cables debe cumplir los siguientes requisitos:

- a. Si todos los cables son de 507 mm² (1000 kcmil) o mayores, la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho de la charola y todos los cables se deben instalar en una sola capa. Se permitirá que los conductores que están atados conjuntamente para abarcar cada grupo de un circuito se instalen en forma diferente de una sola capa.
- b. Si todos los cables son de 127 mm² (250 kcmil) hasta 456 mm² (900 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el área de ocupación máxima permitida en la columna 1 de la Tabla 392-22(b)(1) para el ancho correspondiente de la charola.

- c. Si se instalan en la misma charola cables de un solo conductor de 507 mm² (1000 kcmil) o mayores con cables de un solo conductor menores a 507 mm² (1000 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables menores a 507 mm² (1000 kcmil) no debe exceder el área de ocupación máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 392-22(b)(1) para el ancho correspondiente de la charola.
- d. Cuando cualquiera de los cables de un solo conductor instalados sea de 21.2 mm² (4 AWG) hasta 107 mm² (4/0 AWG), la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho de la charola.

Tabla 392-22(a)(6).- Área de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portacables de canal sólido para cables de 2 000 volts o menos

Ancho interior de la charola	Área de ocupación máxima permisible para cables multiconductores	
	Columna 1	Columna 2
	Un sólo cable	Más de un cable
cm	mm ²	mm ²
5.0	850	500
7.5	1300	700
10	2400	1400
15	3600	2100

2) Charolas de canal ventilado. Cuando una charola portacables de canal ventilado de 5, 7.50, 10 o 15 centímetros de ancho contenga cables de un solo conductor, la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho interior del canal.

c) Número de cables de media tensión y tipo MC (más de 2001 volts) en charolas portacables. El número de cables de más de 2000 volts permitido en una sola charola portacables no debe exceder los requisitos de esta sección.

La suma de los diámetros de los cables de un solo conductor y multiconductores no debe exceder el ancho de la charola portacables y los cables deben estar instalados en una sola capa. Cuando los cables de un solo conductor vayan en grupos de tres conductores o cuatro conductores o atados formando grupos por circuitos, la suma de los diámetros de los conductores individuales no debe exceder el ancho de la charola portacables y estos grupos se deben instalar en una sola capa.

392-30. Sujeción y soporte.

a) Charolas portacables. Las charolas portacables se deben soportar a intervalos definidos en las instrucciones de instalación.

b) Cables y conductores. Los cables y conductores deben ser asegurados y soportados por el sistema de charolas portacables de acuerdo con (1), (2) y (3), según se aplique.

- (1) En tramos distintos de los horizontales, los cables se deben sujetar y asegurar firmemente a los miembros transversales de las charolas.
- (2) Se proporcionarán soportes para evitar la tensión en los cables cuando entran en canalizaciones desde los sistemas de charolas portacables.
- (3) El sistema debe ofrecer soporte a los métodos de alambrado de canalizaciones y cables según lo establecido en sus correspondientes Artículos. Cuando las charolas portacables soportan conductores individuales y cuando los conductores pasan de una charola portacables a otra, o de una charola portacables a canalizaciones o equipos en donde los conductores terminan, la distancia de soporte entre las charolas portacables o entre la charola portacables y la canalización o el equipo no debe ser mayor de 1.80 metros. Los conductores se deben asegurar a la charola portacables en la transición y se deben proteger de daño físico mediante un dispositivo de protección o una ubicación adecuada

Tabla 392-22(b)(1).- Área de ocupación permisible para cables de un solo conductor en charolas portacables de tipo escalera, fondo ventilado o malla ventilada para cables de 2000 volts o menos

Ancho interior de la charola portacables	Área de ocupación máxima permisible para cables multiconductores	
	Charolas portacables tipo escalera o fondo ventilado	
	Columna 1	Columna 2a
	Aplicable sólo por 392-22(b)(1)(b)	Aplicable sólo por 392-22(b)(1)(c)
Centímetros	mm ²	mm ²
5	1 400	1 400 - (28 Sd) ^b
10	2 800	2 800 - (28 Sd)
15	4 200	4 200 - (28 Sd) ^b
20	5 600	5 600 - (28 Sd)
22.5	6 100	6 100 - (28 Sd)
30	8 400	8 400 - (28 Sd)
40	11 200	11 200 - (28 Sd)
45	12 600	12 600 - (28 Sd)
50	14 000	14 000 - (28 Sd)
60	16 800	16 800 - (28 Sd)
75	21 000	21 000 - (28 Sd)
90	25 200	25 200 - (28 Sd)

^a Se deben calcular las áreas de ocupación máxima permisible de las columnas 2. Por ejemplo, la ocupación máxima permisible, en milímetros cuadrados, para una charola portacables de 15 centímetros de ancho en la columna 2, debe ser 4200 menos (28 multiplicado por Sd).

^b El término Sd de las columnas 2 es la suma de los diámetros, en milímetros, de todos los cables individuales de 507 mm² y mayores instalados en la misma charola con cables más pequeños.

392-46. Tubo conduit y tubería con pasacables. No se exigirá la instalación de una caja, cuando los cables o conductores estén instalados en tubo conduit o tuberías con pasacables utilizados para soporte o protección contra daños físicos.

392-56. Empalmes de cables. Se permitirá que dentro de una charola portacables haya empalmes hechos y aislados con métodos aprobados, siempre que sean accesibles. Se permitirá que los empalmes sobresalgan por encima de los peraltes cuando no estén sometidos a daño físico.

392-60. Puesta a tierra y unión.

a) Charolas portacables metálicas. Se permitirá utilizar las charolas portacables metálicas como conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando la supervisión y el mantenimiento continuo aseguren que personas calificadas atenderán al sistema instalado de charolas portacables y las charolas portacables cumplen con las disposiciones de esta sección. Las charolas portacables metálicas que soporten conductores eléctricos se deben poner a tierra tal como se exige para los envoltentes de conductores en 250-96 y la Parte D del Artículo 250. Las charolas portacables metálicas que contienen solamente conductores que no sean de fuerza deben ser eléctricamente continuas a través de las conexiones aprobadas o el uso de un puente de unión no menor a 5.26 mm² (10 AWG).

NOTA: Ejemplos de conductores que no sean de fuerza incluyen los cables de fibra óptica no conductores y los circuitos de Clase 2 y Clase 3 de control remoto, señalización y de potencia limitada.

Tabla 392-60(a).- Requisitos de área de metal para charolas portacables utilizadas como conductores de puesta a tierra de equipos

Valor máximo nominal de los fusibles, ajuste de disparo de los interruptores automáticos o del relevador protector del circuito, o ajuste de disparo para protección contra fallas a tierra de cualquier cable del circuito en un sistema de charola portacables.	Área de la sección transversal mínima de la parte metálica ^a	
	Charolas portacables de acero	Charolas portacables de aluminio
amperes	mm ²	
60	129	129
100	258	129
200	451.5	129
400	645	258
600	967.5 ^b	258
1000	—	387
1200	—	645
1600	—	967.5
2000	—	1290

^a Área de la sección transversal total de los dos peraltes de las charolas tipo escalera o charolas portacables con fondo, o área de la sección transversal mínima del metal en las charolas de canal o las construidas de una pieza.

^b No se deben utilizar charolas portacables de acero como conductores de puesta a tierra de los equipos en los circuitos con protección contra falla a tierra mayor a 600 amperes. No se deben utilizar charolas portacables de aluminio como conductores de puesta a tierra de los equipos en los circuitos con protección contra falla a tierra mayor a 2000 amperes.

b) Sistemas de charolas portacables de acero o aluminio. Se permitirá utilizar como conductor de puesta a tierra de equipos las charola portacables de acero o aluminio, siempre que se cumplan todos los siguientes requisitos:

- (1) Las secciones de la charola portacables y los accesorios están identificados como conductor de puesta a tierra de equipos.
- (2) El área mínima de la sección transversal de la charola portacables debe cumplir con los requisitos de la Tabla 392-60(a).
- (3) Todas las secciones de la charola portacables y los accesorios deben estar marcados de manera legible y duradera, indicando el área de la sección transversal de la charola metálica de canal o las charolas portacables de una pieza, y el área de la sección transversal total de ambos peraltes en las charolas de tipo escalera o de fondo ventilado.
- (4) Las secciones de una charola portacables, los accesorios y las canalizaciones conectadas están unidas, según lo establecido en 250-96, usando conectores metálicos atornillados o puentes de unión dimensionados e instalados según los requisitos de 250-102.

c) Transiciones. Cuando los sistemas de charolas portacables son mecánicamente discontinuos, según se permite en 392-18(a), un puente de unión dimensionado de acuerdo con 250-102, debe conectar las dos secciones de charola portacables o la charola portacables y la canalización o el equipo. La unión se debe hacer de acuerdo con 250-96.

392-80. Ampacidad de los conductores.

a) Ampacidad de cables de 2000 volts o menos, en charolas portacables

NOTA: Véase 110-14 (c) para las limitaciones de temperatura del conductor debido a las condiciones de las terminales.

1) Cables multiconductores. La ampacidad permisible de los cables multiconductores de 2000 volts o menos, instalados según los requisitos de 392-22(a), debe ser como se establece en las Tablas 310-15(b)(16) y 310-15(b)(18), sujeta a las disposiciones de 310-15(a)(2) y los incisos (a), (b), (c) siguientes.

- a. Los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a) se deben aplicar únicamente a cables multiconductores con más de tres conductores portadores de corriente. Los factores de ajuste se deben limitar al número de conductores portadores de corriente en el cable y no al número de conductores en la charola portacables.
- b. Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, no se permitirá que los cables multiconductores tengan más del 95 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(16) y 310-15(b)(18).
- c. Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en charolas sin cubiertas, manteniendo una separación entre cables no menor al diámetro de un cable la ampacidad no debe exceder las ampacidades permisibles, corregidas para la temperatura ambiente, de los cables multiconductores, con no más de tres conductores aislados de 0 a 2000 volts al aire libre, de acuerdo con 310-15(c).

NOTA: Véase la Tabla B-310-15(B)(2)(3).

2) Cables de un solo conductor. La ampacidad permisible para cables de un solo conductor debe ser como lo permite 310-15(a)(2). Los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a) no se deben aplicar a la ampacidad de los cables en las charolas portacables. La ampacidad de los cables de un solo conductor o de los conductores individuales juntos (en grupos de tres conductores, cuatro conductores, etc.) de 2000 volts o menos, debe cumplir lo siguiente:

- a. Cuando estén instalados según los requisitos de 392-22(b), la ampacidad de los cables de un solo conductor de 304 mm² (600 kcmil) y mayores en charolas portacables sin cubiertas, no debe exceder el 75 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19). Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de 304 mm² (600 kcmil) y más, no debe exceder el 70 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).
- b. Cuando estén instalados según los requisitos de 392-22(b), la ampacidad de los cables de un solo conductor de 21.2 mm² (4 AWG) a 253 mm² (500 kcmil) en charolas sin cubiertas, no debe exceder el 65 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19). Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de tapas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de 21.2 mm² (4 AWG) a 253 mm² (500 kcmil) no debe exceder el 60 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).
- c. Cuando se instalen conductores individuales en una sola capa en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo una separación entre los conductores individuales no menor al diámetro de un cable entre los conductores individuales, la ampacidad de los cables de 21.2 mm² (4 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).

Excepción para (c): Para las charolas portacables de fondo sólido, la ampacidad de los cables de un solo conductor se debe determinar de acuerdo con 310-15(c).

- d. Cuando se instalen conductores individuales en configuración triangular o cuadrada en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo un espacio de aire libre no menor a 2.15 veces el diámetro exterior del conductor más grande contenido en la configuración, entre las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los cables de 21.2 mm² (4 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de 2 o 3 conductores individuales aislados de 0 a 2000 volts sostenidos en un mensajero, de acuerdo con 310-15(b).

NOTA: Véase la Tabla 310-15(b)(20).

3) Combinaciones de cables multiconductores y cables de un solo conductor. Cuando una charola portacables tiene una combinación de cables multiconductores y de un solo conductor, la ampacidad permisible debe ser la indicada en 392-80(a)(1) para los cables multiconductores y 392-80(a)(2) para cables de un solo conductor. Siempre que se apliquen las siguientes condiciones:

- (1) La suma del área de ocupación del cable multiconductor como porcentaje del área de ocupación permisible para la charola, calculada según 392-22(a), y el área de ocupación del cable de un solo conductor como porcentaje del área de ocupación permisible de la charola, calculada según 392-22(b), totaliza no más del 100 por ciento.
- (2) Los cables multiconductores están instalados de acuerdo con 392-22(a) y los cables de un sólo conductor se instalan de acuerdo con 392-22(b).

b) Ampacidad de cables de media tensión y tipo MC (de más de 2000 volts) en charolas portacables. La ampacidad de cables de más de 2000 volts instalados de acuerdo con 392-22(c) no debe exceder los requisitos de esta sección.

NOTA: Véase 110-40 para las limitaciones de temperatura del conductor debido a las condiciones de las terminales.

1) Cables multiconductores (de más de 2000 volts). La ampacidad permisible de los cables multiconductores debe ser como se establece en las Tablas 310-60(c)(75) y 310-60(c)(76) sujeta a las siguientes disposiciones:

- a. Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, se permitirá como máximo el 95 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(75) y 310-60(c)(76) para los cables multiconductores.
- b. Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en charolas portacables sin tapas, manteniendo una separación entre cables no menor al diámetro de un cable, su ampacidad no debe exceder las ampacidades permisibles de las 310-60(c)(71) y 310-60(c)(72).

2) Cables de un solo conductor (de más de 2000 volts). La ampacidad de los cables de un solo conductor o los conductores individuales en grupos de tres conductores trenzados, cuatro conductores trenzados, etc., deben cumplir lo siguiente:

- a. La ampacidad de los cables de un solo conductor de 53.5 mm² (1/0 AWG) y mayores en charolas portacables sin cubiertas, no debe exceder el 75 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(69) y 310-60(c)(70). Cuando las charolas portacables estén cubiertas por más de 1.80 metros de tapas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de un solo conductor de 53.5 mm² (1/0 AWG) y mayores no debe exceder el 70 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(69) y 310-60(c)(70).
- b. Cuando se instalen cables de un conductor individual en una sola capa en charolas sin cubiertas, manteniendo una separación entre conductores individuales no menor al diámetro de un cable, la ampacidad de los cables de 53.5 mm² (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(69) y 310-60(c)(70).
- c. Cuando se instalen conductores individuales en configuración triangular o cuadrada en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo un espacio de aire libre no menor a 2.15 veces el diámetro exterior del conductor más grande contenido en la configuración, entre las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los cables de 53.5 mm² (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(67) y 310-60(c)(68).

Parte C. Especificaciones de construcción

392-100. Construcción.

a) Resistencia y rigidez. Las charolas portacables deben tener resistencia y rigidez suficientes para ofrecer un soporte adecuado a todos los cables instalados en ellas.

b) Bordes lisos. Las charolas portacables no deben tener bordes afilados, rebabas ni salientes que puedan dañar el aislamiento o la cubierta del alambrado.

c) Protección contra la corrosión. Los sistemas de charolas portacables deben ser de un material resistente a la corrosión. Si son de un material ferroso, el sistema debe estar protegido contra la corrosión, tal como se exige en 300-6.

d) Peralte. Las charolas portacables deben tener peraltes u otros miembros estructurales equivalentes.

e) Accesorios. Las charolas portacables deben incluir accesorios u otros medios adecuados para poder cambiar la dirección y elevación de los tramos.

f) Charolas portacables no metálicas. Las charolas portacables no metálicas deben estar hechas de material resistente a la propagación del fuego.

ARTÍCULO 393

SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA DE BAJA TENSIÓN EN PLAFONES SUSPENDIDOS

Parte A. Generalidades.

393-1. Alcance. Este artículo trata sobre la instalación de sistemas de distribución de energía de baja tensión en plafones suspendidos.

393-2. Definiciones.

Barra colectora. Conductor no aislado conectado eléctricamente a la fuente de alimentación y sostenido físicamente sobre un aislador que provee un riel eléctrico para la conexión a un equipo que utilice energía eléctrica, tales como sensores, activadores, dispositivos A/V, ensambles de luminarias de baja tensión y equipos eléctricos similares.

Soporte de barra colectora. Aislador que se extiende a lo largo del tramo de una sección del riel de la barra colectora de un cielo raso suspendido, que sirve como soporte y aislante de las barras colectoras del riel de la red suspendida.

Conector. Término empleado para referirse a un accesorio electromecánico.

Conector de carga. Conector electromecánico que se usa para la energía que se transmite de la barra colectora al equipo de utilización de energía eléctrica.

Conector colgante. Conector electromecánico o mecánico que se usa para colgar una luminaria de baja tensión o un equipo de utilización de energía eléctrica debajo del riel de la red y para abastecer de energía a la conexión que se extiende desde la barra colectora hasta el equipo de utilización de energía.

Conector de alimentación de potencia. Conector electromecánico que se utiliza para conectar la fuente de alimentación a un cable de distribución de energía, para su conexión directa con la barra colectora o para la conexión que se extiende desde un cable de distribución de energía hasta la barra colectora.

Conector riel a riel. Conector electromecánico que se utiliza para interconectar barras colectoras de un riel de la red del cielo raso con otro riel de la red de conductores de distribución de energía.

Riel de barra colectora de la red de conductores de distribución de energía. Combinación de barra colectora, soporte de barra colectora y sistema estructural de la red del cielo raso suspendida.

Sistema de distribución de energía de baja tensión en plafones suspendidos. Sistema que sirve como soporte para la superficie de un cielo raso acabado y que está compuesto por una barra colectora y un sistema de soporte de barras colectoras para distribuir la energía a equipos de utilización de energía eléctrica alimentados por una fuente de alimentación de potencia de Clase 2.

Fuente de alimentación. Fuente de alimentación de Clase 2 conectada entre el sistema de distribución de energía de un circuito derivado y el sistema de distribución de energía de baja tensión de las barras colectoras de un cielo raso suspendido.

Riel. El soporte estructural del sistema del cielo raso suspendido que típicamente forma la red de conductores del cielo raso que sostiene la placa del cielo raso y los equipos de utilización de energía, tales como sensores, activadores, dispositivos A/V, luminarias de baja tensión y equipos eléctricos similares.

Protección contra polaridad invertida (protección antirretorno). Sistema que evita que dos suministros de alimentación interconectados, conectados de positivo a negativo, pasen la corriente de una fuente de alimentación a una segunda fuente de alimentación.

Red de conductores de distribución de energía de plafones suspendidos. Sistema que sirve como soporte para una superficie acabada del cielo raso y otros equipos de utilización de energía eléctrica.

393-6. Requisitos de aprobación. Los sistemas de distribución de energía de plafones suspendidos y sus accesorios relacionados deben estar aprobados de acuerdo con lo establecido en las secciones 393-6(a) o (b).

a) Sistema aprobado. Los sistemas de distribución de baja tensión de plafones suspendidos que funcionen a 30 volts de corriente alterna o menos, o a 60 volts de corriente continua o menos, deben estar aprobados como un sistema completo, con el equipo de utilización de energía, la fuente de alimentación y los accesorios como parte del mismo sistema identificado.

b) Ensamble de piezas aprobadas. Debe permitirse un sistema de distribución de energía de baja tensión en un cielo raso suspendido, ensamblado con las siguientes piezas, aprobadas de acuerdo con su correspondiente función:

(1) Equipo de utilización de energía de baja tensión aprobado

(2) Fuente de alimentación de Clase 2 aprobada

(3) Accesorios aprobados o identificados, entre ellos conectores y rieles de la red que tengan conductores desnudos

(4) Cables de baja tensión aprobados, de acuerdo con lo establecido en la sección 725-179, conductores colocados en canalizaciones u otros métodos de cableado fijo para el circuito del secundario

Parte B. Instalación

393-10. Usos permitidos. Los sistemas de distribución de energía de baja tensión de plafones suspendidos deben estar conectados de manera permanente y deben estar permitidos, según lo establecido a continuación:

(1) Para equipos de utilización, con capacidad para funcionar a un máximo de 30 volts de corriente alterna (42.4 volts pico) o a 60 volts de corriente continua (24.8 volts pico para la corriente continua interrumpida a una tasa de 10 Hz a 200 Hz) y limitados a niveles de energía de Clase 2 en el Capítulo 10, Tabla 11(a) y Tabla 11(b) para circuitos de iluminación, control y señalización.

(2) En lugares interiores secos

(3) Para instalaciones residenciales, comerciales e industriales

(4) En otros espacios utilizados para ventilación ambiental, de acuerdo con lo establecido en la sección 300-22(c), los equipos eléctricos con un envolvente metálico, o con un envolvente y accesorios no metálicos, deben estar aprobados para uso dentro de un espacio de manejo de aire y deben tener características de resistencia al fuego y de baja generación de humo y un material de cableado asociado adecuado para la temperatura ambiente.

NOTA: Los sistemas de distribución de la red de conductores de energía de baja tensión de plafones suspendidos deberían ser instalados por personas calificadas, de conformidad con lo establecido en las instrucciones de instalación del fabricante

393-12. Usos no permitidos. No deben instalarse sistemas de distribución de energía de plafones suspendidos en:

(1) En lugares húmedos o mojados

(2) Donde estén sometidos a humos o vapores corrosivos, tales como salas de almacenamiento de baterías

(3) Donde estén sujetos a daños físicos

(4) En lugares ocultos

(5) En lugares (clasificados como) peligrosos

(6) Como parte de un ensamble piso-cielo raso o techo-cielo raso con certificación de resistencia al fuego, a menos que esté específicamente aprobado como parte del ensamble

(7) Para iluminación general o áreas para cuidados de pacientes críticos

393-14. Instalación.

a) Requisitos generales. Los cables y conductores instalados expuestos sobre la superficie de plafones y muros laterales deben estar sostenidos por la estructura del edificio, de tal forma que el cable no sea dañado debido al uso normal del edificio. Dichos cables se deben sujetar con correas, grapas, amarres de cable, soportes colgantes o accesorios similares, diseñados e instalados de manera que no dañen el cable.

NOTA: Los sistemas de distribución de la red de conductores de energía de baja tensión de plafones suspendidos deben ser instalados, de conformidad con lo establecido en las instrucciones de instalación del fabricante

b) Conductores aislados. Los conductores de circuitos secundarios, aislados y expuestos deben estar aprobados, ser del tipo mencionado a continuación y ser instalados según se describe:

(1) Cable de Clase 2 alimentado por una fuente de energía de Clase 2 e instalado de acuerdo con lo establecido en las partes Ay C del Artículo 725

(2) Métodos de cableado descritos en el Capítulo 3

393-21. Medios de desconexión.

a) Ubicación. Un medio de desconexión para el suministro de Clase 2 al sistema de red de conductores de distribución de energía debe estar ubicado de modo que sea accesible y esté al alcance de la vista de la fuente de alimentación de Clase 2 para la reparación y el mantenimiento del sistema de la red.

b) Circuitos derivados multifilares. Donde estén conectados a un circuito derivado multifilar, los medios de desconexión deben desconectar simultáneamente todos los conductores de alimentación, incluidos los conductores puestos a tierra.

393-30. Aseguramiento y soporte.

a) Anexo a la estructura del edificio. Un sistema de distribución de energía de baja tensión de un plafón suspendido debe estar fijado de manera segura a la superficie de montaje de la estructura del edificio mediante cables colgantes, tornillos o pernos, de conformidad con lo establecido en las instrucciones de instalación y funcionamiento. Los herrajes de montaje, como tornillos o pernos, deben estar ya sea empaquetados con el sistema de distribución de energía de baja tensión para iluminación de un plafón suspendido o bien las instrucciones de instalación deben especificar los tipos de sujetadores de montaje que se van a utilizar.

b) Fijación a los rieles de la red de conductores de distribución de energía. Los rieles individuales de la red de energía deben estar mecánicamente fijados de manera segura al ensamble de la red general de distribución de energía del cielo raso.

393-40. Conectores y envolventes.

a) Conectores. Las conexiones a los rieles de la red de barras colectoras, cables y conductores deben hacerse con dispositivos de aislamiento aprobados y estas conexiones deben ser accesibles después de la instalación. Una conexión soldada debe hacerse mecánicamente segura antes de ser soldada. Otros medios de asegurar cables, tales como terminales de empuje y conectores tipo espada, deben proveer una conexión mecánica segura. Debe permitirse el uso de los siguientes conectores como dispositivos de conexión o de interconexión:

(1) Los conectores de carga deben usarse para la energía que se transmite de la barra colectora al equipo de utilización de energía eléctrica.

(2) Debe permitirse el uso de un conector colgante para una luminaria de baja tensión o un equipo de utilización de energía eléctrica debajo del riel de la red y para abastecer energía desde la barra colectora hasta el equipo de utilización.

(3) Debe permitirse el uso de un conector de alimentación de potencia para conectar la fuente de alimentación directamente al cable de distribución de energía y a la barra colectora.

(4) Debe permitirse el uso de conectores riel a riel para interconectar barras colectoras de un riel de la red de distribución del plafón con otro riel de la red.

b) Envolventes. Donde se hagan en un muro, las conexiones se deben instalar en un envoltorio que cumpla con lo establecido en las partes A, B y C del Artículo 314.

393- 45. Protección contra sobrecorriente y polaridad invertida (antirretorno).

a) Protección contra sobrecorriente. La fuente de alimentación de Clase 2 o el primario de un transformador deben ser protegidos a un valor no mayor de 20 amperes.

b) Interconexión de las fuentes de energía. No se deben conectar en paralelo ni interconectar de ningún otro modo las salidas de las fuentes de Clase 2, a menos que estén para dicha interconexión.

c) Protección contra polaridad invertida (antirretorno) de los sistemas de corriente continua. Debe permitirse que un sistema de distribución de energía de baja tensión de un cielo raso suspendido cuente con protección contra polaridad invertida (antirretorno) de los circuitos de corriente continua, mediante uno de los siguientes medios:

(1) Si la fuente de alimentación se provee como parte del sistema, la fuente de alimentación se provee con protección contra polaridad invertida (antirretorno); o

(2) Si la fuente de alimentación no se provee como parte del sistema, la protección contra polaridad invertida o antirretorno se puede brindar como parte de la barra colectora de los rieles de la red de distribución o como parte del conector de alimentación de potencia.

393-56. Empalmes. Un empalme de barras colectoras debe ser provisto con un aislamiento y una protección mecánica equivalentes a los de las barras colectoras de los rieles de la red de distribución involucradas.

393-57. Conexiones. Las conexiones de los rieles de la red de barras colectoras, cables y conductores deben hacerse con dispositivos de aislamiento y estas conexiones deben ser accesibles después de la instalación. Donde se hagan en un muro, las conexiones se deben instalar en un envoltorio que cumpla con lo establecido en las partes A, B y C del Artículo 314, según corresponda.

393-60. Puesta a tierra.

a) Puesta a tierra del lado de la alimentación de una fuente de energía de Clase 2. El lado de la alimentación de la fuente de energía de Clase 2 debe estar conectado a un conductor de puesta a tierra del equipo, de acuerdo con los requisitos aplicables descriptos en la Parte D del Artículo 250.

b) Puesta a tierra del lado de la carga de una fuente de alimentación de Clase 2. Los circuitos del lado de carga de Clase 2 de sistemas de distribución de la red de energía de baja tensión de un cielo raso suspendido no deben ser puestos a tierra.

Parte C. Especificaciones de construcción**393-104. Calibres y tipos de conductores.**

a) Calibre de los conductores de utilización del lado de la carga. Los conductores portadores de corriente de equipos de utilización de energía que estén del lado de la carga deben ser de cobre y deben ser de un calibre mínimo de 18 AWG.

Excepción: Debe permitirse el uso de conductores de un calibre menor a 18 AWG, aunque no menor de 24 AWG, para circuitos de Clase 2. Donde sean utilizados, estos conductores deben ser instalados mediante la aplicación de uno de los métodos de cableado descriptos en el Capítulo 3, deben estar totalmente cubiertos por un envolvente, no deben estar sujetos a movimientos ni tensiones y deben cumplir con los requisitos de ampacidad especificados en la Tabla 522-22.

b) Calibre de los conductores de rieles de barras colectoras de alimentación de potencia. El riel de una barra colectora de alimentación de potencia debe ser de un mínimo de 16 AWG o equivalente. Para una barra colectora con una sección transversal circular, el diámetro debe ser de 1.29 mm como mínimo y, para barras colectoras que no sean circulares, el área debe ser de 1.32 mm² como mínimo.

ARTÍCULO 394**ALAMBRADO OCULTO SOBRE AISLADORES DE PORCELANA Y TUBO****Parte A. Generalidades**

394-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para instalaciones ocultas sobre aisladores de porcelana y tubo.

394-2. Definición.

Alambrado oculto sobre aisladores de porcelana y tubo. Método de alambrado que utiliza aisladores de porcelana, tubos y tubería no metálica flexible para la protección y el soporte de conductores aislados individuales.

Parte B. Instalación

394-10. Usos permitidos. El alambrado oculto sobre aisladores de porcelana y tubo se permitirá instalarlo en los espacios vacíos de paredes y plafones, o en desvanes o espacios bajo los techos, sin acabado, según lo especifica 394-23, únicamente en los siguientes casos:

- (1) Para extensiones de instalaciones existentes.
- (2) En otros lugares con aprobación especial.

394-12. Usos no permitidos. No se debe usar alambrado oculto sobre aisladores de porcelana y tubo en los siguientes lugares:

- (1) Talleres automotrices.
- (2) Teatros y lugares similares.
- (3) Estudios cinematográficos.
- (4) Lugares peligrosos (clasificados)
- (5) Espacios huecos de las paredes, plafones y desvanes, cuando dichos espacios estén aislados por material suelto, enrollado o esponjoso que envuelva los conductores.

394-17. A través o en paralelo a los miembros estructurales. Cuando los conductores pasen a través de agujeros en los miembros estructurales, deben cumplir lo establecido en 398-17. Cuando pasen a través de miembros estructurales de madera en divisiones de yeso, los conductores se deben proteger mediante tubos aislantes no combustibles y no absorbentes que se prolonguen no menos de 7.50 centímetros más allá de los miembros de madera.

394-19. Distancias.

a) General. Entre los conductores se debe mantener una distancia no menor a 7.50 centímetros y una distancia no menor a 2.50 centímetros entre el conductor y la superficie sobre la que pase.

b) Espacio limitado para el conductor. Cuando haya poco espacio para cumplir con las anteriores distancias de seguridad, como en los medidores, tableros de distribución, salidas y puntos de interrupción, los conductores individuales se deben encerrar en tubería no metálica flexible que debe ser de tramo continuo entre el último soporte y el envolvente o punto terminal.

c) Distancia desde tuberías, conductores expuestos, etc. Los conductores deben cumplir las disposiciones de 398-19 con respecto a las distancias desde otros conductores expuestos, tuberías, etc.

394-23. En desvanes accesibles. Los conductores en desvanes sin acabar y espacios bajo el techo deben cumplir con (a) o (b) siguientes.

NOTA: En cuanto a los límites de temperatura de los conductores, véase 310-15(a)(3).

a) Accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo o a través de agujeros perforados en las vigas del piso, columnas o travesaños diagonales. Cuando pasen a través de agujeros perforados, los conductores que atraviesen las vigas, columnas o travesaños diagonales a una altura no menor a 2.10 metros por encima del piso o vigas de piso, deben protegerse mediante largueros fuertes que se prolonguen no menos de 2.50 centímetros a cada lado de los conductores.

Estos largueros deben estar sujetos y asegurados en su lugar. No se exigirán largueros ni tiras protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, columnas o travesaños diagonales.

b) No accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, columnas o travesaños diagonales o a través de agujeros perforados en los mismos.

Excepción: En edificios terminados antes de hacer la instalación, en los espacios en el desván y bajo el techo que no sean accesibles por una escalera permanente o de mano, y que tengan en todos sus puntos una altura de techo menor a 90 centímetros, se permitirá instalar el alambrado en los bordes de los travesaños inclinados o vigas del lado del espacio del desván o techo.

394-30. Sujeción y soporte.

a) Soporte. Los conductores deben estar soportados rígidamente sobre materiales aislantes no combustibles y no absorbentes y no deben estar en contacto con ningún otro objeto.

Los soportes se deben instalar como sigue:

- (1) Dentro de 15 centímetros a cada lado de cada empalme o derivación.
- (2) A intervalos no superiores a 1.40 metros. Cuando no es posible colocar soportes, se permitirá tender los conductores a través de espacios huecos en lugares secos, si cada conductor está encerrado individualmente en una tubería no metálica flexible que debe estar en tramos continuos entre soportes, entre cajas o entre un soporte y una caja.

b) Sujeción. Cuando se utilicen aisladores sólidos de porcelana, los conductores se deben sujetar y asegurar a ellos mediante alambres de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor.

394-42. Dispositivos. Los interruptores deben cumplir con 404-4 y 404-10(b).

394-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes se deben soldar, a no ser que se utilicen dispositivos de empalme aprobados.

No se deben hacer empalmes en línea o que estén sometidos a tensión mecánica.

Parte C. Especificaciones de construcción

394-104. Conductores. Los conductores deben ser del tipo que se especifica en el Artículo 310.

ARTÍCULO 396**ALAMBRADO SOSTENIDO POR CABLE MENSAJERO****Parte A. Generalidades**

396-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el alambrado sostenido por un cable mensajero.

396-2. Definición.

Conductor aislado. Para los propósitos de este artículo, un conductor aislado incluye lo siguiente:

- (1) Tipos de conductores descritos en 310-104, y
- (2) Conductores de servicio aéreo encerrados en un material polimérico que ha sido evaluado para la tensión nominal aplicada.

Alambrado sostenido por cable mensajero. Sistema de soporte de alambrado visible que usa cables mensajeros para sostener conductores aislados mediante uno de los siguientes medios:

- (1) Un cable mensajero con anillos y guardacabos para soportar los conductores.
- (2) Un cable mensajero con amarres (espiral de alambre que envuelve al conductor y al cable mensajero) instalados en obra para sostener los conductores.
- (3) Un cable aéreo ensamblado en fábrica.
- (4) Cables múltiplex que utilizan un conductor desnudo, ensamblado en fábrica y trenzado con uno o más conductores aislados, formando construcciones tipo dúplex (dos conductores trenzados), tríplex (tres conductores trenzados) o cuádruplex (cuatro conductores trenzados).

Parte B. Instalación

396-10. Usos permitidos.

a) Tipos de cables. En instalaciones con alambrado soportado por cable mensajero se permitirá instalar los tipos de cables de la Tabla 396-10(a), bajo las condiciones descritas en el Artículo o sección que se mencionan para cada uno.

b) En establecimientos industriales. En establecimientos industriales solamente, cuando sus condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación soportada por mensajero será atendida únicamente por personas calificadas, se permitirá usar los siguientes cables:

- (1) Cualquiera de los tipos de conductores mostrados en la Tabla 310-104(a) o en la Tabla 310-104(b).
- (2) Cable de media tensión.

Cuando estén expuestos a la intemperie, los conductores deben estar aprobados para uso en lugares mojados. Cuando estén expuestos a los rayos directos del sol, los cables o conductores deben ser resistentes a la luz del sol.

c) En lugares peligrosos (clasificados). Se permitirán los alambrados soportados por cables mensajeros en lugares peligrosos (clasificados) cuando los cables y los alambrados soportados por cables mensajeros se permiten específicamente por otros Artículos en esta NOM.

396-12. Usos no permitidos. No se debe usar alambrados soportados por cables mensajeros en los fosos de ascensores o cuando estén expuestos a daños físicos.

396-30. Cable mensajero.

a) Soporte. Los cables mensajeros se deben sostener en los remates y en puntos intermedios, de modo que se elimine la tensión mecánica sobre los conductores. No se permitirá que los conductores estén en contacto con los soportes de los mensajeros ni con miembros estructurales, paredes o tuberías.

b) Conductor del neutro. Cuando el cable mensajero se usa como conductor del neutro debe cumplir con los requisitos de 225-4, 250-184(a), 250-184(b)(7) y 250-187(b).

c) Conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el cable mensajero se usa como conductor de puesta a tierra del equipo debe cumplir con los requisitos de 250-32(b), 250-118, 250-184(b)(8) y 250-187(d).

Tabla 396-10(a).- Tipos de cable

Tipo de cable	Sección	Artículo
Cable con aislamiento mineral y cubierta metálica		332
Cable con armadura metálica		330
Cable de media tensión		328
Cable de potencia limitada para charola portacables	725-154, 725-135(j) y 725-179(e)	
Cable multiconductor acometida		338
Cable multiconductor para alimentadores y circuitos derivados subterráneos		340
Cables de fuerza y control para charola portacables		336
Otros cables multiconductores, de control, de señalización o de fuerza ensamblados en fábrica que están identificados para ese uso		

396-56. Empalmes y derivaciones de los conductores. En los alambrados sostenidos por cables mensajeros, se permitirán empalmes y derivaciones de los conductores que estén hechas y aisladas por métodos aprobados.

396-60. Puesta a tierra. El cable mensajero se debe poner a tierra tal como lo exigen 250-80 y 250-86 para la puesta a tierra de envolventes.

ARTÍCULO 398

ALAMBRADO ABIERTO SOBRE AISLADORES

Parte A. Generalidades

398-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el alambrado abierto sobre aisladores.

398-2. Definición.

Alambrado abierto sobre aisladores. Método de alambrado visible en el que se usan grapas, aisladores de porcelana, tubos y tubería flexible para la protección y soporte de conductores aislados individuales tendidos en edificios o sobre ellos.

Parte B. Instalación

398-10. Usos permitidos. Se permitirán instalaciones de alambrado abierto sobre aisladores en sistemas de 600 volts o menos, sólo en establecimientos industriales o agrícolas en los siguientes casos:

- (1) En interiores o exteriores.
- (2) En lugares secos o mojados.
- (3) Cuando estén sometidos a vapores corrosivos
- (4) Para acometidas.

398-12. Usos no permitidos. No se permitirán instalaciones de alambrado abierto sobre aisladores cuando están ocultas por la estructura de un edificio.

398-15. Instalaciones visibles.

a) Lugares secos. En lugares secos y cuando no estén expuestos a daños físicos, se permitirá que los conductores estén encerrados independientemente en tubería flexible no metálica. La tubería debe ser de tramos continuos no superiores a 4.50 metros y se debe fijar a la superficie con abrazaderas a intervalos no superiores a 1.40 metros.

b) Espacios de entrada de los conductores en lugares sometidos al agua, a la humedad o a vapores corrosivos. Cuando los conductores entren o salgan de lugares sometidos al agua, a la humedad o a vapores corrosivos, se debe formar con ellos curva de goteo y después pasarlos hacia arriba y hacia adentro, desde el exterior del edificio, o desde el lugar húmedo, mojado o corrosivo a través de tubos aislantes no combustibles y no absorbentes.

NOTA: Para conductores individuales que entran o salen de edificios u otras estructuras, véase 230-52.

c) Expuestos a daños físicos. Se deben considerar expuestos a daños físicos los conductores que estén dentro de los primeros 2.10 metros sobre del piso. Cuando los conductores abiertos que atraviesen vigas del techo y columnas de pared y estén expuestos a daños físicos, se deben proteger por alguno de los siguientes métodos:

- (1) Tiras protectoras de espesor nominal no menor a 2.50 centímetros y una altura como mínimo igual a la de los soportes aislantes, colocadas en cada lado y cerca del conductor.
- (2) Mediante un larguero sólido, de mínimo 13 centímetros de espesor, en el que se apoyen los conductores, con protecciones laterales. Estos largueros deben prolongarse como mínimo 2.50 centímetros fuera de los conductores, pero no más de 5 centímetros y los laterales de protección deben tener como mínimo 5 centímetros de altura y 2.50 centímetros de espesor.
- (3) Mediante una caja hecha de acuerdo con 398-15(c)(1) o (c)(2) y equipada con una cubierta retirada al menos 2.50 centímetros de los conductores que pasan por su interior. Cuando se protegen conductores verticales sobre paredes laterales, esta caja debe ir cerrada por arriba, y los orificios a través de los cuales pasen los conductores deben tener pasacables.
- (4) Mediante tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido no metálico o tuberías eléctricas metálicas. Cuando se instalan en tuberías metálicas, los conductores deben ir encerrados en tramos continuos de tubería flexible aprobada.

398-17. A través o en paralelo a los miembros estructurales. Se debe evitar el contacto de los conductores abiertos con las paredes, pisos, vigas de madera o divisiones a través de los cuales pasen, mediante el uso de tubos o pasacables de material aislante no combustible y no absorbente. Cuando el pasacables sea más corto que el agujero, se debe introducir en el agujero una funda a prueba de agua de material no inductivo, e introducir después un pasacables aislante por cada extremo de la funda, de modo que los conductores no toquen en absoluto la funda. Cada conductor se debe llevar a través de un tubo o funda independiente.

NOTA: Véase 310-15(a)(3) para la limitación de temperatura de los conductores.

398-19. Distancias. Los conductores abiertos deben estar separados como mínimo 5 centímetros de canalizaciones, tuberías metálicas u otro material conductor y de cualquier conductor expuesto de alumbrado, fuerza o señalización o deben estar separados de ellos por un material no conductor continuo y fijo firmemente además del aislante del conductor. Cuando se utilice cualquier tipo de tubo aislante, se debe asegurar en sus extremos. Cuando sea posible, los conductores deben pasar sobre cualquier tubería que pueda estar sujeta a fugas o acumulación de humedad, y no por debajo de ella.

398-23. En desvanes accesibles. Los conductores en desvanes sin acabar y espacios bajo el techo deben cumplir las disposiciones de 398-23(a) o (b).

a) Accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, columnas o travesaños o a través de agujeros perforados en los mismos. Cuando pasen a través de agujeros perforados, los conductores que atraviesen las vigas, columnas o travesaños a una altura no menor a 2.10 metros por encima del piso o vigas del piso, deben protegerse mediante largueros rígidos que se prolonguen no menos de 2.50 centímetros a cada lado del conductor. Estos largueros deben estar asegurados firmemente en su lugar. No se exigirán largueros ni tiras protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, columnas o travesaños diagonales.

b) No accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, columnas o travesaños diagonales o a través de agujeros perforados en los mismos.

Excepción: En edificios terminados antes de hacer la instalación, en los espacios en el desván y bajo el techo que no sean accesibles por una escalera permanente o de mano, y que tengan en todos sus puntos una altura de techo menor que 90 centímetros, se permitirá instalar el alambrado en los bordes de los travesaños o vigas del lado del espacio del desván o techo.

398-30. Sujeción y soporte.

a) Conductores de tamaño menor que 8.37 mm² (8 AWG). Los conductores de tamaño menor que 8.37 mm² (8 AWG) deben estar soportados rígidamente sobre materiales aislantes no combustibles y no absorbentes y no deben estar en contacto con ningún otro objeto.

Los soportes se deben instalar como sigue:

- (1) Dentro de los primeros 15 centímetros desde un empalme o derivación.
- (2) Dentro de los primeros 30 centímetros de la conexión final a un portalámparas o contacto.
- (3) A intervalos no superiores a 1.40 metros y a intervalos menores, suficientes para ofrecer soporte adecuado cuando puedan ser perturbados.

b) Conductores de tamaños 8.37 mm² (8 AWG) y mayores. Se permitirá que los soportes para los conductores de 8.37 mm² (8 AWG) o mayores, instalados a través de espacios abiertos, estén separados hasta 4.50 metros, si se utilizan separadores aislantes no combustibles y no absorbentes como mínimo cada 1.40 metros para mantener una separación entre conductores de 6.50 milímetros como mínimo.

En construcciones de madera, donde sea probable que los conductores entren en contacto con otros objetos, se permitirá tender conductores de 8.37 mm² (8 AWG) y mayores a través de espacios abiertos, si están soportados en todos los travesaños de madera sobre aisladores aprobados que mantengan una distancia de 15 centímetros entre conductores.

c) Establecimientos industriales. En establecimientos industriales únicamente, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación será atendida por personas calificadas, se permitirá utilizar conductores de 127 mm² (250 kcmil) y mayores a través de espacios abiertos, cuando estén soportados a intervalos de hasta 9 metros.

d) Montaje de los soportes de los conductores. Cuando se utilicen clavos para montar los aisladores de porcelana, no deben ser de menos de 7.60 centímetros.

Cuando se utilicen tornillos para montar los aisladores, o clavos y tornillos para montar las abrazaderas, deben ser de longitud suficiente para penetrar la madera a una profundidad igual, como mínimo, a la mitad de la altura del aislador y todo el espesor de la abrazadera. Con los clavos se deben utilizar arandelas amortiguadoras.

e) Alambres de amarre. Los conductores de 8.37 mm² (8 AWG) o mayores, y soportados en aisladores de porcelana sólidos, deben estar firmemente atados a ellos mediante alambres de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor.

398-42. Dispositivos. Los interruptores de acción rápida de tipo superficie, se deben montar de acuerdo con 404-10(a) y no se exigirán cajas. Los interruptores de otros tipos se deben instalar de acuerdo con 404-4.

Parte C. Especificaciones de construcción

398-104. Conductores. Los conductores deben ser del tipo que se especifica en el Artículo 310.

ARTÍCULO 399

CONDUCTORES AÉREOS EN EXTERIORES DE MÁS DE 1000 VOLTS

399-1. Alcance. Este Artículo trata sobre el uso e instalación de conductores aéreos de más de 1000 volts, en exteriores.

399-2. Definición.

Conductores aéreos en exteriores. Conductores individuales, aislados, recubiertos o desnudos, instalados sobre estructuras de soporte, al aire libre.

399-10. Usos permitidos. Se permitirán los conductores aéreos de más de 1000 volts nominales en exteriores, sólo para sistemas de más de 1000 volts nominales, como a continuación se indica:

- (1) En exteriores al aire libre
- (2) Para conductores de acometida, alimentadores y circuitos derivados.

NOTA: Véase el Artículo 922 Líneas Aéreas.

399-30. Soporte.

a) Conductores. La separación entre conductores debe calcularse incluyendo lo siguiente:

- (1) Tensión aplicada
- (2) Tamaño del conductor
- (3) Distancia entre las estructuras de soporte
- (4) Tipo de estructura
- (5) Carga del viento y del hielo
- (6) Protección contra sobretensiones

b) Estructuras. Se deberán suministrar estructuras de madera, metal, concreto o combinaciones de estos materiales para soporte de los conductores aéreos de más de 1000 volts nominales. El diseño de cada estructura de soporte deberá incluir lo siguiente:

- (1) Condiciones del suelo
- (2) Ajustes de cimientos y estructuras
- (3) Peso de todos los equipos y conductores sostenidos
- (4) Carga debida al clima y otras condiciones, tales como, pero no limitadas a, nieve, viento, temperatura y rayos
- (5) Angulo cuando se presenta cambio de dirección
- (6) Claros entre estructuras adyacentes
- (7) Efecto de las estructuras de remate
- (8) Resistencia de retenidas y anclas de retenidas
- (9) Tamaño de la estructura y material
- (10) Herrajes

c) Aisladores. Los aisladores utilizados para soportar conductores se deben clasificar para todo lo siguiente:

- (1) Tensión aplicada de fase a fase
- (2) Fuerza mecánica requerida para cada instalación individual
- (3) Nivel básico de impulso no disruptivo de acuerdo con la Tabla 490-24

NOTA: 399-30 (a), (b), y (c) son listas que no pretenden contener todo lo necesario.

CAPÍTULO 4.
EQUIPO DE USO GENERAL
ARTÍCULO 400
CABLES Y CORDONES FLEXIBLES
Parte A. Generalidades

400-1. Alcance. Este Artículo trata de los requisitos generales, las aplicaciones y las especificaciones de construcción de los cordones flexibles y de los cables flexibles.

400-2. Otros Artículos. Los cordones flexibles y cables flexibles deben cumplir lo establecido en este Artículo y las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM.

400-3. Uso. Los cables flexibles y cordones flexibles y sus accesorios deben ser adecuados para las condiciones de uso e instalación.

400-4. Tipos. Los cables y cordones flexibles deben cumplir con lo especificado en la Tabla 400-4.

400-5. Ampacidad para cordones flexibles y cables flexibles.

a) Tablas de Ampacidad. La Tabla 400-5(a)(1) presenta las ampacidades permisibles y la Tabla 400-5(a)(2) presenta la ampacidad de los cables flexibles y cordones flexibles con no más de tres conductores de fase. Estas tablas se deben utilizar junto con las normas aplicables de producto para uso final, con el fin de asegurar la selección del tamaño y tipo apropiados. Cuando los cordones y cables se usan en temperaturas ambiente diferentes a 30 °C, los factores de corrección de temperatura de la Tabla 310-15(b)(2)(a) que corresponden a la temperatura nominal del cordón o cable se deben aplicar a la ampacidad de las Tablas 400-5(a)(1) y 400-5(a)(2). Los cordones y cables certificados para 105 °C deben utilizar los factores de corrección de la columna de 90 °C, especificados en la Tabla 310-15(b)(2)(a) para corrección de temperatura. Si el número de conductores de fase es mayor a tres, la ampacidad permisible o la ampacidad para cada conductor se debe reducir a partir de la de cables de tres conductores, como se ilustra en la Tabla 400-5(a)(3).

NOTA: Véase Apéndice A, Tabla B-310-15(b)(2)(11), para factores de ajuste para más de tres conductores de fase en una canalización o cable con diversidad de cargas.

No se exigirá que un conductor del neutro que sólo transporte la corriente de desbalance de otros conductores del mismo circuito cumpla con los requisitos para un conductor portador de corriente.

En un circuito de 3 hilos, con dos conductores de fase y el conductor del neutro, de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella, el conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de línea a neutro de los otros conductores, por lo que se debe considerar como un conductor portador de corriente.

En un circuito de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella, cuando más del 50 por ciento de la carga consiste en cargas no lineales, hay corrientes armónicas presentes en el conductor del neutro y este conductor se debe considerar como conductor portador de corriente.

No se debe considerar conductor portador de corriente un conductor de puesta a tierra de equipos.

Cuando se utilice un solo conductor tanto para puesta a tierra de los equipos como para transportar la corriente de desequilibrio de otros conductores, como se establece en 250-140 para estufas y secadoras eléctricas de ropa, no se debe considerar como conductor portador de corriente.

b) Temperatura máxima del aislamiento. En ningún caso los conductores deben estar asociados de modo que, teniendo en cuenta el tipo de circuito, el método de alambrado usado o el número de conductores, se excedan los límites de temperatura de éstos.

c) Supervisión de ingeniería. Bajo supervisión de ingeniería, se permitirá que las ampacidades del conductor sean calculadas de acuerdo con 310-15(c).

400-6. Marcado.

a) Marcado estándar. Los cables flexibles y cordones flexibles se deben marcar por medio de una etiqueta impresa sujeta al rollo, carrete o caja. La etiqueta debe contener la información que exige 310-120(a). Los cordones flexibles tipo S, SC, SCE, SCT, SE, SEO, SEOO, SJ, SJE, SJEO, SJEOO, SJO, SJT, SJTO, SJTOO, SO, SOO, ST, STO, STOO, SEW, SEOW, SEOOW, SJEW, SJEOW, SJEOWW, SJOW, SJTW, SJTOW, SJTOOW, SOW, SOOW, STW, STOW y STOOOW y los cables flexibles tipo G, G-GC, PPE y W deben ir marcados de manera duradera en su superficie a intervalos no mayores a 60 centímetros con la designación del tipo, tamaño y número de conductores. El marcado exigido en las etiquetas, en los cordones y en los cables deberá incluir la temperatura máxima de operación de los cordones flexibles o cables flexibles

b) Marcado opcional. Se permitirá que los cables y cordones flexibles incluidos en la Tabla 400-4 estén marcados en su superficie indicando las características especiales de los materiales del cable. Estas marcas incluyen, pero no se limitan a marcas para humo limitado, resistencia a la luz solar, etc.

Tabla 400-4.- Cordones y cables flexibles (Ver 400-4)

Nombre comercial	Tipo de cordón o cable	Tensión	AWG o kcmil	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor nominal del aislamiento	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso								
						Área mm ²	AWG o kcmil	mm											
Cordón para lámpara	C	300	18 - 16	2 o más	Termofijo o Termoplástico	0.824 - 1.31	18 -16	0.76	Algodón	Ninguno	Colgantes o portátiles	Lugares secos	Uso no rudo						
		600	15 - 10			1.65 - 5.26	15 -10	1.14											
Cable para elevador	E Ver Nota 1. Ver Nota 2. Ver Nota 3. Ver Nota 4.	300 o 600	20 - 2	2 o más	Termofijo	0.519 - 1.31	20 - 16	0.51	Algodón	Tres de algodón, uno exterior retardante de la flama y resistente a la humedad.	Alumbrado y control de elevadores	Lugares no clasificados							
						1.65 - 3.31	15 - 12	0.76											
						3.31 - 5.26	12 - 10	1.14											
						8.37 - 33.6	8 - 2	1.52											
						0.519 - 1.31	20 - 16	0.51	Chaqueta de nylon flexible										
						1.65 - 3.31	15 - 12	0.76											
3.31 - 5.26	12 - 10	1.14																	
Cable para elevador	EO Ver Nota 1. Ver Nota 2. Ver Nota 4.	300 o 600	20 - 2		Termofijo	0.519 - 1.31	20 - 16	0.51	Algodón	Tres de algodón, uno exterior retardante de la flama y resistente a la humedad.	Alumbrado y control de elevadores	Lugares no clasificados							
						1.65 - 3.31	15 - 12	0.76											
						3.31 - 5.26	12 - 10	1.14	Una de algodón y una cubierta de neopreno.	Lugares clasificados (peligrosos)									
						8.37 - 33.6	8 - 2	1.52											
Cable para elevador	ETP Ver Nota 2. Ver Nota 4.	300 o 600							Rayón	Termoplástico	Lugares clasificados (peligrosos)								
	ETT Ver Nota 2. Ver Nota 4.	300 o 600							Ninguno	Uno de algodón o equivalente y una cubierta termoplástica									
Cable para vehículo eléctrico	EV Ver Nota 5. Ver Nota 6.	600	18 - 500	2 o más, y conductor(es) de puesta a tierra, más cables opcionales de datos híbridos, señalización, comunicaciones y fibra óptica	Termofijo con nylon opcional.	0.824 - 1.65	18 - 15	0.76 (0.51)	Opcional	Termofijo resistente al aceite	Cargador de vehículo eléctrico	Lugares mojados	Uso extra rudo						
						2.08 - 5.26	14 - 10	1.14 (0.76)											
						8.37 - 33.6	8 - 2	1.52 (1.14)											
						42.2 - 107	1 - 4/0	2.03 (1.52)											
	EVJ Ver Nota 5. Ver Nota 6.	300	18 - 12	2 o más, y conductores de puesta a tierra, más cables opcionales de datos híbridos, señalización, comunicaciones y fibra óptica	Elastómero termoplástico con nylon opcional.	127 - 253	250 - 500	2.41 (1.90)		0.824 - 3.31	18 - 12	0.76 (0.51)							
						0.824 - 3.31	18 - 12	0.76 (0.51)											
						EVE Ver Nota 5. Ver Nota 6.	600	18 - 500					2 o más, y conductores de puesta a tierra, más cables opcionales de datos híbridos, señalización, comunicaciones y fibra óptica	Elastómero termoplástico con nylon opcional.	0.824 - 1.65	18 - 15	0.76 (0.51)	Elastómero termoplástico resistente al aceite	Uso extra rudo
															2.08 - 5.26	14 - 10	1.14 (0.76)		
EVJE Ver Nota 5. Ver Nota 6.	300	18 - 12	2 o más, y conductores de puesta a tierra, más cables opcionales de datos híbridos, señalización, comunicaciones y fibra óptica	Elastómero termoplástico con nylon opcional.	8.37 - 33.6	8 - 2	1.52 (1.14)	0.824 - 3.31	18 - 12	0.76 (0.51)	Uso rudo								
					42.2 - 107	1 - 4/0	2.03 (1.52)												
					127 - 253	250 - 500	2.41 (1.90)												
					0.824 - 3.31	18 - 12	0.76 (0.51)												

Nombre comercial	Tipo de cordón o cable	Tensión	AWG o kcmil	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor nominal del aislamiento	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso		
						Área mm²	AWG o kcmil	mm					
	EVT Ver Nota 5. Ver Nota 6.	600	18 - 500	2 o más, y conductores de puesta a tierra, más cables opcionales de datos híbridos, señalización, comunicaciones y fibra óptica	Termoplástico con nylon opcional.	0.824 - 1.65 2.08 - 5.26 8.37 - 33.6 42.2 - 107 127 - 253	18 - 15 14 - 10 8 - 2 1 - 4/0 250 - 500	0.76 (0.51) 1.14 (0.76) 1.52 (1.14) 2.03 (1.52) 2.41 (1.90)		Termoplástico resistente al aceite			Uso extra rudo
	EVJT Ver Nota 5. Ver Nota 6.	300	18 - 12			0.824 - 3.31	18 - 12	0.76 (0.51)					Uso rudo
Cable de energía portátil	G	2000	12 - 500	2 - 6, más conductores de puesta a tierra	Termofijo	3.31 - 33.6 42.2 - 107 127 - 253	12 - 2 1 - 4/0 250 - 500	1.52 2.03 2.41		Termofijo resistente al aceite	Portátil y uso extra rudo		
	G-GC Ver Nota 7.	2000	12 - 500	3 - 6, más conductores de puesta a tierra y 1 conductor de verificación de tierra	Termofijo	3.31 - 33.6 42.2 - 107 127 - 253	12 - 2 1 - 4/0 250 - 500	1.52 2.03 2.41		Termofijo resistente al aceite			
Cordón de calentador	HPD	300	18 - 12	2, 3 o 4	Termofijo	0.824 - 1.31 1.65 - 3.31	18 - 16 15 - 12	0.38 0.76	Ninguno	Algodón o rayón	Calentadores portátiles	Lugares secos	Uso no rudo
Cordón paralelo de calentador	HPN Ver Nota 8.	300	18 - 12	2 o 3	Termofijo resistente al aceite	0.824 - 1.31 1.65 2.08 3.31	18 - 16 15 14 12	1.14 1.52 2.41	Ninguno	Termofijo resistente al aceite	Portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo
Cordones de calentador con cubierta termofija	HSJ	300	18 - 12	2, 3 o 4	Termofijo	0.824 - 1.31 1.65 - 3.31	18 – 16 15 - 12	0.76 1.14	Ninguno	Algodón y Termofijo	Portátil o calentador portátil	Lugares húmedos	Uso rudo
	HSJO	300	18 - 12		Termofijo resistente al aceite					Algodón y termofijo resistente al aceite		Lugares húmedos y mojados	
	HSJOW Ver Nota 9.	300	18 -12							Lugares húmedos			
	HSJOO	300	18 - 12							Lugares húmedos y mojados			
	HSJOOW Ver Nota 9.	300	18 - 12										

Nombre comercial	Tipo de cordón o cable	Tensión	AWG o kcmil	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor nominal del aislamiento	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso		
						Área mm ²	AWG o kcmil	mm					
Cordones paralelos no integrados	NISP-1	300	20 - 18	2 o 3	Termofijo	0.519 - 0.824	20 - 18	0.38	Ninguno	Termofijo	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo
	NISP-2	300	18 - 16			0.824 - 1.31	18 - 16	0.76					
	NISPE-1 Ver Nota 8.	300	20 - 18		Elastómero termoplástico	0.519 - 0.824	20 - 18	0.38		Elastómero termoplástico			
	NISPE-2 Ver Nota 8.	300	18 - 16			0.824 - 1.31	18 - 16	0.76					
	NISPT-1 Ver Nota 8.	300	20 - 18		Termoplástico	0.519 - 0.824	20 - 18	0.38		Termoplástico			
	NISPT-2 Ver Nota 8.	300	18 - 16			0.824 - 1.31	18 - 16	0.76					
Cordón portátil torcido	PD	300	18 - 16	2 o más	Termofijo o termoplástico	0.824 - 1.31	18 - 16	0.76	Algodón	Algodón o rayón	Colgante o portátil	Lugares secos	Uso no rudo
		600	14 - 10			1.65 - 5.26	15 - 10	1.14					
Cable de energía portátil	PPE Ver Nota 7.	2000	12 - 500	1 - 6, más conductores de puesta a tierra opcionales	Elastómero termoplástico	3.31 - 33.6	12 - 2	1.52		Elastómero termoplástico resistente al aceite	Portátil, uso extra rudo		
						42.2 - 107	1 - 4/0	2.03					
						127 - 253	250 - 500	2.41					
Cordón de uso rudo	S Ver Nota 7.	600	18 - 2	2 o más	Termofijo	0.824 - 1.65	18 -15	0.76	Ninguno	Termofijo	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso extra rudo
						2.08 - 5.26	14 - 10	1.14					
						8.37 - 33.6	8 - 2	1.52					
Cable flexible de energía para iluminación y escenarios	SC Ver Nota 7. Ver Nota 10.	600	8 - 250	1 o más	Termofijo	8.37 - 33.6 42.2 - 107 127	8 - 2 1 - 4/0 250	1.52 2.03 2.41		Termofijo	Portátil, uso extra rudo		
	SCE Ver Nota 7. Ver Nota 10.	600			Elastómero termoplástico	Elastómero termoplástico							
	SCT Ver Nota 7. Ver Nota 10.	600			Termoplástico	Termoplástico							
Cordón de uso rudo	SE Ver Nota 7.	600	18 - 2	2 o más	Elastómero termoplástico	0.824 - 1.65 2.08 - 6.62 8.37 - 33.6	18 - 15 14 - 9 8 - 2	0.76 1.14 1.52	Ninguno	Elastómero termoplástico	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso extra rudo
	SEW Ver Nota 7. Ver Nota 9.	600				Lugares húmedos y mojados							
	SEO Ver Nota 7.	600				Elastómero termoplástico resistente al aceite	Lugares húmedos						
	SEOW Ver Nota 7. Ver Nota 9.	600				Lugares húmedos y mojados							

Nombre comercial	Tipo de cordón o cable	Tensión	AWG o kcmil	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor nominal del aislamiento	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso						
						Área mm ²	AWG o kcmil	mm									
	SEOO Ver Nota 7.	600			Elastómero termoplástico resistente al aceite							Lugares húmedos					
	SEOOW Ver Nota 7. Ver Nota 9.	600										Lugares húmedos y mojados					
Cordón para uso semirudo	SJ	300	18 - 10	2 - 6	Termofijo	0.824 - 4.15 5.26	18 - 11 10	0.76 1.14	Ninguno	Termofijo	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso rudo				
	SJE	300			Elastómero termoplástico					Elastómero termoplástico		Lugares húmedos					
	SJEW Ver Nota 9.	300			Elastómero termoplástico					Elastómero termoplástico resistente al aceite		Lugares húmedos y mojados					
	SJEO	300										Lugares húmedos					
	SJEOW Ver Nota 9.	300			Elastómero termoplástico resistente al aceite							Lugares húmedos y mojados					
	SJEOO	300										Lugares húmedos					
	SJEOOW Ver Nota 9.	300			Termofijo					Termofijo resistente al aceite		Lugares húmedos y mojados					
	SJO	300										Lugares húmedos					
	SJOW Ver Nota 9.	300			Termofijo resistente al aceite							Lugar húmedos y mojados					
	SJOO	300										Lugares húmedos					
	SJOOW Ver Nota 9.	300			Termoplástico	0.824 - 3.31 5.26	18 - 12 10	0.76 1.14		Termoplástico		Lugares húmedos y mojados					
	SJT	300										Lugares húmedos					
	SJTW Ver Nota 9.	300			Termoplástico resistente al aceite					Termoplástico resistente al aceite		Lugares húmedos y mojados					
	SJTO	300										Lugares húmedos					
	SJTOW Ver Nota 9.	300										Lugares húmedos y mojados					
	SJTOO	300										Lugares húmedos					
	SJTOOW Ver Nota 9.	300										Lugares húmedos y mojados					

Nombre comercial	Tipo de cordón o cable	Tensión	AWG o kcmil	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor nominal del aislamiento	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso					
						Área mm ²	AWG o kcmil	mm								
Cordón para uso rudo	SO Ver Nota 7.	600	18 - 2	2 o más	Termofijo	0.824 - 1.65	18 - 15	0.76	Ninguno	Termofijo resistente al aceite	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso extra rudo			
	SOW Ver Nota 7. Ver Nota 9.	600			Termoplástico resistente al aceite							2.08 - 6.62 8.37 - 33.6		14 - 9 8 - 2	1.14 1.52	Lugares húmedos y mojados
	SOO Ver Nota 7.	600														Lugares húmedos
	SOOW Ver Nota 7. Ver Nota 9.	600														Lugares húmedos y mojados
Cordón paralelo termofijo	SP-1	300	20 - 18	2 o más	Termofijo	0.519 - 0.824	20 - 18	0.76	Ninguno	Ninguno	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo			
	SP-2	300				18 - 16	1.14									
	SP-3	300				18 - 10	0.824 - 1.31	18 - 16			1.52			Refrigeradores, aire acondicionado para cuartos y lo permitido en 422-16(b)		
			2.08				15, 14	2.03								
			3.31				12	2.41								
			5.26				10	2.80								
Cordón paralelo todo de elastómero (termoplástico)	SPE-1 Ver Nota 8.	300	20 - 18	2 o más	Elastómero termoplástico	0.519 - 0.824	20 - 18	0.76	Ninguno	Ninguno	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo			
	SPE-2 Ver Nota 8.	300	18 - 16			0.824 - 1.31	18 - 16	1.14								
	SPE-3 Ver Nota 8.	300	18 - 10			0.824 - 1.31	18 - 16	1.52			Refrigeradores, aire acondicionado para cuartos y lo permitido en 422-16(b)					
						1.65	15	2.03								
						2.08	14	2.41								
						3.31	12	2.80								
						5.26	10									
Cordón paralelo plástico	SPT-1	300	20 - 18	2 o 3	Termo plástico	0.519 - 0.824	20 - 18	0.76	Ninguno	Ninguno	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo			
	SPT-1W Ver Nota 9.	300										2		Lugares húmedos y mojados		
	SPT-2	300	18 - 16	2 o 3		0.824 - 1.31	18 - 16	1.14			Lugares húmedos					
	SPT-2W Ver Nota 9.	300									2	Lugares húmedos y mojados				
	SPT-3	300	18 - 10	2 o 3		0.824 - 1.31	18 - 16	1.52			Refrigeradores, aire acondicionado para cuartos y lo permitido en 422-16(b)	Lugares húmedos				
				1.65	15	2.03										
				2.08	14	2.41										
				3.31	12	2.80										
						5.26	10									

Nombre comercial	Tipo de cordón o cable	Tensión	AWG o kcmil	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor nominal del aislamiento	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso			
						Área mm ²	AWG o kcmil	mm						
Cable para estufas o secadoras	SRD	300	10 - 4	3 o 4	Termofijo	5.26 - 21.2	10 - 4	1.14	Ninguno	Termofijo	Portátil	Lugares húmedos	Estufas secadoras	
	SRDE	300	10 - 4		Elastómero termoplástico									
	SRDT	300	10 - 4		Termoplástico					Termoplástico				
Cordón para uso rudo	ST Ver Nota 7.	600	18 - 2	2 o más	Termoplástico	0.824 - 1.65 2.08 - 6.62 8.37 - 33.6	18 - 15 14 - 9 8 - 2	0.76 1.14 1.52	Ninguno	Termoplástico	Trabajo extra rudo	Trabajo extra rudo	Trabajo extra rudo	
	STW Ver Nota 7. Ver Nota 9.	600												Trabajo extra rudo
	STO Ver Nota 7.	600												Trabajo extra rudo
	STOW Ver Nota 7. Ver Nota 9.	600			Trabajo extra rudo									
	STOO Ver Nota 7.	600			Trabajo extra rudo									
	STOOW Ver Nota 7.	600			Trabajo extra rudo									
Cordón para aspiradoras	SV	300	18 - 16	2 o 3	Termofijo	0.824 - 1.31	18 - 16	0.38	Ninguno	Termofijo	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo	
	SVE	300			Elastómero termoplástico					Elastómero termoplástico				
	SVEO	300			Elastómero termoplástico resistente al aceite					Elastómero termoplástico resistente al aceite				
	SVEOO	300								Termofijo				Termofijo resistente al aceite
	SVO	300			Termofijo					Termofijo resistente al aceite				
	SVOO	300			Termofijo resistente al aceite					Termofijo resistente al aceite				
	SVT	300			Termoplástico					Termoplástico				
	SVTO	300			Termoplástico					Termoplástico resistente al aceite				
	SVTOO	300			Termoplástico resistente al aceite					Termoplástico resistente al aceite				
Cordón tinsel paralelo	TPT Ver Nota 11.	300	27	2	Termoplástico	0.102	27	0.76	Ninguno	Termoplástico	Conectado a un aparato	Lugares húmedos	Uso no rudo	

Nombre comercial	Tipo de cordón o cable	Tensión	AWG o kcmil	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor nominal del aislamiento	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso		
						Área mm ²	AWG o kcmil	mm					
Cordón tinsel con cubierta	TST Ver Nota 11.	300	27	2	Termoplástico	0.102	27	0.38	Ninguno	Termoplástico	Conectado a un aparato	Lugares húmedos	Uso no rudo
Cable de energía portátil	W Ver Nota 7.	2000	12 - 500 501 - 1000	1 - 6 1	Termofijo	3.31 - 33.6	12 - 2	1.52		Termofijo resistente al aceite	Portátil, uso extra rudo		
						42.2 - 107	1 - 4/0	2.03					
						127 - 253	250 - 500	2.41					
						254 - 507	501 - 1000	2.80					

NOTAS

Todos los tipos mencionados en la Tabla 400-4 deben tener conductores individuales trenzados juntos, excepto los tipos HPN, SP-1, SP-2, SP-3, SPE-1, SPE-2, SPE-3, SPT-1, SPT-2, SPT-3, SPT-1W, SPT-2W, TPT, NISP-1, NISP-2, NISPT-1, NISPT-2, NISPE-1, NISPE-2 y las versiones en paralelo de tres conductores de SRD, SRDE y SRDT.

Los conductores individuales de todos los cordones, excepto los de los cordones resistentes al calor, deben tener un aislamiento termoplástico o termofijo, excepto que el conductor de puesta a tierra de los equipos, donde se utilice, debe cumplir con lo establecido en la sección 400-23(b).

1 Debe permitirse utilizar cintas rellenas de goma o cambray barnizado como sustituto del trenzado interno.

2 Los cables viajeros de ascensores para el funcionamiento de circuitos de control y señalización deben contener los rellenos no metálicos necesarios para mantener su forma concéntrica. Los cables deben tener elementos de soporte de acero, según lo exige la sección 620-41 para la suspensión. En lugares sometidos a excesiva humedad o vapores o gases corrosivos, debe permitirse utilizar elementos de soporte de otros materiales. Donde se utilicen elementos de soporte de acero, deben tener un tendido recto, a través del centro del ensamble de cables y no se deben trenzar con los hilos de cobre de ninguno de los conductores.

Además de los conductores utilizados para los circuitos de control y señalización, debe permitirse que los cables de ascensores de tipos E, EO, ETP y ETT lleven incorporados uno o más pares conductores telefónicos de 20 AWG, uno o más cables coaxiales, o una o más fibras ópticas. Debe permitirse que los pares conductores de 20 AWG estén cubiertos con un blindaje adecuado para circuitos de comunicaciones telefónicas, de audio o de alta frecuencia; los cables coaxiales constan de un conductor central, un aislamiento y un blindaje para usar en circuitos de comunicaciones de video u otros circuitos de radiofrecuencia. La fibra óptica debe estar recubierta adecuadamente con un termoplástico retardante de llama. El aislamiento de los conductores debe ser de hule o termoplástico, de un espesor no menor al especificado para los demás conductores de ese tipo particular de cable. Los blindajes metálicos deben tener su propio recubrimiento protector. Donde se utilicen, debe permitirse que estos componentes sean incorporados en cualquier capa del ensamble de cables, pero no deben tenderse por el centro.

3 Debe permitirse que los aislamientos y recubrimientos exteriores que cumplan los requisitos de retardante de llama, emisión limitada de humo, y que estén así aprobados, estén marcados para humo limitado según la designación del tipo en la NOM.

4 Los cables de ascensores de calibres 20 AWG hasta 14 AWG son de 300 volts nominales y los de 10 AWG hasta 2 AWG son de 600 volts nominales. El cable de 12 AWG está especificado para 300 volts nominales, con un aislante de 0.76 mm (30 mil) de espesor y para 600 volts con un aislante de 1.14 mm (45 mils) de espesor.

5 El tamaño de los conductores para los cables de tipos EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT y EVJT se aplica solamente para circuitos de potencia no limitada. Los conductores para circuitos de potencia limitada (de datos, señalización o comunicaciones) se pueden ampliar más allá del intervalo del calibre AWG establecido. Todos los conductores deben estar aislados para el mismo valor de tensión nominal del cable.

6 Entre paréntesis se indica el espesor del aislamiento de los cables de nailon de tipos EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT y EVJT.

7 En los escenarios de los teatros, en los talleres automotrices y en otros lugares donde esta NOM permita los cordones flexibles, debe permitirse el uso de cables de tipos G, G-GC, S, SC, SCE, SCT, SE, SEO, SEOO, SEW, SEOW, SEOOW, SO, SOO, SOW, SOOW, ST, STO, STOO, STW, STOW, STOOOW, PPE y W.

8 En el tipo HPN, el tercer conductor sólo se debe utilizar como conductor de puesta a tierra del equipo. Debe permitirse que el aislamiento del conductor de puesta a tierra de equipos para los tipos SPE-1, SPE-2, SPE-3, SPT-1, SPT-2, SPT-3, NISPT-1, NISPT-2, NISPE-1 y NISPE-2 sea un polímero termofijo.

9 Debe permitirse que los cordones que cumplan con los requisitos para cordones en exteriores y que estén aprobados como tales se designen como resistentes al agua y a la intemperie, con el sufijo "W" después de la designación del tipo. Los cordones con el sufijo "W" son adecuados para uso en lugares mojados y son resistentes a la luz del sol.

10 La cubierta exterior requerida en algunos cables de conductor único puede estar integrada con el aislamiento.

11 Deben permitirse cables de tipos TPT y TST en tramos que no excedan de 2.5 m (8 pies), donde estén fijados directamente o mediante un tipo de clavija de conexión especial a un electrodoméstico portátil a 50 watts nominales o menos y de tal naturaleza que resulte esencial una gran flexibilidad del cordón.

Tabla 400-5(a)(1).- Ampacidad permisible para cables y cordones flexibles a temperatura ambiente de 30 °C. Ver 400-13 y la Tabla 400-4

Conductor de cobre		Termoplásticos Tipos TPT y TST	Termofijos tipos		Tipos: HPD, HSJ, HSJO, HSJOW, HSJOO, HSJOOW
			C, E, EO, PD, S, SJ, SJO, SHOW, SJOO, SJOOW, SO, SOW, SOO, SOOW, SP-1, SP-2, SP-3, SRD, SV, SVO y SVOO, NISP-1, NISP-2		
			Tipos Termoplásticos Tipos ETP, ETLB, ETP, ETT, NISPE-1, NISPE-2, NISPT-1, NISPT-2, SE, SEW, SEO, SEOO, SEOW, SEOOW, SJE, SJEW, SJEO, SJEOO, SJEOW, SJEOOW, SJT, SJTW, SJTO, SJTOW, SJTOO, SJTOOW, SPE-1, SPE-2, SPE-3, SPT-1, SPT-1W, SPT-2, SPT-2W, SPT-3, ST, STW, SRDE, SRDT, STO, STOW, STOO, STOOW, SVE, SVEO, SVEOO, SVT, SVTO y STVOO		
Área mm²	AWG		Columna A ^a	Columna B ^b	
0.102	27 ^c	0.5	—	—	—
0.519	20	—	5 ^d	e	—
0.824	18	—	7	10	10
1.04	17	—	9	12	13
1.31	16	—	10	13	15
1.65	15	—	12	16	17
2.08	14	—	15	18	20
3.31	12	—	20	25	30
5.26	10	—	25	30	35
8.37	8	—	35	40	—
13.3	6	—	45	55	—
21.2	4	—	60	70	—
33.6	2	—	80	95	—

^a Las corrientes permitidas en la Columna A se aplican a cordones de tres conductores y a otros cordones multiconductores conectados a un equipo de utilización de energía, de modo que solamente tres conductores sean portadores de corriente.

^b Las corrientes permitidas en la Columna B se aplican a cordones de dos conductores y a otros cordones multiconductores conectados a un equipo de utilización de energía, de modo que solamente dos conductores sean portadores de corriente.

^c Cordón de oropel (tinsel).

^d Cables de ascensores únicamente.

^e 7 amperes para cables de ascensores únicamente; 2 amperes para otros tipos.

Tabla 400-5(a)(2).- Ampacidad de los cables tipo SC, SCE, SCT, PPE, G, G-GC y W (Basada en una temperatura ambiente de 30 °C. Véase la Tabla 400-4)

Conductor de cobre		Temperatura nominal del cable								
Tamaño o designación		60 °C			75 °C			90 °C		
Área mm ²	AWG o kcmil	D ¹	E ²	F ³	D ¹	E ²	F ³	D ¹	E ²	F ³
3.31	12	—	31	26	—	37	31	—	42	35
5.26	10	—	44	37	—	52	43	—	59	49
8.37	8	60	55	48	70	65	57	80	74	65
13.3	6	80	72	63	95	88	77	105	99	87
21.2	4	105	96	84	125	115	101	140	130	114
26.7	3	120	113	99	145	135	118	165	152	133
33.6	2	140	128	112	170	152	133	190	174	152
42.2	1	165	150	131	195	178	156	220	202	177
53.5	1/0	195	173	151	230	207	181	260	234	205
67.4	2/0	225	199	174	265	238	208	300	271	237
85	3/0	260	230	201	310	275	241	350	313	274
107	4/0	300	265	232	360	317	277	405	361	316
127	250	340	296	259	405	354	310	455	402	352
152	300	375	330	289	445	395	346	505	449	393
177	350	420	363	318	505	435	381	570	495	433
203	400	455	392	343	545	469	410	615	535	468
253	500	515	448	392	620	537	470	700	613	536
304	600	575	—	—	690	—	—	780	—	—
355	700	630	—	—	755	—	—	855	—	—
380	750	655	—	—	785	—	—	885	—	—
405	800	680	—	—	815	—	—	920	—	—
456	900	730	—	—	870	—	—	985	—	—
507	1000	780	—	—	935	—	—	105	—	—

5

¹ Las ampacidades bajo la columna D se permitirán para cables de un solo conductor tipo SC, SCE, SCT, PPE y W sólo cuando los conductores individuales no estén instalados en canalizaciones ni estén en contacto físico entre sí, excepto en tramos no mayores a 60 centímetros cuando atraviesen la pared de un envoltente.

² Las ampacidades bajo la columna E se aplican a cables de 2 conductores y otros cables multiconductores conectados a equipos de utilización, de modo que sólo dos conductores conduzcan corriente.

³ Las ampacidades bajo la columna F se aplican a cables de tres conductores y otros cables multiconductores conectados a equipos de utilización, de modo que sólo tres conductores conduzcan corriente.

Tabla 400-5(a)(3).- Factores de ajuste para más de tres conductores de fase en un cable o cordón flexible

Número de conductores	Por ciento que se debe aplicar a los valores de las Tablas 400-5(a)(1) y 400-5(a)(2)
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35

400-10. Usos permitidos.

a) Usos. Los cables flexibles y cordones flexibles se deben utilizar sólo para lo siguiente:

- (1) Colgantes.
- (2) Alambrado de luminarias.
- (3) Conexión de luminarias portátiles, anuncios portátiles o móviles, o aparatos.
- (4) Cables de elevadores.
- (5) Alambrado de grúas y montacargas.
- (6) Conexión de equipos de utilización para facilitar su intercambio frecuente.
- (7) Prevención de la transmisión de ruido o vibraciones
- (8) Aparatos cuyos medios de fijación y conexiones mecánicas estén diseñados específicamente para permitir un fácil retiro para su mantenimiento y reparación y que el aparato esté destinado o identificado para conexión con cordón flexible.
- (9) Conexión de partes móviles.
- (10) Cuando se permita específicamente en otras partes de esta NOM.
- (11) Entre la salida de un contacto existente y una entrada, donde la entrada suministra energía a una salida adicional de contacto individual. El cableado que interconecta la entrada con la salida de contacto individual debe ser uno de los métodos de cableado descritos en el Capítulo 3. La entrada, salida del contacto y el método de cableado del Capítulo 3, incluido el cordón flexible y los accesorios, deben ser un ensamble adecuado, específico para esta aplicación.

b) Clavijas de conexión. Cuando se utilicen como se permite en 400-10(a)(3), (a)(6) y (a)(8), cada cordón flexible debe estar equipado con una clavija de conexión y se debe energizar de una salida de contacto o de un conector de cordón.

Excepción: Lo permitido en 368-56.

400-12. Usos no permitidos. A menos que se permita específicamente en 400-10, no se deben utilizar cables flexibles, extensiones flexibles y cordones de alimentación para lo siguiente:

- (1) Como sustitutos del alambrado fijo de una estructura.
- (2) Cuando atraviesen agujeros en paredes, plafones estructurales, plafones suspendidos, plafones en pendiente o pisos.
- (3) Cuando corran a través de espacios para puertas, ventanas o aberturas similares.
- (4) Cuando vayan unidos a la superficie de un edificio.

Excepción para (4): Se permitirá que el cable flexible y el cordón flexible estén unidos a las superficies de un edificio de acuerdo con las disposiciones de 368-56(b).

- (5) Cuando vayan ocultos detrás de las paredes, pisos o plafones, o cuando estén por encima de plafones suspendidos o en pendiente.

Excepción para (5): Se permitirá el cable flexible y el cordón flexible si está contenido dentro de un envolvente para su uso en otros espacios utilizados para aire ambiental según lo permitido en 300-22 (c)(3).

- (6) Cuando vayan instalados en canalizaciones, excepto si se permite algo diferente en esta NOM.
- (7) Cuando están sujetos a daño físico.

400-13. Empalmes. Cuando inicialmente estén instalados en las aplicaciones permitidas en 400-10(a), los cordones flexibles se deben utilizar sólo en tramos continuos sin empalmes ni derivaciones. Se permitirá la reparación de cordones de uso rudo y semirudo (ver la columna Nombre Comercial de la Tabla 400-4) de 2.08 mm² (14 AWG) y mayores, si los conductores están empalmados según lo establecido en 110-14(b) y el empalme terminado mantiene el aislamiento, las propiedades del forro exterior y las características de uso del cordón empalmado.

400-14. Tensión mecánica en uniones y terminales. Los cordones flexibles y cables flexibles deben ir conectados a los dispositivos y accesorios de modo que no se transmita tensión mecánica a las uniones o terminales.

Excepción: Se permitirá usar dispositivos monopolares portátiles aprobados y diseñados para soportar esta tensión mecánica en sus terminales, junto con cables flexibles de un solo conductor.

NOTA: Algunos métodos para evitar que el jalado ejercido sobre un cordón se transmita a las uniones o terminales son anudar el cordón, sujetarlo con cinta aislante y accesorios de soporte o alivio de tensiones.

400-15. Aparadores y vitrinas. Los cordones flexibles utilizados en los aparadores y vitrinas deben ser tipo S, SE, SEO, SEOO, SJ, SJE, SJEO, SJEOO, SJO, SJOO, SJT, SJTO, SJTOO, SO, SOO, ST, STO, STOO, SEW, SEOW, SEOWW, SJEW, SJEOW, SJEOOW, SJOW, SJOOW, SJTW, SJTOW, SJTOOW, SOW, SOOW, STW, STOW o STOOW.

Excepción 1: En alambrado para luminarias colgadas de una cadena.

Excepción 2: Como cordones de alimentación de luminarias portátiles u otras mercancías expuestas o exhibidas.

400-16. Protección contra sobrecorriente. Los cordones flexibles de tamaño no menor al 0.824 mm² (18 AWG), y los cordones con oropel (tinsel) o los que tengan características equivalentes de tamaño menor aprobados para su utilización con aparatos específicos, se deben considerar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con 240-5.

400-17. Protección contra daños. Cuando los cables flexibles y cordones flexibles pasen a través de agujeros en las cubiertas, cajas de salidas o envoltentes similares, se deben proteger con accesorios o pasacables. En establecimientos industriales donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personal calificado prestará servicio a la instalación, se permitirá que los cables flexibles y cordones flexibles se instalen en canalizaciones sobre el suelo cuya longitud no supere los 15.00 metros para proteger al cable o cordón flexible contra daños físicos. Cuando se instalan más de tres conductores de fase dentro de la canalización, la ampacidad permisible se debe reducir de acuerdo con la Tabla 400-5(a)(3).

Parte B. Especificaciones de construcción

400-20. Etiquetado. Los cordones flexibles se deben etiquetar.

400-21. Construcción.

a) Conductores. Los conductores individuales de un cable flexible o cordón flexible deben tener un trenzado flexible de cobre y no deben ser menores a los tamaños especificados en la Tabla 400-4.

b) Espesor nominal del aislamiento. El espesor nominal del aislamiento de los conductores de cables flexibles y cordones flexibles no debe ser menor al especificado en la Tabla 400-4.

400-22. Identificación del conductor puesto a tierra. Un conductor de los cordones flexibles que esté proyectado para uso como conductor puesto a tierra del circuito, debe llevar una marca continua que lo distinga claramente de otro conductor o conductores. La identificación se hará por alguno de los métodos especificados a continuación:

a) Malla trenzada coloreada. Una malla trenzada de color blanco o gris claro y la malla de los demás conductores de color o colores lisos, claramente distintos.

b) Trazador de color en la malla. Un trazador en la malla de un color que contraste con el de ésta y ningún trazador en la malla de los demás conductores. No se debe emplear ningún trazador en la malla de cualquier conductor de cordón flexible que contenga un conductor con una malla de color blanco o gris.

Excepción: En el caso de los cordones tipo C y PD y los que tengan el acabado de la malla de los conductores individuales en color blanco o gris. En tales cordones se permitirá que la marca de identificación sea el acabado blanco o gris continuo de un conductor, siempre que la malla de cada uno de los otros conductores lleve un trazador de color.

c) Aislamiento de color. En los cordones que no lleven malla en sus conductores individuales, un aislamiento blanco o gris en un conductor y en el otro conductor o conductores, aislamientos de colores que se puedan diferenciar fácilmente.

En los cordones con cubierta que se suministran con los aparatos, un conductor con el aislamiento azul claro y los demás conductores con sus aislamientos de colores que se puedan diferenciar claramente y que no sean ni blanco ni gris.

Excepción: Los cordones que tengan el aislamiento de los conductores individuales integrado con la cubierta. Se permitirá cubrir el aislamiento con un acabado exterior para dar el color deseado.

d) Separador de color. En los cordones que tengan el aislamiento de los conductores individuales integrado con la cubierta, un separador blanco o gris en un conductor y otro separador de un color continuo que se pueda diferenciar fácilmente en el otro conductor o conductores.

e) Conductores estañados. En los cordones que tengan el aislamiento de los conductores individuales integrado con la cubierta, un conductor que tenga los hilos individuales estañados y el otro conductor o conductores con hilos individuales sin estañar.

f) Marcado de la superficie. En los cordones que tengan el aislamiento de los conductores individuales integrado con la cubierta, una o más franjas blancas, bordes o ranuras ubicadas en el exterior del cordón para identificar un conductor.

400-23. Identificación del conductor de puesta a tierra de equipos. Un conductor que esté proyectado para utilizarlo como conductor de puesta a tierra de equipos, debe llevar una marca de identificación continua que lo distinga claramente de los demás conductores. Los conductores de color verde continuo o de color verde continuo con una o más franjas amarillas, no se deben utilizar para fines diferentes a los de conductores de puesta a tierra de equipos. Puede permitirse que los cordones o cables compuestos por un aislamiento integral y una chaqueta sin un conductor de puesta a tierra no integral sean verdes. La marca de identificación debe ser uno de los métodos siguientes:

a) Malla trenzada de color. Una malla trenzada de color verde continuo, o de color verde con una o más franjas amarillas.

b) Aislamiento o cubierta de color. En los cordones que no tengan conductores individuales con malla, un aislamiento de color verde continuo o de color verde con una o más franjas amarillas.

400-24. Clavijas de conexión. Cuando un cordón flexible lleve conductor de puesta a tierra de equipos y esté equipado con clavija de conexión, esta clavija debe cumplir lo establecido en 250-138(a) y (b).

Parte C. Cables portátiles de más de 600 volts

400-30. Alcance. Esta parte se aplica a los cables multiconductores portátiles utilizados para conectar equipos y maquinaria móviles.

400-31. Construcción.

a) Conductores. Los conductores deben ser del 3.31 mm² (12 AWG) de cobre o más grandes y deben tener un trenzado flexible.

b) Conductor de puesta a tierra de equipos. Se debe suministrar un(os) conductor(es) de puesta a tierra de equipos en cables con tres o más conductores. Su área total no debe ser menor a la del tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos, que se exige en 250-122.

400-32. Blindaje. Todos los blindajes se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos.

400-33. Conductores de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra de equipos se deben conectar según lo establecido en las Partes F y G del Artículo 250.

400-34. Radio mínimo de curvatura. Los radios mínimos de curvatura de los cables portátiles durante su instalación y manipulación en servicio deben ser los adecuados para evitarles daños.

400-35. Accesorios. Los medios de conexión que se utilicen para conectar tramos de cable deben estar diseñados de tal modo que contengan un seguro que los mantenga firmemente unidos. Deben tomarse las precauciones para prevenir la apertura o cierre de estas conexiones mientras estén energizados. Debe utilizarse algún dispositivo disponible para eliminar la tensión mecánica en los medios de conexión y en las terminales.

400-36. Empalmes y terminaciones. Los cables portátiles no deben contener empalmes, excepto si estos últimos son tipo moldeado permanente o vulcanizado, de acuerdo con 110-14(b). Las terminales de los cables portátiles de más de 600 volts nominales sólo deben ser accesibles a personal calificado y autorizado.

ARTÍCULO 402

CABLES PARA ARTEFACTOS

402-1. Alcance. Este Artículo se refiere a los requisitos generales y las especificaciones de los conductores para artefactos.

402-2. Otros Artículos. Los conductores para artefactos deben cumplir lo establecido en este Artículo y en las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM.

NOTA: Para aplicaciones en luminarias, véase el Artículo 410.

402-3. Tipos. Los cables para artefactos deben ser de uno de los tipos incluidos en la Tabla 402-3 y deben cumplir con todos los requisitos de esta. Si no se indica otra cosa, los cables para artefactos de la Tabla 402-3 son todos adecuados para servicio a 600 volts nominales.

NOTA: Los aislamientos termoplásticos se pueden endurecer a temperaturas menores a -10 °C.

Los aislamientos termoplásticos también se pueden deformar a temperaturas normales si están sometidos a presión, tal como en los puntos de soporte.

402-5. Ampacidad permisible de cables para artefactos. La ampacidad permisible de los cables para artefactos debe ser como se especifica en la Tabla 402-5. No se debe utilizar ningún conductor en condiciones tales que su temperatura de operación exceda la especificada en la Tabla 402-3 para el tipo de aislamiento involucrado.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-15(a)(3).

402-6. Tamaño mínimo. Los cables para artefactos no deben ser de tamaño menor al 0.824 mm² (18 AWG).

402-7. Número de conductores en un tubo conduit o tubería. El número de cables para artefactos permitido en un solo tubo conduit o tubería no debe superar el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

402-8. Identificación del conductor puesto a tierra. Los cables para artefactos que estén proyectados para su uso como conductores puestos a tierra, se deben identificar mediante una o más franjas blancas continuas sobre aislamientos que no sean de color verde o por los medios descritos en 400-22(a) hasta (e).

Tabla 402-3.- Cables para artefactos

Nombre	Tipo de cable	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor del aislamiento mm	Cubierta exterior	Temperatura máxima de operación	Disposiciones de aplicación
			Área mm ²	AWG				
Cable para artefactos recubierto con hule resistente al calor-trenzado flexible	FFH-2	Hule resistente al calor. Polímero sintético de cadena cruzada	0.824 – 1.31	18 – 16	0.76	Cubierta no metálica	75 °C	Alambrado para artefactos
ECTFE - sólido o 7 hilos - trenzado	HF	Etileno cloro-trifluoroetileno	0.824 – 2.08	18 -14	0.38	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos
ECTFE - trenzado flexible	HFF	Etileno cloro-trifluoroetileno	0.824 – 2.08	18 -14	0.38	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento de cinta, macizo o trenzado de 7 hilos	KF-1	Cinta de poliamida aromática	0.824 – 5.26	18 -10	0.14	Ninguna	200 °C	Alambrado para artefactos hasta de 300 volts
	KF-2	Cinta de poliamida aromática			0.21			Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento de cinta – trenzado flexible	KFF-1	Cinta de poliamida aromática	0.824 – 5.26	18 – 10	0.14	Ninguna	200 °C	Alambrado para artefactos hasta de 300 volts
	KFF-2	Cinta de poliamida aromática			0.21			Alambrado para artefactos
Perfluoroalcoxi - macizo o trenzado de 7 hilos (de níquel o cobre recubierto de níquel)	PAF	Perfluoro-alcoxi	0.824 – 2.08	18 - 14	0.51	Ninguna	250 °C	Alambrado para artefactos (níquel o cobre recubierto de níquel)
Perfluoro alcoxi - trenzado flexible	PAFF	Perfluoro-alcoxi	0.824 – 2.08	18 – 14	0.51	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos de propileno etileno fluorado, sólido o de 7 hilos - trenzado	PF	Propileno etileno fluorado	0.824 – 2.08	18 -14	0.051	Ninguna	200 °C	Alambrado para artefactos

Cable para artefactos de propileno-etileno fluorado, trenzado flexible	PFF	Propileno-etileno fluorado	0.824 – 2.08	18- 14	0.51	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos de propileno-etileno fluorado, sólido o 7 hilos – trenzado	PGF	Propileno-etileno fluorado	0.824 – 2.08	18 -14	0.36	Malla de vidrio	200 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos de propileno-etileno fluorado, trenzado flexible	PGFF	Propileno-etileno fluorado	0.824 – 2.08	18 – 14	0.36	Malla de vidrio	150 °C	Alambrado para artefactos
Politetrafluoroetileno extruido, sólido o 7 hilos - trenzado (níquel o cobre recubierto de níquel)	PTF	Politetra-fluoroetileno extruido	0.824 – 2.08	18 -14	0.51	Ninguna	250 °C	Alambrado para artefactos (níquel o cobre recubierto de níquel)
Politetrafluoroetileno extruido, trenzado flexible de 0.013 a 0.129 mm ² (36-26 AWG plata o cobre recubierto de níquel)	PTFF	Politetra-fluoroetileno extruido	0.824 – 2.08	18-14	0.51	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos (de plata o cobre recubierto de níquel)
Cable para artefactos recubierto de hule, resistente al calor, sólido o 7 hilos - trenzado.	RFH-1	Hule resistente al calor	0.824	18	0.38	Cubierta no metálica	75 °C	Alambrado para artefactos hasta de 300 volts
	RFH-2	Polímero sintético de cadena cruzada de hule resistente al calor	0.824 – 1.31	18 - 16	0.76	Ninguna o cubierta no metálica	75 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento polímero sintético de cadena cruzada resistente al calor, sólido o 7 hilos – trenzado.	RFHH-2*	Polímero sintético de cadena cruzada	0.824 – 1.31	18 - 16	0.76	Ninguna o cubierta no metálica	90 °C	Alambrado para artefacto
	RFHH-3*				1.14			
Cable para artefactos con aislamiento de silicón-sólido o 7 hilos - trenzado	SF-1	Hule silicón	0.824	18	0.38	Cubierta no metálica	200 °C	Alambrado para artefactos hasta 300 volts
	SF-2	Hule silicón	0.824 - 3.31 5.26	18 - 12 10	0.76 1.14	Cubierta no metálica	200 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento de silicón - trenzado flexible	SFF-1	Hule silicón	0.824	18	0.38	Cubierta no metálica	150 °C	Alambrado para artefactos hasta 300 volts
	SFF-2	Hule silicón	0.824 – 3.31 5.26	18 - 12 10	0.76 1.14	Cubierta no metálica	150 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento termoplástico-sólido o 7 hilos – trenzado.	TF*	Termoplástico	0.824 – 1.31	18 - 16	0.76	Ninguna	60 °C	Alambrado para artefactos

Cable para artefactos con aislamiento termoplástico - trenzado flexible.	TFF*	Termoplástico	0.824 – 1.31	18 - 16	0.76	Ninguna	60 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento termoplástico resistente al calor-sólido o 7 hilos - trenzado	TFN*	Termoplástico	0.824 – 1.31	18 - 16	0.38	Chaqueta de nylon o equivalente	90 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento termoplástico resistente al calor-trenzado flexible.	TFFN*	Termoplástico	0.824 – 1.31	18 - 16	0.38	Chaqueta de nylon o equivalente	90 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento de poliolefina de cadena cruzada	XF*	Poliolefina de cadena cruzada	0.824 – 2.08 3.31 – 5.26	18 - 14 12 - 10	0.76 1.14	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos hasta 300 volts.
Cable para artefactos con aislamiento de poliolefina de cadena cruzada-trenzado flexible	XFF*	Poliolefina de cadena cruzada	0.824 – 2.08 3.31 – 5.26	18 - 14 12 - 10	0.76 1.14	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos hasta 300 volts
ETFE modificado-sólido o 7 hilos-trenzado.	ZF	Etileno-tetrafluoro-etileno modificado	0.824 – 2.08	18 - 14	0.38	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos
Trenzado flexible	ZFF	Etileno-tetrafluoro-etileno modificado	0.824 – 2.08	18 - 14	0.38	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos
ETFE modificado de alta temperatura —, sólido o 7 hilos - trenzado.	ZHF	Etileno-tetrafluoro-etileno modificado	0.824 – 2.08	18 - 14	0.38	Ninguna	200 °C	Alambrado para artefactos

*Se permitirá que los aislamientos y cubiertas exteriores aprobados estén marcados como no propagadores de incendio, baja emisión de humo y gas ácido, pueden identificarse con el sufijo "LS".

402-9. Marcado.

a) Método de marcado. Los conductores para artefactos con aislamiento termoplástico se deben marcar de manera duradera en su superficie en intervalos que no excedan los 61 centímetros. Todos los demás conductores para artefactos se deben etiquetar por medio de una etiqueta impresa adherida a la bobina, rollo o caja.

b) Marcado opcional. Se permitirá que los tipos de cables para artefactos incluidos en la Tabla 402-3 sean marcados en su superficie, para indicar las características especiales de los materiales del cable. Estas marcas incluyen, pero no se limitan a las marcas para humo limitado, resistencia a la luz solar, etc.

402-10. Usos permitidos.

Se permitirá usar los cables para artefactos:

(1) En instalaciones de luminarias y equipos similares cuando estén encerrados o protegidos y no estén sometidos a doblado o torsión durante su uso, o

(2) Para conectar las luminarias a los conductores del circuito derivado que alimenta a las luminarias.

402-12. Usos no permitidos. Los cables para artefactos no se deben usar como conductores de los circuitos derivados, excepto lo permitido por otros apartes de esta NOM.

402-14. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los cables para artefactos debe ser como se especifica en 240-5.

Tabla 402-5.- Ampacidad admisible de alambres para artefactos

mm ²	AWG	Ampacidad admisible (A)
0.824	18	6
1.31	16	8
2.08	14	17
3.31	12	23
5.26	10	28

ARTÍCULO 404

DESCONECTADORES

Parte A. Instalación

404-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo aplican a todos los desconectadores, dispositivos de desconexión e interruptores automáticos cuando se utilizan como interruptores que operan a 1000 volts y menos, a menos que específicamente se haga referencia en otra parte de esta NOM para tensiones más altas.

404-2. Conexiones del desconectador.

a) Desconectador de tres vías y de cuatro vías. Los desconectadores de tres y cuatro vías se deben alambrear de manera tal que toda la desconexión se haga únicamente en el circuito del conductor de fase. Cuando se encuentren en canalizaciones metálicas o cables con armadura metálica, el alambreado entre los desconectadores y las salidas se debe hacer de acuerdo con 300-20(a).

Excepción: No se exigirá que en las trayectorias de los conductores entre los desconectadores de tres y cuatro vías tengan un conductor puesto a tierra.

b) Conductores puestos a tierra. Los desconectadores y los interruptores automáticos no deben desconectar el conductor puesto a tierra de un circuito.

Excepción: Se permitirá que un desconectador o un interruptor automático desconecte el conductor puesto a tierra del circuito cuando todos los conductores del circuito se desconectan simultáneamente o cuando el dispositivo está dispuesto de manera tal que el conductor puesto a tierra no se puede desconectar hasta que todos los conductores de fase del circuito se hayan desconectado.

c) Desconectadores que controlan las cargas de alumbrado. El conductor puesto a tierra de un circuito de alumbrado que es controlado, se debe instalar hasta el lugar donde los desconectadores controlan las cargas de iluminación que son alimentadas por el circuito derivado de uso general puesto a tierra, que alimentan a baños, pasillos, escaleras o habitaciones adecuadas para ocupación humana u ocupación según se define en las normas de construcción. En los lugares de desconectadores múltiples que controlan la misma carga de iluminación, de modo que toda la superficie de la habitación o espacio sea visible desde el lugar de control único o combinado, el conductor puesto a tierra del circuito conectado a tierra sólo será necesario en un lugar. No se requerirá instalar un conductor puesto a tierra en los lugares del desconectador de iluminación bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Donde los conductores ingresan en la caja que contiene el desconectador a través de una canalización, siempre que la canalización sea lo suficientemente grande para todos los conductores contenidos, incluido un conductor de puesto a tierra.

(2) Donde la caja que contiene el desconectador sea accesible para la instalación de un cable adicional o de reemplazo sin quitar los materiales del acabado.

(3) Donde desconectadores de resorte con envoltentes integrales cumplan con lo establecido en la sección 300-15(e).

(4) Donde la iluminación del área esté controlada por medios automáticos.

(5) Donde un desconectador controle una carga de contacto.

El conductor puesto a tierra se deberá llevar hasta cualquier lugar donde haya un desconectador según sea necesario y se conectará a dispositivos de conmutación que requieran tensión de línea a neutro para operar la electrónica del desconectador en el modo de espera y deberá cumplir con los requisitos de 404-22.

Excepción: No se aplicará a los interruptores de reemplazo instalados en ubicaciones anteriores a la adopción local de 404-2(c) y donde el conductor conectado a tierra no pueda extenderse sin retirar los materiales finales. El número de interruptores de control de iluminación electrónicos en un circuito de derivación no deberá exceder de cinco, y el número conectado a cualquier alimentador en el lado de carga de un sistema o puente de unión principal no deberá exceder de 25. A los efectos de esta excepción, no se limitará una barra colectora de neutro, en conformidad con la 200-2(b) y a la que esté conectado un puente de unión principal o de sistema, en cuanto al número de interruptores electrónicos de control de iluminación conectados.

NOTA: La disposición para un conductor puesto a tierra (futuro) es para completar una trayectoria del circuito para los dispositivos electrónicos de control de alumbrado.

404-3. Envoltente.

a) Generalidades. Los desconectadores y los interruptores automáticos deben ser del tipo operable desde el exterior, montados en un envoltente aprobado para dicho uso. El espacio mínimo para la curvatura del cable en las terminales y el espacio mínimo en la canal dentro de los envoltentes para interruptores deben ser como se estipulan en 312-6.

Excepción 1: Se permitirá que no tengan envoltente los interruptores de acción rápida de tipo colgante o superficial y los desconectadores de cuchilla montados en tableros de distribución o tableros de distribución abiertos.

Excepción 2: Se permitirá que no tengan envoltentes los desconectadores y los interruptores automáticos instalados de acuerdo con 110-27(a)(1), (a)(2), (a)(3) o (a)(4).

b) Usados como canalización. Los envoltentes no se deben utilizar como cajas de empalme, canales auxiliares ni canalizaciones para conductores que se alimentan a través o se derivan de otros desconectadores o dispositivos de protección contra sobrecorriente, a menos que el envoltente cumpla con las disposiciones de 312-8.

404-4. Lugares húmedos o mojados.

a) Desconectador o interruptor automático de montaje superficial. Un desconectador o interruptor automático de montaje superficial debe tener un envoltente a prueba de intemperie o un gabinete que debe cumplir lo exigido en 312-2.

b) Desconectador o interruptor automático empotrado. Un desconectador o interruptor automático empotrado debe estar equipado con una cubierta a prueba de intemperie.

c) Desconectadores en duchas o tinas. No se deben instalar desconectadores dentro de tinas o en espacios de duchas, a menos que se instalen como parte de un ensamble aprobado para tina o ducha.

404-5. Desconectadores de tiempo, destelladores y dispositivos similares. Los desconectadores de tiempo, destelladores y dispositivos similares se deben montar en gabinetes, cajas o envoltentes para equipos. Las partes energizadas deben tener barreras para evitar que el operador las toque cuando accione o ajuste manualmente el interruptor.

Excepción: Se permitirá que los dispositivos montados de manera tal que son accesibles únicamente a personas calificadas no tengan barreras, siempre que se ubiquen dentro de un envoltente de manera que todas las partes energizadas a una distancia no mayor de 15 centímetros del ajuste manual o desconectador estén cubiertas con barreras adecuadas.

404-6. Posición y conexión de los desconectadores.

a) Desconectadores de cuchilla de un tiro. Los desconectadores de cuchilla de un tiro se deben colocar de manera tal que la gravedad no haga que se cierren. Los desconectadores de cuchilla de un tiro aprobados para uso en posición invertida se deben suministrar con medios mecánicos integrados que garanticen que las cuchillas permanezcan en la posición abierta cuando se fijan de este modo.

b) Desconectadores de cuchilla de doble tiro. Se permitirá que los desconectadores de cuchilla de doble tiro estén montados de modo que la vía sea vertical u horizontal. Cuando el tiro es vertical, se deben suministrar medios mecánicos integrados que mantengan las cuchillas en la posición abierta cuando se fijan de este modo.

c) Conexión de los desconectores. Los desconectores de cuchilla de un tiro y los desconectores con contactos de presión directa se deben conectar de tal manera que sus cuchillas no estén energizadas cuando el interruptor esté en posición abierta. Los desconectores de contacto a presión atornillados deben tener barreras que eviten el contacto involuntario con las cuchillas energizadas. Los desconectores de cuchilla de un tiro, los desconectores de contacto a presión atornillados, los desconectores de caja moldeada, los desconectores con contactos de presión directa y los interruptores automáticos utilizados como desconectores se deben conectar de forma tal que las terminales que alimentan a la carga estén desenergizadas cuando el interruptor está en posición abierta.

Excepción: Se permitirá que las cuchillas y las terminales que alimentan a la carga de un desconector estén energizadas cuando el desconector está en posición abierta, si el desconector está conectado a circuitos o equipos con capacidad inherente para suministrar una fuente de energía de retroalimentación. Para dichas instalaciones, se debe instalar un anuncio permanente en el envoltorio del desconector o en la zona inmediata adyacente a los desconectores abiertos con las siguientes palabras o su equivalente:

ADVERTENCIA.

LAS TERMINALES EN EL LADO DE LA CARGA

PUEDEN ESTAR ENERGIZADAS POR RETROALIMENTACIÓN.

404-7. Indicación. Los desconectores de uso general y para circuitos de motores, los interruptores automáticos y los desconectores de caja moldeada, cuando están montados en un envoltorio como el descrito en 404-3, deben indicar claramente si están en posición abierta (off) o en posición cerrada (on).

Cuando las manijas de estos desconectores o interruptores automáticos se operan verticalmente y no de manera rotativa ni horizontal, la posición superior de las manijas debe ser la posición cerrada (on).

Excepción 1: Se permitirá que los desconectores de doble tiro operados verticalmente estén en la posición cerrada (on) con la manija ya sea en posición superior o inferior.

Excepción 2: En instalaciones de electroductos (*busway*), se permitirá que los desconectores de derivación que utilizan una manija con pivote central estén en posición abierta o cerrada con el extremo de la manija bien sea en posición superior o inferior. La posición del desconector debe estar indicada claramente y debe ser visible desde el piso o desde el punto usual de operación.

404-8. Accesibilidad y agrupamiento.

a) Ubicación. Todos los desconectores y los interruptores automáticos utilizados como desconectores se deben ubicar de manera tal que se puedan operar desde un lugar fácilmente accesible. Se deben instalar de forma tal que el centro de agarre de la manija de operación del desconector o del interruptor automático, cuando está en su posición más elevada, no esté a más de 2.00 metros por encima del piso o de la plataforma de trabajo.

Excepción 1: En instalaciones de electroductos (*busway*), se permitirá que los desconectores con fusibles y los interruptores automáticos se ubiquen al mismo nivel del electroducto (*busway*). Se deben suministrar medios adecuados para operar la manija del dispositivo desde el suelo.

Excepción 2: Se permitirá que los desconectores e interruptores automáticos instalados adyacentes a motores, aparatos y otros equipos a los cuales alimentan, se ubiquen a una altura mayor a 2.00 metros y que sean accesibles por medios portátiles.

Excepción 3: Se permitirá que los desconectores de aislamiento operables con pértiga estén a mayores alturas.

b) Tensión entre dispositivos adyacentes. Un desconector de resorte no debe estar agrupado ni acoplado en envoltorios con otros interruptores de acción rápida, contactos o dispositivos similares, a menos que estén organizados de forma que la tensión entre los dispositivos adyacentes no exceda los 300 volts o a menos que se instalen en envoltorios equipados con barreras permanentes, instaladas de forma segura entre los dispositivos adyacentes.

c) Desconectores multipolares de resorte. No se permitirá que un desconector multipolar de resorte para uso general esté alimentado desde más de un solo circuito, a menos que esté marcado como interruptor de dos o tres circuitos.

NOTA: Véase 210-7 para requisitos de desconexión cuando más de un circuito alimenta un interruptor.

404-9. Disposiciones para interruptores de acción rápida de uso general.

a) Placas frontales. Las placas frontales que se suministran para interruptores de acción rápida instalados en cajas y otros envoltentes, se deben instalar de manera que cubran por completo la abertura y cuando el desconectador está montado a nivel, se asiente contra la superficie terminada.

b) Puesta a tierra. Los interruptores de acción rápida, incluyendo los reguladores de intensidad y desconectores similares de control, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos y deben proporcionar un medio para conectar las placas frontales metálicas al conductor de puesta a tierra del equipo, se instale o no una placa frontal metálica. Las placas metálicas deberán estar puestas a tierra. Los interruptores de acción rápida se deben considerar como parte de una trayectoria de corriente eficaz de falla a tierra, si se cumple cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) El desconectador está montado con tornillos metálicos a una caja metálica o una cubierta metálica que está conectada a un conductor de puesta a tierra del equipo o a una caja no metálica con medios integrados para la conexión a un conductor de puesta a tierra del equipo.

(2) Un conductor de puesta a tierra del equipo o un puente de unión del equipo está conectado a una terminación de puesta a tierra de equipos del interruptor de resorte.

Excepción 1 para (b): Cuando no existen medios dentro del envoltente del desconectador de resorte para la conexión al conductor de puesta a tierra del equipo o cuando el método de alambrado no incluye un conductor de puesta a tierra de equipos, se permitirá un desconectador de resorte sin conexión a un conductor de puesta a tierra de equipos únicamente con propósitos de reemplazo. Un desconectador de resorte alambrado según las disposiciones de esta excepción y ubicado a menos de 2.50 metros verticalmente, o 1.50 metros horizontalmente desde tierra u objetos metálicos puestos a tierra y expuestos, se debe proporcionar con una placa frontal de material no conductor, con tornillos de unión no metálicos, a menos que la abrazadera o soporte de montaje del desconectador sea no metálico o el circuito esté protegido por un interruptor de circuito contra falla a tierra.

Excepción 2 para (b): No se exigirá que los ensambles o equipos aprobados sean conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos si se cumplen todas las siguientes condiciones:

(1) El dispositivo está equipado con una placa frontal no metálica que no se puede instalar en cualquier otro tipo de dispositivo;

(2) El dispositivo no cuenta con medios de montaje para aceptar otras configuraciones de placas frontales;

(3) El dispositivo está equipado con un soporte no metálico; y

(4) Todas las partes del desconectador manipulables para su operación están fabricadas de materiales no metálicos.

Excepción 3 para (b): Se permitirá un desconectador de resorte con envoltente no metálico integrado que cumple con 300-15(e) sin una conexión al conductor de puesta a tierra del equipo.

c) Construcción. Las placas frontales metálicas deben tener una resistencia y rigidez para el uso previsto.

404-10. Instalación de los interruptores de acción rápida.

a) Tipo superficial. Los interruptores de resorte utilizados con alambrado abierto sobre aisladores se deben montar sobre un material aislante que separe los conductores por lo menos 1.30 centímetros de la superficie sobre la cual está alambrada.

b) De montaje en caja. Los interruptores de resorte de tipo empotrado montados en cajas que están separadas de la superficie terminada, tal como lo permite 314-20, se deben instalar de manera tal que los bordes de la placa en la cual están instalados descansen sobre la superficie de la pared. Los interruptores de resorte de tipo empotrado montados en cajas que están a nivel con la superficie terminada o que sobresalen de ella, se deben instalar de manera tal que la placa de montaje del interruptor esté apoyada contra la caja.

404-11. Interruptores automáticos utilizados como desconectores.

Se permitirá que un interruptor automático de operación manual, equipado con una manija o una palanca, o un interruptor automático de operación eléctrica que se pueda abrir con la mano en el caso de falla de la alimentación, sirvan como desconectador si tienen el número adecuado de polos.

NOTA: Véase las disposiciones de 240-81 y 240-83.

404-12. Puesta a tierra de los envolventes de desconectadores e interruptores automáticos. Los envolventes metálicos de los desconectadores e interruptores automáticos deben estar conectados a un conductor de puesta a tierra del equipo tal como se especifica en la Parte D del Artículo 250. Los envolventes metálicos para los desconectadores o los interruptores automáticos utilizados como equipo de acometida deben cumplir con las disposiciones de la Parte E del Artículo 250. Cuando se utilizan envolventes no metálicos con canalizaciones metálicas o con cables con armadura metálica, se deben tener medios para la conexión del conductor o conductores de puesta a tierra del equipo.

Excepto lo indicado en 404-9(b), Excepción 1, las cajas no metálicas para los desconectadores se deben instalar con un método de alambrado que proporcione o incluya un conductor de puesta a tierra de equipos.

404-13. Desconectadores de cuchilla.

a) Desconectadores de aislamiento. Los desconectadores de cuchilla con capacidad nominal mayor a 1200 amperes a 250 volts o menos, y de más 1000 amperes con tensión entre 251 y 1000 volts, se deben utilizar únicamente como desconectadores de aislamiento y no se deben abrir bajo carga.

b) Interrupción de corrientes. Para interrumpir corrientes mayores a 1200 amperes a 250 volts nominales o menos, o mayores a 600 amperes con tensión entre 251 y 1000 volts nominales, se debe utilizar un interruptor automático o un desconectador con diseño especial aprobado para tal propósito.

c) Desconectadores para uso general. Los desconectadores de cuchilla con capacidad nominal menor a las que se especifican en 404-13(a) y (b) se deben considerar desconectadores para uso general.

NOTA: Véase la definición de desconectador para uso general en el Artículo 100.

d) Desconectadores para circuitos de motores. Se permitirá que los desconectadores para circuitos de motores sean de tipo desconectador de cuchilla.

NOTA: Véase la definición de desconectador para circuito de motor en el Artículo 100.

404-14. Valor nominal y uso de los desconectadores de acción rápida. Los desconectadores de acción rápida se deben utilizar dentro de sus valores nominales y según se indica desde (a) hasta (f) siguientes.

NOTA 1: Para los desconectadores de anuncios e iluminación de contorno, véase 600-6.

NOTA 2: Para desconectadores que controlan motores, véase 430-83, 430-109 y 430-110.

a) Interruptor de acción rápida de corriente alterna para uso general. Los desconectadores de acción rápida para uso general son adecuados únicamente para utilizar en circuitos de corriente alterna para controlar los siguientes elementos:

(1) Cargas resistivas e inductivas que no excedan el valor nominal de corriente del desconectador a la tensión aplicada.

(2) Cargas para lámparas con filamentos de tungsteno que no excedan el valor nominal de corriente del desconectador a 120 volts.

(3) Cargas de motor, que no excedan el 80 por ciento del valor nominal de corriente del desconectador a su tensión nominal.

b) Interruptor de acción rápida de corriente alterna o corriente continua para uso general. Es una forma de interruptor de acción rápida para uso general adecuado para utilizar en circuitos bien sea de corriente alterna o de corriente continua para controlar los siguientes elementos:

(1) Cargas resistivas que no excedan el valor nominal de corriente del desconectador a la tensión aplicada.

(2) Cargas inductivas que no excedan el 50 por ciento del valor nominal de corriente del desconectador a la tensión aplicada. Los desconectadores con valor nominal expresado en caballos de fuerza son adecuados para controlar cargas de motor dentro de su valor nominal a la tensión aplicada.

(3) Cargas para lámparas con filamentos de tungsteno que no excedan el valor nominal de corriente del interruptor a la tensión aplicada, si tienen clasificación T.

c) Desconectadores de acción rápida CO/ALR. No se permite la instalación de desconectadores de acción rápida conectados a conductores de aluminio.

d) Desconectadores de acción rápida de corriente alterna para uso específico y con valor nominal de 347 volts. Los desconectadores de acción rápida con valor nominal de 347 volts de corriente alterna deben estar aprobados y se deben utilizar únicamente para controlar las cargas permitidas a continuación.

1) Cargas no inductivas. Cargas no inductivas diferentes de lámparas con filamentos de tungsteno, que no excedan los valores nominales de corriente y tensión del desconectador.

2) Cargas inductivas. Cargas inductivas que no excedan los valores nominales de corriente y tensión del desconectador. Cuando se especifican características o limitaciones particulares de la carga como condición de aprobado, se deben cumplir dichas restricciones independientemente del valor nominal de corriente de la carga.

El valor nominal de corriente del desconectador no debe ser menor a 15 amperes a una tensión de 347 volts de corriente alterna. Los interruptores de acción rápida del tipo empotrado con tensión nominal de 347 volts de corriente alterna no deben ser fácilmente intercambiables en la caja de montaje con los desconectores identificados en 404-14(a) y (b).

e) Desconectores reguladores de intensidad. Los desconectores reguladores de intensidad para uso general se deben utilizar únicamente para el control de luminarias incandescentes instaladas permanentemente, a menos que estén aprobados para el control de otras cargas y se instalen según corresponda.

f) Cargas conectadas con cordón y clavija. Cuando se utiliza un interruptor de acción rápida o un dispositivo de control para controlar el equipo conectado con cordón y clavija en un circuito derivado de uso general, cada interruptor de acción rápida o un dispositivo de control que controla las salidas para contactos o los conectores de cordón que son alimentados por cordones colgantes conectados permanentemente deben tener una capacidad nominal no menor al valor en amperes máximo permitido o al ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege los contactos o los conectores de cordón, como prevé 210-21(b).

NOTA: Véase 210-50(a) y 400-10(a)(1) para la equivalencia para una salida para contactos que es alimentada por un cordón colgante conectado permanentemente.

Excepción: Cuando se utiliza un interruptor de acción rápida o un dispositivo de control para controlar no más de un contacto en un circuito derivado, se permitirá que el desconectador o dispositivo de control tenga capacidad nominal no menor al del contacto.

Parte B. Especificaciones de construcción

404-20. Marcado.

a) Valores nominales. Los desconectores deben estar marcados con la corriente, la tensión y, si están clasificados en caballos de fuerza, el valor nominal máximo para la cual están diseñados.

b) Indicación de abierto (off). Cuando está en la posición abierta, un dispositivo de conmutación con posición OFF marcada debe desconectar por completo todos los conductores de fase de la carga que controla.

404-26. Desconectores de cuchilla de valor nominal de 600 a 1000 volts. Contactos auxiliares de tipo renovable o de apertura rápida o su equivalente, se deben suministrar en todos los desconectores de cuchilla con valor nominal de 600 a 1000 volts y diseñados para usar en la interrupción de una corriente mayor a 200 amperes.

404-27. Desconectores con fusibles. Un desconectador con fusibles no debe tener fusibles en paralelo, excepto lo permitido en 240-8.

404-28. Espacio de doblez del alambre. El espacio de doblez del alambre que se exige en 404-3 debe cumplir las separaciones que se indican en la Tabla 312-6(b) para la pared del envoltente, opuesta a la línea y las terminales de la carga.

ARTÍCULO 406

CONTACTOS, CONECTORES DE CORDÓN Y CLAVIJAS DE CONEXIÓN

406-1. Alcance. Este Artículo trata del valor nominal, el tipo y la instalación de contactos, conectores de cordón y clavijas de conexión.

406-2. Definiciones.

Cubierta de caja de salida. Es un dispositivo de protección de la carcasa que se instala sobre una placa frontal para dispositivos de cableado empotrados a un componente integral de una caja de salida o de una placa frontal para dispositivos de cableado empotrados. La cubierta no sirve para completar la envoltente eléctrica; reduce el riesgo de que el agua entre en contacto con componentes eléctricos dentro de la cubierta, tales como clavijas de conexión, adaptadores, dispositivos de protección contra sobretensiones, unidades de transformador de conexión directo o dispositivos de alambrado.

Instalaciones de cuidados infantiles. Un edificio o estructura o porción de ésta, para los servicios de cuidados personales, educativos o de supervisión para más de cuatro niños de siete años o menos.

406-3. Valor nominal y tipo del contacto.

a) Contacto. Los contactos deben estar aprobados y marcados con el nombre o la identificación del fabricante y los valores nominales de corriente y tensión.

b) Valor nominal. Los contactos y los conectores de cordón deben tener valor nominal no menor a 15 amperes, 125 volts, o 15 amperes, 250 volts y deben ser de tipo no adecuado para uso como portalámparas.

NOTA: Véase 210-21(b) con respecto a los valores nominales de los contactos cuando se instalan en circuitos derivados.

c) Contactos para conductores de aluminio CO/ALR. No se permite la instalación de contactos conectados a conductores de aluminio.

d) Contactos con puesta a tierra aislada. Los contactos que tienen una conexión aislada del conductor de puesta a tierra proyectada para la reducción del ruido eléctrico (interferencia electromagnética), tal como se permite en 250-146 (d), deben estar identificados con un triángulo anaranjado ubicado en la parte frontal del contacto.

Excepción: Los contactos con puesta a tierra aislada se podrán identificar con un triángulo de color verde cuando la parte frontal del contacto es de color naranja

1) Conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos exigido. Los contactos así identificados se deben utilizar únicamente con conductores de puesta a tierra de equipos que estén aislados, de acuerdo con 250-146(d).

2) Instalación en cajas no metálicas. Los contactos con puesta a tierra aislada, instalados en cajas no metálicas deben estar cubiertos con una placa frontal no metálica.

Excepción: Donde un contacto de puesta a tierra aislada es instalado en una caja no metálica, se permitirá una placa frontal metálica si la caja tiene una característica o accesorio que permita la puesta a tierra efectiva de la placa frontal

e) Identificación de contactos controlados. Todos los contactos de 125 volts, 15 y 20 amperes, del tipo sin bloqueo, que estén controlados por un dispositivo de control automático o que incorpore características de control que tomen la energía del contacto, con el propósito de administrar la energía o automatizar un edificio, deben estar permanentemente marcados con el símbolo que se muestra en la Figura 406-3(e) y la palabra controlado.



Figura 406-3(e).- Símbolo de marca de contacto controlado.

Para los contactos controlados por un dispositivo de control automático, la identificación se colocará en la cara del contacto y será visible después de la instalación.

En ambos casos en que se utilice un dispositivo de contacto múltiple, la identificación requerida de la palabra "controlado" y el símbolo indicarán qué dispositivo de contacto está controlado.

Excepción: No se requiere la identificación en contactos controlados por un interruptor de muro que proporcionen las salidas requeridas para la iluminación de los cuartos, según lo permitido en la sección 210-70.

(f) Contacto con cargador USB. Un contacto de 125 volts de 15 o 20 amperes que suministre adicionalmente potencia de Clase 2 deberá ser construido de tal manera que la circuitería de Clase 2 sea integral con el contacto.

406-4. Requisitos generales de instalación. Las salidas de los contactos deben estar en circuitos derivados de acuerdo con la Parte C del Artículo 210. Los requisitos generales de instalación deben estar acordes con las disposiciones siguientes:

a) De tipo de puesta a tierra. Excepto lo establecido en la sección 406-4(d), los contactos instalados en circuitos derivados de 15 y 20 amperes deben ser de tipo de puesta a tierra. Los contactos de tipo de puesta a tierra se deben instalar únicamente en circuitos con la clase de tensión y la corriente para los cuales están clasificados, excepto lo indicado en la Tabla 210-21(b)(2) y en la Tabla 210-21(b)(3).

b) Puestos a tierra. Los contactos y los conectores de cordón que tienen contactos para el conductor de puesta a tierra de equipos deben tener dichos contactos conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción 1: Contactos montados en generadores portátiles y montados en vehículos, según 250-34.

Excepción 2: Contactos de reemplazo tal como lo permite 406-4(d).

c) Métodos de puesta a tierra. Los contactos del conductor de puesta a tierra de equipos de los contactos y los conectores de cordón se deben poner a tierra mediante la conexión al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito que alimenta al contacto o al conector de cordón.

NOTA: Para los requisitos de instalación para la reducción del ruido eléctrico, véase 250-146(d).

El método de alambrado del circuito derivado debe incluir o proporcionar un conductor de puesta a tierra de equipos al cual se conecten los contactos del conductor de puesta a tierra de equipos del contacto o del conector de cordón.

NOTA 1: Véase 250-118 con respecto a los medios de puesta a tierra aceptables.

NOTA 2: Véase 250-130 con respecto a las extensiones de circuitos derivados existentes.

d) Reemplazos. Los contactos para reemplazo deben cumplir con las indicaciones de 406-4(d)(1) a (d)(6) según se aplique. Los contactos de tipo interruptor de circuito por falla de arco y de tipo interruptor de circuito contra falla a tierra deben ser instalados en un lugar fácilmente accesible.

1) Contactos de tipo de puesta a tierra. Cuando existe un medio de puesta a tierra en el envoltorio del contacto o se instala un conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-130(c), se deben utilizar contactos de tipo de puesta a tierra y se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 406-4(c) o 250-130(c).

2) Contactos de tipo de no puesta a tierra. Cuando no existe conexión al conductor de puesta a tierra de equipos en el envoltorio del contacto, la instalación debe cumplir con lo siguiente:

a. Se permitirá que un contacto de tipo de no puesta a tierra sea reemplazado con otro contacto del mismo tipo.

b. Se permitirá que un contacto de tipo de no puesta a tierra sea reemplazado con un contacto del tipo interruptor del circuito contra falla a tierra. Estos contactos o su placa frontal deben estar marcados como "sin puesta a tierra del equipo". Un conductor de puesta a tierra de equipos no se debe conectar desde el contacto de tipo interruptor del circuito contra falla a tierra hasta ninguna salida alimentada desde el contacto del tipo interruptor del circuito contra falla a tierra.

c. Se permitirá que un contacto de tipo de no puesta a tierra sea reemplazado con un contacto del tipo de puesta a tierra cuando se alimenta a través de un interruptor del circuito contra falla a tierra. Cuando los contactos del tipo de puesta a tierra están alimentados a través del interruptor del circuito contra falla a tierra los contactos de puesta a tierra y su cubierta deben estar marcados como "protegidos con Interruptores del circuito contra falla a tierra" y "sin puesta a tierra del equipo" visible después de la instalación. Un conductor de puesta a tierra de equipos no se debe conectar entre los contactos de tipo de puesta a tierra.

NOTA 1: Algunos equipos o aparatos manufacturados requieren que el circuito derivado para el equipo o aparato incluya un conductor de puesta a tierra del equipo.

NOTA 2: Ver 250-114 para una lista de aparatos o equipos conectados con cordón y clavija que requieren un conductor de puesta a tierra de equipo.

3) Interruptores del circuito contra falla a tierra. Los contactos protegidos con interruptor del circuito contra falla a tierra se deben suministrar cuando se hacen reemplazos en las salidas de contactos para las cuales se exige esta protección en otras partes de esta NOM.

Excepción: Cuando el reemplazo del tipo de contacto no sea factible, como por ejemplo donde el tamaño de la caja de salida no permita la instalación del contacto GFCI, debe permitirse que el contacto sea reemplazado con un nuevo contacto del tipo existente, donde se brinde protección GFCI y el contacto esté marcado con la inscripción: "Protegido con GFCI" y "sin puesta a tierra del equipo", de acuerdo con lo establecido en las secciones 406-4(d)(2) (a), (b) o (c).

4) Protección con interruptor de circuito por falla de arco. Cuando una salida de contacto es localizada en cualquiera de las áreas especificadas en 210-12(a) o (b), el contacto para reemplazo en esta salida puede ser uno de los siguientes:

(1) Un contacto de salida aprobada en un circuito derivado con un interruptor de circuito por falla de arco.

(2) Un contacto protegido por un contacto de salida aprobada en un circuito derivado con un interruptor de circuito por falla de arco.

(3) Un contacto protegido por una combinación aprobada de un interruptor de circuito por falla de arco tipo interruptor automático.

Excepción 1: No se requerirá protección con interruptor de circuito de falla de arco cuando se apliquen todas las condiciones siguientes:

(1) El reemplazo cumple con 406-4(d)(2)(b).

(2) No es práctico proporcionar un conductor de puesta a tierra del equipo como lo provee 250-130(c).

(3) No está disponible comercialmente una combinación aprobada un interruptor automático del tipo interruptor de circuito con fallo de arco.

(4) Los contactos de doble función GFCI / AFCI no están disponibles comercialmente.

Excepción 2: Sección 210-12(b), Excepción no se aplicará a la sustitución de contactos.

5) **Contactos resistentes a la manipulación.** Se pueden suministrar contactos resistentes a la manipulación cuando los reemplazos se hagan en las salidas del contacto que en otra parte de esta NOM se permite sean resistentes a la manipulación. Excepto cuando un contacto que no sea de puesta a tierra sea reemplazado por otro contacto que no sea de puesta a tierra.

6) **Contactos resistentes a la intemperie.** Se deben suministrar contactos resistentes a la intemperie cuando los reemplazos se hagan en las salidas del contacto que se exige sean protegidos de esta forma en otra parte de esta NOM.

e) Equipo conectado con cordón y clavija. La instalación de contactos del tipo de puesta a tierra no se debe utilizar como requisito de que todo equipo conectado con cordón y clavija debe ser del tipo puesto a tierra.

NOTA: Véase 250-114 con respecto a los tipos de equipos conectados con cordón y clavija que se deben poner a tierra.

f) Tipos no intercambiables. Los contactos conectados a circuitos que tienen diferentes tensiones, frecuencias o tipos de corriente (alterna o continua) en las mismas instalaciones deben tener un diseño tal que las clavijas de conexión utilizadas en estos circuitos no sean intercambiables.

406-5. Montaje del contacto. Los contactos se deben montar en cajas o ensambles diseñados para tal propósito, las cajas o ensambles deben estar fijos firmemente en su lugar, a menos que se permita algo diferente en otras partes de esta NOM.

a) Cajas sumidas. Los contactos montados en cajas que están sumidas con respecto a la superficie terminada, tal como se permite en 314-20, se deben instalar de manera tal que el chasis o yugo de montaje del contacto se sostenga rígidamente en la superficie terminada.

b) Cajas empotradas. Los contactos montados en cajas empotradas que están a nivel con la superficie terminada o que sobresalen de ella se deben instalar de manera tal que el chasis o yugo de montaje del contacto se sostenga rígidamente contra la caja o la tapa de la caja.

c) Contactos montados sobre tapas. Los contactos que están montados en una tapa y que están sostenidos por ella se deben sostener rígidamente contra la tapa por más de un tornillo o debe ser un dispositivo ensamblado o cubierta de la caja aprobado e identificada para su fijación mediante un solo tornillo.

d) Posición de las partes frontales de los contactos. Después de la instalación, las partes frontales de los contactos deben estar a nivel con o sobresalir desde las placas frontales de material aislante, y deben sobresalir un mínimo de 0.40 milímetros desde las placas frontales metálicas.

Excepción: Se permitirán conjuntos o ensambles aprobados que incorporan contactos y placas frontales no metálicas que cubren la parte frontal del contacto, cuando la placa no se puede instalar en ningún otro contacto.

e) Contactos en cubiertas. Los ensambles de contactos para instalación en cubiertas deben ser aprobados para aplicaciones en cubiertas. Donde se requieran ensambles de contactos para aplicaciones en cubiertas, a fin de brindar protección con interruptores de circuito por falla a tierra para las personas, conforme a lo establecido en la sección 210-8, debe permitirse que dichos ensambles estén aprobados como ensambles de contactos GFCI para aplicaciones en cubiertas.

f) Contactos en superficies de trabajo. Los ensambles de contactos y los ensambles de contactos GFCI para aplicaciones de superficies de trabajo o cubiertas deben ser instalados en superficies de trabajo.

g) Orientación del contacto. Los contactos no se deben instalar con la placa frontal hacia arriba sobre o en las superficies de la cubierta o en las superficies de trabajo, a menos que estén aprobadas para aplicaciones en la cubierta o en la superficie de trabajo.

h) Contactos en áreas de asiento y otras superficies similares. En áreas de asientos o superficies similares, no deben instalarse contactos en posición de frente hacia arriba, excepto que el contacto sea alguno de los siguientes:

- (1) Parte de un ensamble aprobado como una unidad de distribución de energía en muebles.
- (2) Parte de un ensamble adecuado para mobiliarios domésticos o para mobiliarios comerciales.
- (3) Adecuado ya sea como ensamble de contactos para aplicaciones en cubiertas o como ensamble de contactos GFCI para aplicaciones en cubiertas.
- (4) Instalado en una caja de piso adecuada.

i) Terminales expuestos. Los contactos deben estar encerrados de manera tal que las terminales energizadas del alambrado no queden expuestas al contacto.

j) Tensión entre dispositivos adyacentes. Un contacto no se debe agrupar ni reunir en envoltente con otros desconectores de acción rápida, contactos o dispositivos similares, a menos que estén organizados de forma que la tensión entre los dispositivos adyacentes no exceda los 300 volts, o a menos que se instalen en envoltentes equipados con barreras, instaladas de forma segura entre los dispositivos adyacentes.

406-6. Placas frontales (tapas) de los contactos. Las placas frontales de los contactos se deben instalar de manera que cubran totalmente la abertura y se asienten contra la superficie de montaje.

Las placas frontales de los contactos montados dentro de una caja que tienen un contacto montado-empotrado deben cerrar efectivamente la abertura y asentarse contra la superficie de montaje.

a) Espesor de las placas frontales metálicas. Las placas frontales metálicas deben tener una resistencia y rigidez para el uso previsto.

b) Puesta a tierra. Las placas frontales metálicas deben estar puestas a tierra.

c) Placas frontales de material aislante. Las placas frontales de material aislante deben ser de material resistente a la propagación de la flama y de cuando menos 2.54 mm de espesor, pero se permitirán espesores menores de 2.54 mm cuando estén formadas o reforzadas para un esfuerzo mecánico adecuado.

d) Placa Frontal del contacto con luz nocturna integral y/o cargador USB. Una placa de cubierta de tipo empotrar que proporcione adicionalmente una luz nocturna y/o conector (es) de salida de la Clase 2 se aprobará y construirá de modo que la luz nocturna y/o los circuitos de la Clase 2 formen parte integrante de la placa de cubierta del dispositivo.

406-7. Clavijas de conexión, conectores de cordón y dispositivos superficiales con brida. Todas las clavijas de conexión, los conectores de cordón y los dispositivos superficiales con brida (entradas y salidas) deben estar marcados con el nombre o la identificación del fabricante y con los valores nominales de corriente y tensión.

a) Construcción de clavijas de conexión y conectores de cordón. Las clavijas de conexión y los conectores de cordón deben estar dispuestos de manera que las partes portadoras de corriente no queden expuestas, excepto las espigas, las cuchillas o los pines de conexión. La cubierta de las terminaciones de cable debe ser una parte esencial para la operación de una clavija de conexión o conector (construcción de frente muerto).

b) Conexión de las clavijas de conexión. Las clavijas de conexión se deben instalar de modo que sus espigas, cuchillas o pines de conexión no estén energizados, a menos que se inserten en un contacto energizado o a conectores de cordón. Ningún contacto se debe instalar de modo que sea necesaria la inserción de una clavija de conexión energizada como su fuente de alimentación.

c) Mecanismos de eyección de la clavija de conexión. Los mecanismos de eyección de la clavija de conexión no deben afectar adversamente el acoplamiento de las cuchillas de la clavija de conexión con los contactos del contacto.

d) Entrada superficial con brida. Una entrada superficial con brida se debe instalar de forma que las espigas, las cuchillas o los pines de conexión no estén energizados, a menos que se inserte en ella un conector de cordón energizado.

406-8. No intercambiables. Los contactos, conectores de cordón y clavijas de conexión se deben construir de manera tal que ni el contacto ni los conectores de cordón acepten una clavija de conexión con valor nominal de corriente y de tensión diferentes de aquellos para los cuales se proyectó el dispositivo. Sin embargo, se permitirá que un contacto de 20 amperes con ranura en T o un conector de cordón acepten una clavija de conexión de 15 amperes con la misma tensión nominal. Los contactos y conectores del tipo de no puesta a tierra no deben aceptar clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra.

406-9. Contactos en lugares húmedos o mojados.

a) Lugares húmedos. Un contacto instalado en una zona exterior, en un lugar protegido de la intemperie o en otros lugares húmedos, debe tener un envolvente que sea a prueba de intemperie cuando el contacto está cubierto (la clavija de conexión sin introducir y las cubiertas del contacto cerradas). Una instalación adecuada para lugares mojados también se debe considerar adecuada para lugares húmedos.

Se debe considerar que un contacto está en un lugar protegido de la intemperie cuando está debajo de porches abiertos con techo, techos ornamentales, marquesinas o similares, y no está sometido al azote de la lluvia ni a corrientes de agua. Todos los contactos de 15 y 20 amperes, 120 y 250 volts sin bloqueo deben ser del tipo resistente a la intemperie certificados.

b) Lugares mojados.

1) Contactos de 15 y 20 amperes en lugares mojados. Los contactos de 15 y 20 amperes, 120 y 250 volts instalados en un lugar mojado deben tener un envolvente que sea a prueba de intemperie independientemente que esté insertada o no la clavija de conexión. Una cubierta de caja de salida instalada para este propósito se debe identificar como "trabajo pesado". Otros productos, gabinetes o ensamblajes que proveen protección contra la intemperie que no utilizan una cubierta para la caja de salida no necesitan ser marcados como "trabajo pesado".

Todos los contactos de 15 y 20 amperes, 120 y 250 volts sin bloqueo deben ser del tipo resistente a la intemperie.

Excepción: Se permitirá que los contactos de 15 y 20 amperes, de 120 hasta 250 volts, instalados en un lugar mojado y sometidos a lavado rutinario con aspersión de alta presión, tengan un envolvente que sea a prueba de intemperie cuando la clavija de conexión sea retirada.

2) Otros contactos. Todos los otros contactos instalados en un lugar mojado deben cumplir con (a) o (b) siguientes:

a. Un contacto instalado en un lugar mojado, cuando el producto previsto a conectarse a él estará desatendido mientras está en uso, debe tener un envolvente que sea a prueba de intemperie cuando la clavija de conexión esté introducida y cuando se retire.

b. Un contacto instalado en un lugar mojado donde el producto previsto a conectarse a él estará atendido mientras está en uso (por ejemplo, herramientas portátiles) debe tener un envolvente que sea a prueba de intemperie cuando se retira la clavija de conexión.

c) Espacio de la ducha y la tina. Los contactos no se deben instalar ni dentro ni directamente por encima del compartimiento de la ducha o de la tina.

d) Protección para los contactos en el piso. Los tubos de soporte de los contactos en el piso deben permitir que el equipo de limpieza para el piso funcione sin producir daños a los contactos.

e) Montaje a nivel con placa frontal. El envolvente para un contacto instalado en una caja de salida montada a nivel en una superficie terminada, debe ser a prueba de intemperie por medio de un ensamble de placa frontal a prueba de intemperie que proporcione una conexión hermética entre la placa y la superficie terminada.

406-10. Contactos, adaptadores, conectores de cordón y clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra.

a) Polos de puesta a tierra. Los contactos, conectores de cordón y clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra, se deben suministrar con un polo fijo de puesta a tierra además de los polos del circuito. Se permitirá que el polo de contacto de puesta a tierra de los interruptores del circuito contra falla a tierra enchufables sea de tipo móvil y de reposición automática en circuitos que funcionan a tensiones no mayores a 150 volts entre cualquier par de conductores o entre cualquier conductor y la tierra.

b) Identificación del polo de puesta a tierra. Los contactos, adaptadores, conectores de cordón y clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra deben tener medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos con el polo de puesta a tierra.

Una terminal para la conexión con el polo de puesta a tierra debe estar indicada mediante uno de los siguientes métodos:

- (1) Una terminal de tornillo con cabeza de color verde, no fácilmente removible.
- (2) Un conector (un cilindro de presión) de alambre a presión, de color verde.
- (3) Un dispositivo similar de conexión de color verde, en el caso de los adaptadores. La terminal de puesta a tierra de un adaptador de puesta a tierra debe ser una zapata, lengüeta o dispositivo similar rígido de color verde. La conexión de puesta a tierra del equipo debe estar diseñada de forma que no pueda hacer contacto con las partes portadoras de corriente del contacto, el adaptador o la clavija de conexión. El adaptador debe ser polarizado.
- (4) Si la terminal para el conductor de puesta a tierra del equipo no es visible, el orificio de entrada del conductor se debe marcar con la palabra verde o tierra, las letras T, G o GR, un símbolo de puesta a tierra o con otra identificación con un color verde distintivo. Si la terminal para el conductor de puesta a tierra de equipos se puede remover con facilidad, el área adyacente al terminal se debe marcar de manera similar.



NOTA: Figura 406-10(b)(4) ejemplo de símbolo utilizado para identificar el punto de terminación de un conductor de puesta a tierra de equipos.

c) Uso de la terminal de puesta a tierra. Un terminal de puesta a tierra no se debe utilizar para propósitos diferentes a la puesta a tierra.

d) Requisitos del polo de puesta a tierra. Las clavijas de conexión, los conectores de acoplamiento de cordón y los contactos del tipo de puesta a tierra deben tener un diseño que permita que la conexión de puesta a tierra del equipo se haga antes de las conexiones portadoras de corriente. Los dispositivos del tipo de puesta a tierra deben tener un diseño tal que los polos de puesta a tierra de las clavijas de conexión no puedan hacer contacto con las partes portadoras de corriente de los contactos o de los conectores de cordón.

e) Uso. Las clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra se deben utilizar únicamente con un cordón que tenga un conductor de puesta a tierra de equipos.

NOTA: Véase 250-126 con respecto a la identificación de las terminales del conductor de puesta a tierra.

406-11. Conexión de la terminal de puesta a tierra del contacto a la caja. La conexión de la terminal de puesta a tierra del contacto debe cumplir lo que se especifica en 250-146.

406-12. Contactos resistentes a la manipulación. Los contactos resistentes a la manipulación deben instalarse de acuerdo con lo siguiente:

Todos los contactos sin candado de 15 y 20 amperes, de 125 y 250 volts en las áreas especificadas en (1) a (7) siguientes deben ser identificados como contactos resistentes a la manipulación.

- (1) Unidades de vivienda en todas las áreas especificadas en 210-52 y 550-13
- (2) Habitaciones y suites de huéspedes de hoteles y moteles
- (3) Servicios de guardería
- (4) Escuelas de preescolar y educación básica
- (5) Oficinas de negocios, corredores, salas de espera y similares en clínicas, consultorios médicos y dentales y centros de consulta externa
- (6) Subconjunto de ocupaciones de montaje descrito en 518-2 para incluir lugares de transporte en espera, gimnasios, pistas de patinaje y auditorios
- (7) Dormitorios

Excepción a (1), (2), (3), (4), (5), (6) y (7): No se requerirá que sean resistentes a la manipulación los contactos ubicados en los siguientes lugares:

- (1) Contactos localizados a más de 1.7 m sobre el suelo.
- (2) Contactos que sean parte de una luminaria o aparato.

(3) Un contacto individual o un contacto doble para dos aparatos localizado dentro del espacio dedicado para cada aparato que, en uso normal, no es movido fácilmente de un lugar a otro y que se conecta con cordón y clavija de acuerdo con la sección 400-10(a)(6), (a)(7) o (a)(8).

(4) Contactos sin puesta a tierra usados para reemplazos, como lo permite la sección 406-4(d)(2)(a).

ARTÍCULO 408

TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, TABLEROS DE POTENCIA Y TABLEROS DE ALUMBRADO Y CONTROL

Parte A. Generalidades

408-1. Alcance. Este Artículo trata sobre los tableros de distribución, tableros de potencia y tableros de alumbrado y control. No aplica para los equipos que operan a más de 1000 volts, excepto si se hace referencia específicamente en otra parte de esta NOM.

408-2. Otros Artículos. Los desconectadores, interruptores automáticos y dispositivos de protección contra sobrecorriente utilizados en tableros de distribución, tableros de potencia, tableros de alumbrado y control y sus envolventes, deben cumplir con este Artículo y también con los requisitos de los Artículos 240, 250, 312, 404 y otros Artículos que se aplican. Los tableros de distribución, tableros de potencia y los tableros de alumbrado y control en lugares (clasificados) peligrosos deben cumplir con las disposiciones aplicables de los Artículos 500 hasta 517.

408-3. Soporte y disposición de las barras colectoras y de los conductores.

a) Conductores y barras colectoras en un tablero de distribución, tablero de potencia o un tablero de alumbrado y control. Los conductores y barras colectoras en un tablero de distribución, tablero de potencia o un panel de alumbrado y control deben cumplir con las disposiciones de 408-3(a)(1), (a)(2) y (a)(3), según corresponda.

1) Ubicación. Los conductores y barras colectoras se deben ubicar de manera que estén libres de daño físico y se deben sostener firmemente en su lugar.

2) Tableros de distribución, tableros de potencia y tableros de alumbrado y control. Se deben colocar barreras en todos los tableros de distribución, tableros de potencia y tableros de alumbrado y control de manera que ninguna barra colectora o terminal no aisladas y no puestas a tierra de acometida, queden expuestas al contacto involuntario por parte de las personas.

Excepción: Este requisito no se aplicará a los tableros de distribución con disposiciones para más de una desconexión de servicio dentro de un solo envoltorio como se permite en 408-36, Excepciones 1, 2 y 3.

3) En la misma sección vertical. Únicamente aquellos conductores que están proyectados para terminar en una sección vertical del tablero de distribución o tablero de potencia con envoltorio metálico, diferentes de las interconexiones exigidas y al alumbrado de control, deben estar localizados en esa sección.

Excepción: Se permitirá que los conductores pasen horizontalmente a través de las secciones verticales de los tableros de distribución y tableros de potencia cuando dichos conductores están aislados de las barras colectoras mediante una barrera.

b) Efectos inductivos y de sobrecalentamiento. La disposición de las barras colectoras y los conductores debe ser tal que se evite el sobrecalentamiento debido a los efectos inductivos.

c) Utilizados como equipos de acometida. Cada tablero de distribución, tablero de potencia o tablero de alumbrado y control, si se utiliza como equipo de acometida, debe tener un puente de unión principal dimensionado de acuerdo con 250-28(d) o equivalente, colocado dentro del tablero de alumbrado y control o en una de las secciones del tablero de distribución o tablero de potencia para la conexión del conductor puesto a tierra de acometida en su lado de alimentación a la estructura del tablero de distribución, tablero de potencia o tablero de alumbrado y control. Todas las secciones de un tablero de distribución o tablero de potencia deben estar unidas utilizando un puente de unión de equipos o un puente de unión del lado de la fuente dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122 o con la Tabla 250-102(c)(1), según corresponda.

Excepción: No se exigirá que tengan un puente de unión principal los tableros de distribución, tableros de potencia y tableros de alumbrado y control utilizados como equipo de acometida en sistemas con neutro puesto a tierra con alta impedancia, de acuerdo con 250-36.

d) Terminales. En los tableros de distribución, tablero de potencia y tableros de alumbrado y control, las terminales de carga para el alumbrado en campo, incluyendo las terminales de carga del conductor puesto a tierra del circuito y las conexiones a la barra del conductor de puesta a tierra de equipos para los conductores de puesta a tierra de equipos de la carga, se deben localizar de manera que no sea necesario extenderse a través o más allá de una barra conductora no aislada y no puesta a tierra con el fin de hacer las conexiones.

e) Disposición de barras colectoras

1) Disposición de las fases en corriente alterna. La disposición de las fases de corriente alterna en las barras conductoras trifásicas debe ser A, B, C desde el frente hacia atrás, desde arriba hacia abajo o de izquierda a derecha, visto desde el frente del tablero de distribución, tablero de potencia o tablero de alumbrado y control. La fase B debe ser aquella que tenga la tensión más alta a tierra en sistemas trifásicos, 4 hilos conectados en delta. Se permitirán otras disposiciones de las barras colectoras para adiciones a las instalaciones existentes y deben estar marcadas.

Excepción: Se permitirá que el equipo dentro del mismo tablero de distribución, tablero de potencia o tablero de alumbrado y control de una sola sección o de múltiples secciones, como el medidor en sistemas trifásicos, 4 hilos, conectados en delta tengan la misma configuración de fase que el equipo de medición.

NOTA: Ver 110-15 para los requisitos de marcado de la barra colectora o del conductor de fase que tenga la tensión más alta a tierra, donde se alimenta de un sistema 4 hilos conexión delta.

2) Disposición de barras colectoras de corriente continua. Se permite que las barras colectoras de corriente continua, no puestas a tierra, estén dispuestas en cualquier orden. La disposición de las barras colectoras de corriente continua debe ser marcada en campo respecto de la polaridad, sistema de puesta a tierra y tensión nominal.

f) Identificación del tablero de distribución, tablero de potencia y tablero de alumbrado y control. Una(s) etiqueta(s) o letrero(s) de precaución previstas de acuerdo con 408-3(f)(1) hasta (f)(5) deben cumplir con 110-21(b)

1) Identificación de fase alta. Un tablero de distribución, tablero de potencia o panel de alumbrado y control que contenga un sistema de 4 hilos, conectado en delta en donde el punto medio de un devanado de fase esté puesto a tierra, debe ser marcado en campo legible y permanentemente de la siguiente manera:

“Precaución __ fase de __ volts a tierra”

2) Sistemas de corriente alterna no puestos a tierra. Un tablero de distribución, tablero de potencia o tablero de alumbrado y control que contenga un sistema eléctrico de corriente alterna no puesto a tierra como lo permite 250-21 debe ser marcado en campo legible y permanentemente de la siguiente manera:

“Precaución sistema no puesto a tierra que opera a - _____ volts entre conductores”.

3) Sistemas de corriente alterna con neutro puesto a tierra con alta impedancia. Un tablero de distribución, tablero de potencia o tablero de alumbrado y control que contenga un sistema de corriente alterna con neutro puesto a tierra con alta impedancia, de acuerdo con lo establecido en la sección 250-36 debe ser marcado en campo de manera legible y permanente, de la siguiente manera:

PRECAUCIÓN: SISTEMA DE CORRIENTE ALTERNA CON NEUTRO PUESTO A TIERRA CON ALTA IMPEDANCIA FUNCIONANDO A _____ VOLTS ENTRE CONDUCTORES Y PUEDE FUNCIONAR A _____ VOLTS A TIERRA DURANTE PERÍODOS INDEFINIDOS EN CONDICIONES DE FALLA

4) Sistemas de corriente continua no puestos a tierra. Un tablero de distribución, tablero de potencia o panel de a que contenga un sistema eléctrico de corriente continua no puesto a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 250-169 debe ser marcado en campo de manera legible y permanente, de la siguiente manera:

PRECAUCIÓN: SISTEMA DE CORRIENTE CONTINUA NO PUESTO A TIERRA FUNCIONANDO A _____ VOLTS ENTRE CONDUCTORES

5) Sistemas de corriente continua con puesta a tierra resistiva. Un tablero de distribución, tablero de potencia o tablero de alumbrado y control que contenga una conexión resistiva entre conductores portadores de corriente y el sistema de puesta a tierra para estabilizar la tensión a tierra debe ser marcado en campo de manera legible y permanentemente, de la siguiente manera:

PRECAUCIÓN: SISTEMA DE CORRIENTE CONTINUA FUNCIONANDO A _____ VOLTS ENTRE CONDUCTORES Y PUEDE FUNCIONAR A _____ VOLTS A TIERRA DURANTE PERÍODOS INDEFINIDOS EN CONDICIONES DE FALLA

g) Espacio mínimo de curvatura de los conductores. El espacio mínimo de curvatura en las terminales de los conductores y el espacio mínimo en la canal en tableros de distribución, tablero de potencia y tableros de alumbrado y control deben ser tal como se exige en 312-6.

408-4. Identificación de campo requerido

a) Directorio del circuito o identificación del circuito. Cada circuito y modificación del circuito se debe identificar de forma legible con su propósito o uso específico, evidente y claro. La identificación debe incluir detalles suficientes que permitan que cada circuito se diferencie de los otros. Las posiciones de reserva que contienen dispositivos de protección contra sobrecorriente o interruptores sin utilizar se deben describir según corresponda. La identificación se debe incluir en un directorio del circuito que se localiza en la parte frontal o interior de la puerta del tablero en el caso de un panel de alumbrado y control y en cada desconectador o interruptor automático en un tablero de distribución. Ningún circuito se debe describir en una manera que dependa de condiciones provisionales de ocupación.

b) Fuente de alimentación. Todos los tableros de distribución, tablero de potencia y tableros de alumbrado y control alimentados por uno o más alimentadores en viviendas diferentes a las unifamiliares o bifamiliares se deben marcar para indicar el dispositivo o equipo donde se origina la fuente de alimentación. La etiqueta deberá estar fijada permanentemente de forma que resista las inclemencias del tiempo, y no se permite la escritura manual.

408-5. Distancia para el conductor que entra en el envoltente de la barra conductora. Cuando los tubos conduit u otras canalizaciones entran por abajo de un tablero de distribución, tablero de potencia, un tablero de alumbrado y control autosoportado o un envoltente similar, debe haber espacio suficiente que permita la instalación de los conductores en el envoltente. El espacio del cableado no debe ser menor al que se indica en la Tabla 408-5 en donde el tubo conduit o la canalización entra o sale del envoltente por debajo de las barras colectoras, sus soportes u otras obstrucciones. El tubo conduit o la canalización, incluyendo sus accesorios terminales, no se deben elevar a más de 7.50 centímetros por encima de la base del envoltente.

Tabla 408-5.- Espacio mínimo para los conductores que entran en los envoltentes de las barras conductoras.

Conductor	Espacio mínimo entre la base del envoltente y las barras conductoras, sus soportes u otros obstáculos milímetros
Barras colectoras aisladas, sus soportes u otros obstáculos	200
Barras colectoras no aisladas	250

408-7. Aberturas sin utilizar. Las aberturas sin utilizar para interruptores automáticos y desconectadores se deben cerrar utilizando tapas de cierre identificadas u otros medios aprobados que proporcionen protección significativamente equivalente a la pared del envoltente.

Parte B. Tableros de distribución y tableros de potencia con envoltente metálico

408-16. Tableros de distribución y tableros de potencia en lugares húmedos o mojados. Los tableros de distribución y tableros de potencia en lugares húmedos o mojados se deben instalar de acuerdo con 312-2.

408-17. Ubicación con respecto a material fácilmente inflamable. Los tableros de distribución y los tableros de potencia se deben colocar de manera que se reduzca al mínimo la probabilidad del paso del fuego hasta materiales combustibles adyacentes. Cuando se instalan sobre pisos combustibles, se debe suministrar una protección adecuada.

408-18. Separaciones.

a) Desde el plafón. Para tableros de distribución o tableros de potencia que no estén totalmente encerrados, debe existir un espacio no menor a 90 centímetros entre la parte superior del tablero de distribución o tablero de potencia y cualquier techo combustible, a menos que se proporcione una barrera no combustible entre el tablero de distribución o tableros de potencia y el techo.

b) Alrededor de los tableros de distribución. Los espacios alrededor de los tableros de distribución deben cumplir con las disposiciones de 110-26.

408-19. Aislamiento del conductor. Un conductor con aislamiento que se utilice dentro de un tablero de distribución o tablero de potencia debe estar aprobado, debe ser resistente a la propagación de la flama y tener un valor nominal no menor a la tensión que se le aplica y no menor a la tensión que se aplica a otros conductores o barras colectoras con las cuales pueda entrar en contacto.

408-20. Ubicación de los tableros de distribución y los tableros de potencia con envolvente metálico. Los tableros de distribución y los tableros de potencia que tengan cualquier parte viva expuesta se deben localizar en lugares permanentemente secos y únicamente en donde estén bajo supervisión de personal competente y sean accesibles únicamente a personas calificadas. Los tableros de distribución y los tableros de potencia se deben ubicar de modo tal que la probabilidad de daño debido al equipo o los procesos se reduzca al mínimo.

408-22. Puesta a tierra de instrumentos, relevadores, medidores y transformadores para instrumentos en los tableros de distribución y los tableros de potencia con envolvente metálico. Los instrumentos, relevadores, medidores y transformadores para instrumentos localizados en los tableros de distribución y los tableros de potencia deben estar puestos a tierra tal como se especifica en 250-170 hasta 250-178.

Parte C. Tableros de alumbrado y control

408-30. Generalidades. Todos los tableros de alumbrado y control deben tener un valor nominal que no sea menor a la capacidad mínima del alimentador que se exige para la carga calculada de acuerdo con las Partes C, D y E del Artículo 220, según se aplique.

408-36. Protección contra sobrecorriente. Además de los requisitos de 408-30, un tablero de alumbrado y control debe estar protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente que tenga un valor nominal no mayor que la del tablero de alumbrado y control. Este dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe ubicar dentro o en cualquier punto en el lado de alimentación del tablero de alumbrado y control.

Excepción 1: No se exigirá protección individual para un tablero de alumbrado y control utilizado como equipo de acometida con medios de desconexión múltiples, de acuerdo con 230-71. En tableros de alumbrado y control protegidos por tres o más interruptores automáticos principales o por conjuntos de fusibles, estos interruptores automáticos o conjuntos de fusibles no deben alimentar a una segunda estructura de barra conductora dentro del mismo ensamble del tablero de alumbrado y control.

Excepción 2: No se exigirá protección individual para un tablero de alumbrado y control protegido en su lado de alimentación por dos interruptores automáticos principales o dos conjuntos de fusibles que tengan un valor nominal combinado no mayor que el del tablero de alumbrado y control. Un tablero de alumbrado y control construido o alumbrado según esta excepción no debe contener más de 42 dispositivos de protección contra sobrecorriente. Con el fin de determinar la cantidad máxima de 42 dispositivos de protección contra sobrecorriente, un interruptor automático de 2 polos o de 3 polos se debe considerar como dos o tres dispositivos de protección contra sobrecorriente respectivamente.

Excepción 3: Para tableros de alumbrado y control existentes, no se exigirá protección individual para un tablero de alumbrado y control utilizado como equipo de acometida para una vivienda individual.

a) Interruptores de acción rápida con valor nominal de 30 amperes o menos. Los tableros de alumbrado y control equipados con interruptores de acción rápida con valor nominal de 30 amperes o menos deben tener protección contra sobrecorriente de 200 amperes o menos.

b) Alimentado a través de un transformador. Cuando un tablero de alumbrado y control es alimentado a través de un transformador, la protección contra sobrecorriente que se exige en 408-36 se debe localizar en el lado secundario del transformador.

Excepción: Un tablero de alumbrado y control alimentado por el lado secundario de un transformador se debe considerar como protegido contra sobrecorriente por la protección suministrada en el lado primario del transformador, cuando dicha protección está de acuerdo con lo indicado en 240-21(c)(1).

c) Interruptores automáticos delta. Un desconectador trifásico o un dispositivo de protección contra sobrecorriente no se deben conectar a la barra conductora de ningún tablero de alumbrado y control que tenga barras conductoras con menos de tres fases. Los interruptores automáticos delta no se deben instalar en tableros de alumbrado y control.

d) Dispositivos de alimentación posterior. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de tipo enchufable o los ensambles principales de lengüeta tipo enchufable que son alimentados por la parte posterior y que se usan para la terminación de los conductores de alimentación de fase instalados en campo, se deben asegurar en su lugar con un sujetador adicional que necesite de un mecanismo diferente al jalado para liberar el dispositivo del medio de montaje en el tablero.

408-37. Tableros de alumbrado y control en lugares húmedos o mojados. Los tableros de alumbrado y control en lugares húmedos o mojados se deben instalar según 312-2.

408-38. Envolventes. Los tableros de alumbrado y control se deben montar en gabinetes, cajas de corte o envolventes diseñados para tal propósito y deben ser de frente muerto.

Excepción: Se permitirán tableros de alumbrado y control que no sean de frente muerto, del tipo de operación desde el exterior, cuando sean accesibles únicamente a personas calificadas.

408-39. Disposición relativa de interruptores y fusibles. En los tableros de alumbrado y control, los fusibles de cualquier tipo se deben instalar en el lado de carga de cualquier interruptor.

Excepción: Se permitirá que los fusibles instalados como parte del equipo de acometida, de acuerdo con las disposiciones de 230-94 estén en el lado de la línea del interruptor de acometida.

408-40. Puesta a tierra de los tableros de alumbrado y control. Los gabinetes y las estructuras de los tableros de alumbrado y control, si son de metal, deben estar en contacto físico entre sí y se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos. Cuando el tablero de alumbrado y control se usa con una canalización no metálica o cable, o cuando se suministran conductores independientes de puesta a tierra de equipos, una barra terminal para los conductores de puesta a tierra de equipos se debe fijar dentro del gabinete. La barra terminal se debe unir al gabinete y a la estructura del tablero de alumbrado y control, si son de metal; de otro modo, se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos que está tendido con los conductores que alimentan al tablero de alumbrado y control.

Excepción: Cuando se instala un conductor aislado de puesta a tierra de equipos, según lo permitido por 250-146(d), se permitirá que el conductor aislado de puesta a tierra de equipos que está tendido con los conductores del circuito pase a través del tablero de alumbrado y control sin que se conecte a la barra terminal de puesta a tierra de equipos del tablero de alumbrado y control.

Los conductores de puesta a tierra de equipos no se deben conectar a la barra terminal para conductores puestos a tierra o conductores del neutro, a menos que la barra esté identificada para ese propósito y se encuentre localizada donde la interconexión entre los conductores de puesta a tierra de equipos y los conductores puestos a tierra del circuito está permitida o requerida en el Artículo 250.

408-41. Terminaciones del conductor puesto a tierra. Cada conductor puesto a tierra debe terminar dentro del tablero de alumbrado y control en un terminal individual que no sea utilizado también para otro conductor.

Excepción: Se permitirá que los conductores puestos a tierra de los circuitos con conductores en paralelo terminen en una sola terminal, si la terminal está identificada para conexión de más de un conductor.

Parte D. Especificaciones de construcción

408-50. Paneles. Los paneles de los tableros de distribución y tableros de potencia deben estar hechos con material no combustible y resistente a la humedad.

408-51. Barras colectoras. Las barras colectoras aisladas o desnudas deben estar rígidamente montadas.

408-52. Protección de los circuitos de instrumentos. Los instrumentos, luces piloto, transformadores de potencial y otros dispositivos de los tableros de distribución y los tableros de potencia con bobinas de potencial se deben alimentar por un circuito que esté protegido con dispositivos normales de protección contra sobrecorriente con valor nominal de 15 amperes o menos.

Excepción 1: Se permitirán dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal mayor que 15 amperes cuando la interrupción del circuito pueda crear un peligro. Se debe suministrar protección contra cortocircuito.

Excepción 2: Para valores nominales de 2 amperes o menos, se permitirán tipos especiales de fusibles encerrados.

408-53. Requisitos de los componentes. Los desconectadores, fusibles y portafusibles usados en los tableros de alumbrado y control deben cumplir con los requisitos aplicables de los Artículos 240 y 404.

408-54. Cantidad máxima de dispositivos de protección contra sobrecorriente. Un tablero de alumbrado y control debe tener los medios físicos para evitar que se instalen más dispositivos de protección contra sobrecorriente que aquellos para los cuales se diseñó.

Para los propósitos de esta sección, un interruptor automático o un desconectador con fusible de 2 polos se debe considerar como dos dispositivos de protección contra sobrecorriente; un interruptor automático o un desconectador con fusible de tres polos se debe considerar como tres dispositivos de protección contra sobrecorriente.

408-55. Espacio de curvatura del alambre dentro de un envolvente que contiene un tablero de alumbrado y control.

a) Espacio para doblez de cables en la parte superior y en la base. El envolvente para un tablero de alumbrado y control debe tener espacio para la curvatura del alambre en la parte superior y en la base con dimensiones que estén de acuerdo con la Tabla 312-6 (b) para el conductor más grande que entra o sale del envolvente.

Excepción 1: Se permitirá que el espacio de curvatura del alambre bien sea el superior o el de la base, tenga dimensiones de acuerdo con la Tabla 312-6(a) para un tablero de alumbrado y control con valor nominal de 225 amperes o menos y diseñado para contener no más de 42 dispositivos de protección contra sobrecorriente. Para los propósitos de esta excepción, un interruptor automático de 2 polos o de 3 polos se debe considerar como dos o tres dispositivos de protección contra sobrecorriente respectivamente.

Excepción 2: Se permitirá que el espacio para el doblez de los cables bien sea el superior o el de la base, para cualquier tablero de distribución tenga dimensiones de acuerdo con la Tabla 312-6(a) cuando el espacio para la curvatura del alambre por lo menos de un lado tiene dimensiones de acuerdo con la Tabla 312-6 (b) para el conductor más grande que va a terminar en cualquier espacio lateral de curvatura del cable.

Excepción 3: Se permitirá que los espacios superior y el de la base para la curvatura del conductor tengan dimensiones de acuerdo con las separaciones de la Tabla 312-6(a) si el tablero de alumbrado y control está diseñado y construido para alumbrado que utiliza únicamente una sola curva de 90 grados para cada conductor, incluyendo el conductor puesto a tierra del circuito, y el diagrama del alumbrado muestra y especifica el método de alumbrado que se deben utilizar.

Excepción 4: Se permitirá que el espacio para el doblez del conductor, bien sea el superior o el de la base, pero no ambos, tengan dimensiones de acuerdo con la Tabla 312-6(a) cuando no hay conductores que terminen en ese espacio.

b) Espacio lateral para doblez de cables. El espacio lateral para el doblez de cables debe cumplir con lo establecido en la Tabla 312-6(a) para el conductor de mayor tamaño que va a terminar en dicho espacio.

c) Espacio posterior para doblez de cables. Donde una entrada para la canalización o cable está en la pared del envolvente, opuesta a una cubierta removible, debe permitirse que la distancia desde esa pared hasta la cubierta cumpla con los requisitos de distancia para un cable por cada terminal, especificada en la Tabla 312-6(a). La distancia entre el centro de la entrada posterior y la terminación más cercana para los conductores entrantes no debe ser menor que la distancia especificada en la Tabla 312-6(b).

408-56. Separaciones mínimas. La distancia entre las partes metálicas desnudas, las barras colectoras, etc. no debe ser menor a la que se especifica en la Tabla 408-56.

Cuando la proximidad no ocasiona calentamiento excesivo, se permitirá que las partes que tengan la misma polaridad en interruptores, fusibles encerrados, etc. estén tan próximas como lo permita una correcta operación.

Excepción: Se permitirá que la distancia sea menor a la que se especifica en la Tabla 408-56 en interruptores automáticos, desconectadores y en componentes aprobados instalados en tableros de distribución y tableros de potencia y tableros de alumbrado y control.

408-58. Marcado del tablero de alumbrado y control. El fabricante debe marcar los tableros de alumbrado y control de forma duradera con valor nominal de corriente y de tensión y el número de fases para la cual están diseñados, así como con el nombre o marca comercial del fabricante de forma que sea visible después de la instalación, sin perturbar las partes internas o el alambrado.

Tabla 408- 56.- Espacio mínimo entre las partes metálicas desnudas

Tensión de corriente alterna o corriente continua	Polaridad inversa cuando se montan en la misma superficie	Polaridad inversa cuando se sostienen libres en el aire	Partes vivas puestas a tierra*
	milímetros		
No más de 120 volts nominales	20	15	15
No más de 250 volts nominales	35	20	15
No más de 1000 volts nominales	55	25	25

* Para la separación entre las partes vivas y las puertas de los gabinetes, ver 312-11(a) (1), (2) y (3).

ARTÍCULO 409**TABLEROS DE CONTROL INDUSTRIAL****Parte A. Generalidades**

409-1. Alcance. Este Artículo trata de los tableros de control industrial proyectados para uso general y que funcionan a 1000 volts o menos.

409-3. Otros Artículos. Además de los requisitos del Artículo 409, los tableros de control industrial que contienen circuitos derivados para cargas o componentes específicos, o que son para el control de tipos específicos de equipos tratados en otros Artículos de esta NOM, se deben construir e instalar de acuerdo con los requisitos aplicables de los Artículos específicos que se indica en la Tabla 409-3.

Tabla 409-3.- Otros Artículos

Equipo/Inmueble	Artículo	Sección
Capacitores		460-8, 460-9
Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada	725	
Circuitos derivados	210	
Elevadores, montaplatos, escaleras, pasillos mecánicos, elevadores de plataforma y elevadores para sillas de ruedas	620	
Equipos de aire acondicionado y de refrigeración	440	
Talleres automotrices, hangares para aeronaves, gasolineras y estaciones de servicio, plantas de almacenamiento a granel, procesos de aplicación por rociado, procesos de inmersión y recubrimiento y lugares de inhalación de gases anestésicos	511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte D	
Grúas y montacargas eléctricos	610	
Lugares peligrosos (clasificados)	500, 501, 502 503, 504, 505	
Luminarias	410	
Maquinaria industrial	670	
Máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente	675	
Motores, circuitos de motores y controladores	430	
Resistencias y reactores	470	
Transformadores	450	

Parte B. Instalación

409-20. Conductor - tamaño y ampacidad mínimos. El tamaño del conductor de alimentación del tablero de control industrial debe tener una ampacidad no menor al 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga de todas las cargas de calefacción por resistencia, más el 125 por ciento de la valor nominal de corriente de plena carga del motor con valor nominal más alto, más la suma de los valores nominales de corriente de plena carga de todos los otros motores y aparatos conectados basados en su ciclo de trabajo que puedan estar en funcionamiento al mismo tiempo

409-21. Protección contra sobrecorriente

a) Generalidades. Los tableros de control industrial se deben suministrar con protección contra sobrecorriente, de acuerdo con las Partes A, B e I del Artículo 240.

b) Ubicación. Esta protección se debe suministrar para cada uno de los circuitos de alimentación que ingresa, mediante cualquiera de los siguientes métodos:

(1) Un dispositivo de protección contra sobrecorriente localizado en el frente del tablero de control industrial.

(2) Un solo dispositivo principal de protección contra sobrecorriente localizado dentro del tablero de control industrial. Cuando la protección contra sobrecorriente se suministra como parte del tablero de control industrial, los conductores de alimentación se deben considerar bien sea como alimentadores o como derivaciones, según se indica en 240-21.

c) Valor nominal. El valor nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el circuito que alimenta al tablero de control industrial no debe ser mayor que la suma del valor nominal o el ajuste más grande del dispositivo de protección contra falla a tierra y de cortocircuito del circuito derivado que se proporciona con el tablero de control industrial, más el 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga de todas las cargas de calefacción por resistencia, más la suma de las corrientes de plena carga de todos los otros motores y aparatos que pueden estar en funcionamiento al mismo tiempo.

Excepción: Cuando uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores contra cortocircuito del motor se utilizan para la protección contra falla a tierra y cortocircuito del circuito derivado, según lo permitido en 430-52(c), el procedimiento especificado anteriormente para determinar el valor nominal máximo del dispositivo de protección para el circuito que alimenta el tablero de control industrial se debe aplicar con la siguiente disposición: para propósitos de cálculo, se debe asumir que cada interruptor automático de disparo instantáneo o cada protector contra cortocircuito del motor tiene un valor nominal que no excede el porcentaje máximo de la corriente de plena carga del motor permitida en la Tabla 430-52 para el tipo de dispositivo de protección del circuito de alimentación del tablero de control que se utiliza.

Cuando no se suministra un dispositivo de protección contra falla a tierra y cortocircuito del circuito derivado con el tablero de control industrial para cargas de motor o la combinación de cargas de motor y cargas que no son motores, el valor nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe basar en 430-52 y 430-53, según se aplique.

409-22. Valor nominal de corriente de cortocircuito.

a) Instalación. Un tablero de control industrial no se debe instalar cuando la corriente de cortocircuito disponible exceda su valor nominal de corriente de corto circuito tal y como está marcado de acuerdo con 409-110(4).

b) Documentación. Si se requiere que un tablero de control industrial sea marcado con una clasificación de corriente de cortocircuito de acuerdo con 409-110 (4), la corriente de cortocircuito disponible en el tablero de control industrial y la fecha en que se realizó el cálculo de la corriente de cortocircuito deberán documentarse y ponerse a disposición de los autorizados para inspeccionar la instalación.

409-30. Medios de desconexión. Los medios de desconexión que alimentan las cargas de motores deben cumplir con lo indicado en la Parte I del Artículo 430.

409-60. Puesta a tierra. Los tableros de control industrial de sección múltiple se deben unir entre sí con un conductor de puesta a tierra de equipos o una barra de puesta a tierra de equipos equivalente dimensionada de acuerdo con la Tabla 250-122. Los conductores de puesta a tierra de equipos se deben conectar a esta barra conductora de puesta a tierra de equipos o a un punto de terminación de puesta a tierra de equipos suministrado en un tablero de control industrial de una sola sección.

Parte C. Especificaciones de construcción

409-100. Envolventes. La Tabla 110-28 se debe utilizar como la base para la selección de los envolventes de los tableros de control industrial para uso en lugares específicos que no sean lugares (clasificados) peligrosos. Los envolventes no están proyectados para proteger contra condiciones tales como condensación, congelamiento, corrosión ni contaminación que se pueden presentar dentro del envoltorio que puedan ingresar a través del tubo conduit o de las aberturas sin sellar.

409-102. Barras colectoras y conductores. Los tableros de control industrial que utilizan barras colectoras deben cumplir con 409-102(a) y (b).

a) Soporte y disposición. Las barras colectoras deben estar protegidas contra el daño físico y se deben sostener firmemente en su lugar.

b) Disposición de las fases. La disposición de las fases en las barras conductoras trifásicas verticales y horizontales de fuerza debe ser A, B, C desde el frente hacia atrás, de arriba hacia abajo, o de izquierda a derecha, visto desde el frente del tablero de control industrial. La fase B debe ser aquella que tenga la tensión más alta a tierra en sistemas de 3 fases, 4 hilos conectados en delta. Se permitirán otras disposiciones de las barras colectoras para adiciones a las instalaciones existentes y las fases deben estar marcadas permanentemente.

409-104. Espacio para el alambrado

a) Generalidades. Los envoltorios de los tableros de control industrial no se deben utilizar como cajas de empalme, canales auxiliares ni canalizaciones para los conductores que se alimentan a través o se derivan de otros interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente u otros equipos, a menos que los conductores ocupen menos del 40 por ciento de la sección transversal del área del espacio del alambrado. Además, los conductores, empalmes y derivaciones no deben ocupar el espacio del alambrado en más del 75 por ciento del área de la sección transversal de dicho espacio.

b) Espacio para la curvatura del alambre. El espacio para la curvatura del alambre dentro de los tableros de control industrial para las terminales del cableado en campo debe cumplir con los requisitos de 430-10 (b).

409-106. Espacios. Los espacios en los circuitos del alimentador entre las partes vivas no aisladas de los componentes adyacentes, entre las partes vivas no aisladas de los componentes y las partes metálicas no portadoras de corriente accesibles o puestas a tierra, entre las partes vivas no aisladas de los componentes y el envoltorio, y en las terminales de alambrado de campo deben ser como se muestran en la Tabla 430-97(d).

Excepción: Se permitirá que los espacios sean menores a los que se especifican en la Tabla 430-97(d) en interruptores automáticos, desconectores y en componentes instalados en los tableros de control industrial.

409-108. Equipo de acometida. Cuando se utiliza como equipo de acometida, cada tablero de control industrial debe ser del tipo adecuado para el uso como equipo de acometida.

Cuando se suministra un conductor puesto a tierra, el tablero de control industrial debe tener un puente de unión principal, dimensionado de acuerdo con 250-28 (d), para conectar el conductor puesto a tierra, en su lado de alimentación, a la barra conductora de puesta a tierra del equipo del tablero de control industrial o a la terminal de puesta a tierra de equipos.

409-110. Marcado. Los tableros de control industrial se deben marcar con la siguiente información que sea totalmente visible después de la instalación:

(1) Nombre del fabricante, marca comercial u otras marcas descriptivas mediante las cuales la organización responsable del producto se pueda identificar.

(2) Tensión de alimentación, número de fases, frecuencia y corriente de plena carga para cada circuito de alimentación que ingresa.

(3) Los tableros de control industrial, alimentados por más de una fuente de energía eléctrica de tal manera que se requiera más de un medio de desconexión para desconectar la energía a todos los circuitos de 50 volts o más dentro del tablero de control, se deben marcar para indicar que se requiere más de un medio de desconexión para desenergizar el equipo. La ubicación de los medios necesarios para desconectar todos los circuitos de 50 volts o más, deberán estar documentados y disponibles.

(4) Valor nominal de corriente de cortocircuito del tablero de control industrial con base en uno de los siguientes métodos:

a. Valor nominal de corriente de cortocircuito de un ensamble aprobado y etiquetado.

b. Valor nominal de corriente de cortocircuito establecida utilizando un método aprobado.

Excepción para (4): No se exige marcar el valor nominal de corriente de cortocircuito para tableros de control industrial que contienen únicamente componentes del circuito de control.

(5) Si el tablero de control industrial está proyectado como equipo de acometida, se debe marcar para identificarlo como adecuado para el uso como equipo de acometida.

(6) Diagrama de cableado eléctrico o el número de identificación de un diagrama del alambrado eléctrico separado, o una denominación referida en un diagrama de alambrado separado.

(7) El número del tipo de envoltorio se debe marcar en el envoltorio del tablero de control industrial.

ARTÍCULO 410**LUMINARIAS, PORTALÁMPARAS Y LÁMPARAS****Parte A. Generalidades**

410-1. Alcance. Este Artículo trata de las luminarias, luminarias portátiles, portalámparas, colgantes, lámparas de filamento incandescente, lámparas de arco, lámparas de descarga eléctrica, productos para alumbrado decorativo, accesorios de alumbrado para uso festivo, temporal o de acuerdo a las estaciones, productos para alumbrado flexible portátil, y del alambrado y equipos que forman parte de tales productos e instalaciones de alumbrado.

410-2. Definición.

Espacio de almacenamiento del clóset. Volumen limitado por las paredes laterales y posterior del clóset y por los planos que van desde el piso del clóset verticalmente hasta una altura de 1.80 metros o hasta la barra más alta para colgar ropa y en paralelo a las paredes a una distancia horizontal de 60 centímetros desde las paredes laterales y posterior del clóset, y que continúan verticalmente hasta el techo del clóset en paralelo a las paredes a una distancia horizontal de 30 centímetros, o el ancho del anaquel, la distancia que sea mayor. Para un clóset que permite el acceso a ambos lados de una barra para colgar, este espacio incluye el volumen por debajo de la barra más alta extendiéndose 30 centímetros en cualquier lado de la barra en un plano horizontal al piso en toda la longitud de la barra. Véase la Figura 410-2.

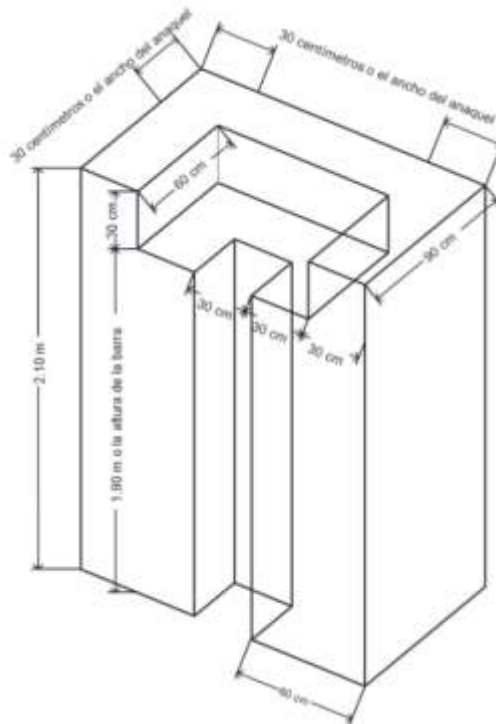


Figura 410-2.- Espacio de almacenamiento del clóset.

410-5. Partes vivas. Las luminarias, luminarias portátiles, portalámparas y lámparas no deben tener partes vivas normalmente expuestas al contacto. Las terminales expuestas accesibles de los portalámparas e interruptores no se deben instalar en las tapas ornamentales metálicas de las luminarias ni en las bases abiertas de luminarias portátiles de mesa o de piso.

Excepción: Se permitirá que los portalámparas tipo roseta, ubicados como mínimo a 2.50 metros sobre el piso, tengan sus terminales expuestas.

410-6. Requisito de aprobado. Todas las luminarias, los portalámparas y kit de actualización y las partes de repuesto deben estar aprobados.

410-8. Inspección. Las luminarias se deben instalar de manera tal que las conexiones entre los conductores de la luminaria y los conductores del circuito se puedan inspeccionar sin que haya que desconectar parte alguna del alambrado, a menos que las luminarias estén conectadas mediante clavijas de conexión y contactos.

Parte B. Ubicación de las luminarias

410-10. Luminarias en lugares específicos.

a) Lugares húmedos y mojados. Las luminarias instaladas en lugares húmedos o mojados se deben instalar de modo que no entre ni se acumule el agua en los compartimientos del alambrado, portalámparas ni en otras partes eléctricas. Todas las luminarias instaladas en lugares mojados deben estar marcadas como "Adecuado para lugares mojados". Todas las luminarias instaladas en lugares húmedos deben estar marcadas como "Adecuado para lugares mojados", o "Adecuado para lugares húmedos".

b) Lugares corrosivos. Las luminarias instaladas en lugares corrosivos deben ser de un tipo adecuado para dichos lugares.

c) En ductos o campanas. Se permitirá instalar luminarias en campanas de cocina comerciales, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) La luminaria debe estar identificada para uso dentro de campanas de cocina comerciales, e instalada de modo que no se excedan los límites de temperatura de los materiales utilizados.

(2) La luminaria debe estar construida de modo que se impida la entrada de todos los vapores de escape, las grasas, los aceites o los vapores de la cocción en los compartimientos de las lámparas y del alambrado. Los difusores deben ser resistentes al choque térmico.

(3) Las partes de la luminaria expuestas dentro de la campana deben ser resistentes a la corrosión o estar protegidas contra la corrosión y su superficie debe ser lisa de modo que no se acumulen depósitos y se facilite la limpieza.

(4) Los métodos de alambrado y los materiales que alimentan la luminaria, no deben estar expuestos dentro de la campana de cocina.

NOTA: Para los conductores y equipos expuestos a agentes deteriorantes, véase 110-11.

d) Encima de las tinas de baño y regaderas. Ninguna parte de las luminarias conectadas mediante cordón, luminarias suspendidas con cordón, cable o cadena, rieles de alumbrado, colgantes o ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón se debe ubicar dentro de la zona de 90 centímetros medidos horizontalmente y de 2.50 metros medidos verticalmente, desde la parte superior del borde de la tina o de la parte superior del estanco de la regadera. Esta zona abarca todo e incluye el espacio ubicado directamente sobre la bañera o sobre el estanco de la regadera. Las luminarias localizadas dentro de la dimensión real exterior de la tina o la regadera hasta una altura de 2.50 metros desde la parte superior del borde de la tina o del estanco de la regadera deben estar marcadas para lugares húmedos, o marcadas para lugares mojados cuando están sometidas a la aspersión de la regadera.

e) Luminarias para instalaciones deportivas interiores, para uso mixto y para todo propósito. Las luminarias sometidas al daño físico, que usan lámparas de vapor de mercurio o halogenuro metálico, instaladas en las áreas de sillería para espectadores y en el área de actividades en instalaciones deportivas interiores, de uso mixto o para todo propósito deben ser del tipo que protege la lámpara con un lente de plástico o vidrio. Se permitirá que tales luminarias tengan una protección adicional.

f) Luminarias instaladas en o debajo de cubiertas de techos. Las luminarias instaladas en lugares expuestos u ocultos, debajo de la lámina metálica corrugada de la cubierta de techos deben ser instaladas y sostenidas de manera que estén a no menos de 38 mm, medidos desde la parte más baja de la superficie de la cubierta del techo hasta la parte superior de la luminaria.

410-11. Luminarias cerca de materiales combustibles. Las luminarias deben estar construidas, instaladas o equipadas con pantallas o protecciones de modo que los materiales combustibles no se vean sometidos a temperaturas mayores a 90 °C.

410-12. Luminarias sobre materiales combustibles. Los portalámparas instalados sobre materiales altamente combustibles deben ser del tipo sin interruptor incorporado. A menos que exista un interruptor individual para cada luminaria, los portalámparas deben estar ubicados como mínimo a 2.50 metros sobre el piso o deben estar ubicados o resguardados de modo que las lámparas no se puedan quitar o dañar fácilmente.

410-14. Luminarias en aparadores. En los aparadores se permitirá el uso de luminarias sostenidas mediante cadenas con alambrado externo. No se deben usar otras luminarias con alambrado externo.

410-16. Luminarias en clósets para ropa.

a) Tipos de luminarias permitidas. En un clóset se permitirá instalar sólo luminarias de los siguientes tipos:

(1) Luminarias incandescentes de sobreponer o empotrar o luminarias LED, con fuentes de luz completamente encerradas.

(2) Luminarias fluorescentes de sobreponer o empotrar.

(3) Luminarias fluorescentes de sobreponer o luminarias LED identificadas como adecuadas para la instalación dentro del área de almacenamiento del clóset.

b) Tipos de luminarias no permitidas. No se permitirán luminarias incandescentes con lámpara abierta o parcialmente encerradas ni luminarias o portalámparas colgantes.

c) Ubicación. La distancia mínima entre las luminarias instaladas en los clósets para ropa y el punto más cercano de un espacio de almacenamiento del clóset debe ser como sigue:

(1) 30 centímetros para luminarias incandescentes de sobreponer o luminarias LED con una fuente de luz totalmente encerrada instaladas en la pared por encima de la puerta o en el plafón.

(2) 15 centímetros para luminarias fluorescentes de sobreponer, instaladas en la pared por encima de la puerta o en el plafón.

(3) 15 centímetros para luminarias incandescentes o luminarias LED empotradas con una fuente de luz completamente encerrada, instaladas en la pared o en el plafón.

(4) 15 centímetros para luminarias fluorescentes empotradas, instaladas en la pared o en el plafón.

(5) Se permitirá la instalación de luminarias fluorescentes de sobreponer o luminarias LED dentro del espacio de almacenamiento del clóset cuando están identificadas para este uso.

410-18. Espacio para alumbrado en nichos. Los nichos deben tener un espacio adecuado y estar situados de modo que las lámparas y los equipos se puedan instalar y mantener adecuadamente.

Parte C. Disposiciones sobre cajas de salida para luminarias, cubiertas ornamentales y bandejas

410-20. Espacio para los conductores. Las cubiertas ornamentales y las cajas de salida en conjunto deben brindar suficiente espacio para que los conductores de las luminarias y sus dispositivos de conexión sean capaces de ser instalados de acuerdo con 314-16.

410-21. Límites de temperatura de los conductores en las cajas de salida. Las luminarias deben estar construidas o instaladas de manera que los conductores en las cajas de salida no estén sujetos a temperaturas superiores a la temperatura para la cual fueron designados los conductores. El alambrado de un circuito derivado diferente de los circuitos derivados de 2 hilos o multifilares que alimentan luminarias conectadas conjuntamente, no debe pasar a través de una caja de salida que sea una parte integral de una luminaria, a menos que la luminaria esté identificada para que pasen cables a través de ella.

NOTA: Véase 410-64(c) para el alambrado que alimenta a las luminarias conectadas conjuntamente.

410-22. Cajas de salida que se deben cubrir. En una instalación terminada, todas las cajas de salida deben tener cubierta, excepto si están cubiertas por una cubierta ornamental de luminaria, portalámparas, contacto o dispositivo similar.

410-23. Protección del material combustible en las cajas de salida. Cualquier pared o plafón acabado en material combustible expuesto, que se halle entre el borde de una cubierta ornamental o bandeja de luminaria y una caja de salida con un área de superficie de 116 cm² o más, se debe recubrir con material no combustible.

410-24. Conexión de las luminarias de descarga eléctrica y luminarias LED.

a) Independientemente de la caja de salida. Cuando las luminarias de descarga eléctrica y las luminarias LED estén soportadas independientemente de una caja de salida, se deben conectar al circuito derivado a través de canalizaciones metálicas, canalizaciones no metálicas, cables tipo MC, AC o MI, cables con forro no metálico o mediante cordones flexibles, como lo permite 410-62(b) o 410-62(c).

b) Acceso a las cajas. Las luminarias de descarga eléctrica y las luminarias LED de montaje superficial y ubicadas sobre salidas, cajas de empalmes o cajas de paso ocultas y diseñadas no para estar sostenidas únicamente por la caja de salida, se deben tener unas aberturas adecuadas en la parte posterior de la luminaria para permitir el acceso al cableado en las cajas.

Parte D. Soportes de las luminarias**410-30. Soportes.**

a) Generalidades. Las luminarias y los portalámparas se deben soportar firmemente. Una luminaria que pese más de 3 kilogramos o exceda 40 centímetros en cualquiera de sus dimensiones, no se debe soportar mediante el casquillo roscado de un portalámparas.

b) Postes metálicos o no metálicos como soporte de luminarias. Se permitirá utilizar postes metálicos o no metálicos para sostener luminarias y como una canalización para albergar los conductores de alimentación, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

(1) En el poste debe haber un orificio de inspección de dimensiones no menores que 5 x 10 centímetros con una cubierta adecuada para usar en lugares mojados, que dé acceso a las terminaciones de alimentación dentro del poste o base del poste.

Excepción 1: No se exigirá un orificio de inspección en un poste de 2.50 metros o menos de altura sobre el nivel del piso, cuando el método de alambrado de alimentación no tiene puntos para empalmes o para alambrado, y cuando el interior del poste y cualquier empalme son accesibles al retirar la luminaria.

Excepción 2: No se exigirá orificio de inspección en un poste de 6.00 metros o menos de altura sobre el nivel del piso, si dicho poste lleva una base con bisagra.

(2) Cuando no hay secciones verticales de canalizaciones o cables instaladas dentro del poste, se debe soldar o fijar un accesorio roscado o niple, al poste, opuesto al orificio de inspección para la conexión de la alimentación.

(3) Un poste metálico se debe equipar con un terminal de puesta a tierra de equipos de la siguiente manera:

a. Un poste con un orificio de inspección debe tener una terminal de puesta a tierra de equipos accesible desde el orificio de inspección.

b. Un poste con una base con bisagra debe tener la terminal de puesta a tierra de equipos accesible dentro de la base.

Excepción para (3): No se exigirá ninguna terminal de puesta a tierra en un poste de 2.50 metros de altura o menos sobre el nivel del piso, cuando el método de alambrado de alimentación no tiene empalmes o punto para alambrear y cuando el interior del poste y cualquier empalme son accesibles al retirar la luminaria.

(4) Un poste metálico de base con bisagra debe tener dicha base con bisagra unida con el poste.

(5) Las canalizaciones metálicas u otros conductores de puesta a tierra de equipos se deben unir al poste metálico con un conductor de puesta a tierra de equipos reconocido por 250-118 y dimensionado de acuerdo con 250-122.

(6) Los conductores dentro de postes verticales usados como canalizaciones se deben soportar como se establece en 300-19.

410-36. Medio de soporte.

a) Cajas de salida. Se permitirá que las cajas de salida o accesorios instalados tal como se exige en 314-23 y que cumplan con las disposiciones de 314-27(a)(1) y 314-27(a)(2), soporten luminarias.

b) Plafones suspendidos. Los elementos del armazón de los sistemas de plafones suspendidos usados para soportar luminarias se deben sujetar firmemente entre sí y a la estructura del edificio a intervalos adecuados. Las luminarias se deben sujetar a los elementos del armazón del plafón por medios mecánicos tales como pernos, tornillos o remaches. También se permitirá usar grapas aprobadas e identificadas para su uso con el tipo de elemento(s) de la estructura del plafón y la(s) luminaria(s).

c) Soporte de luminarias. Los soportes de luminarias que no formen parte de las cajas de salida, adaptadores, trípodes y patas de gallo, deben ser de acero, de hierro maleable o de otro material adecuado para esa aplicación.

d) Juntas aislantes. Las juntas aislantes que no estén diseñadas para montarlas con tornillos o pernos, deben llevar un chasis exterior metálico aislado de ambos tornillos de conexión.

e) Herrajes de las canalizaciones. Los herrajes de las canalizaciones que se utilicen como soportes de luminaria deben ser capaces de soportar el peso de la luminaria completa con su lámpara.

f) Electroductos (busway). Se permitirá conectar luminarias a electroductos (busway), de acuerdo con 368-17(c).

g) Árboles. Se permitirá que las luminarias de exteriores y el equipo asociado estén sostenidas por los árboles.

NOTA 1: Con respecto a las limitaciones para soportar conductores aéreos, véase 225-26.

NOTA 2: Con respecto a la protección de los conductores, véase 300-5(d).

Parte E. Puesta a tierra

410-40. Generalidades. Las luminarias y equipos de alumbrado se deben poner a tierra como se exige en el Artículo 250 y en la Parte E de este Artículo.

410-42. Luminarias con partes conductoras expuestas. Todas las partes metálicas expuestas se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos o aislar del conductor de puesta a tierra de equipos y de otras superficies conductoras o ser inaccesibles a personal no calificado. No se exigirá poner a tierra los cables de amarre de las lámparas, tornillos de montaje, grapas y bandas decorativas sobre vidrio, separadas al menos 3.80 centímetros de las terminales de la lámpara.

410-44. Métodos de puesta a tierra. Las luminarias y el equipo se deben conectar mecánicamente a un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se especifica en 250-118 y dimensionado de acuerdo con lo establecido en 250-122.

Excepción 1: Las luminarias hechas de material aislante que están directamente alambradas o fijadas a las salidas alimentadas por un método de alambrado que no proporciona un medio para la puesta a tierra de equipos, se debe hacer de material aislante y no debe tener partes conductoras expuestas.

Excepción 2: Se permitirá que las luminarias de reemplazo se conecten a un conductor de puesta a tierra de equipos desde la salida, de conformidad con 250-130(c). La luminaria entonces debe cumplir lo especificado en 410-42.

Excepción 3: Cuando no existe conductor de puesta a tierra de equipos en la salida, no se exigirá que las luminarias de reemplazo protegidas con Interruptor con protección de falla a tierra se conecten a un conductor de puesta a tierra de equipos.

410-46. Fijación del conductor de puesta a tierra de equipos. Las luminarias con partes metálicas expuestas deben tener un medio para conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos para esas luminarias.

Parte F. Alambrado de luminarias

410-48. Alambrado de luminarias - Generalidades. El alambrado sobre o dentro de las luminarias debe estar dispuesto en forma ordenada y no debe estar expuesto a daños físicos. Se debe evitar el alambrado excesivo. Los conductores deben estar dispuestos de manera que no estén sujetos a temperaturas mayores a su temperatura nominal.

410-50. Polaridad de las luminarias. Las luminarias deben estar alambradas de manera que los casquillos roscados de los portalámparas estén conectados al mismo conductor o terminal del equipo o circuito. Cuando el conductor puesto a tierra esté conectado a un portalámparas de casquillo roscado, se debe conectar al casquillo roscado.

410-52. Aislamiento de los conductores. Las luminarias se deben alambra con conductores que tengan el aislamiento adecuado para las condiciones ambientales, corriente, tensión y temperatura a las que los conductores vayan a estar sometidos.

NOTA: Para la ampacidad de los cables para artefactos, temperatura máxima de funcionamiento, limitaciones de tensión, tamaño mínimo de los cables, y otra información, véase el Artículo 402.

410-54. Conductores colgantes para lámparas de filamento incandescente.

a) Soporte. Los portalámparas colgantes con cables terminales sujetos permanentemente, cuando se utilicen para aplicaciones distintas del alumbrado ornamental, deben ir colgados de conductores independientes trenzados recubiertos de hule que estén soldados directamente a los conductores del circuito, pero soportados independientemente de éstos.

b) Tamaño. A menos que sean parte de conjuntos de alumbrado decorativo aprobados, los conductores colgantes no deben ser de tamaño menor al 2.08 mm² (14 AWG) para portalámparas con casquillo roscado de base media o de base mogul; ni menor al 0.824 mm² (18 AWG) para portalámparas con casquillo tipo intermedio o tipo candelabro.

c) Torcidos o cableados. Los conductores colgantes de más de 90 centímetros de longitud, si no están instalados en un conjunto aprobado, se deben torcer juntos.

410-56. Protección de los conductores y del aislamiento.

a) Sujetos adecuadamente. Los conductores se deben asegurar de manera que no se produzcan cortaduras ni se roce el aislamiento.

b) Protección a través de metales. Cuando los conductores pasen a través de metales su aislamiento debe de protegerse de la abrasión.

c) Brazos de las luminarias. No debe haber empalmes ni derivaciones dentro de los brazos de las luminarias.

d) Empalmes y conexiones. Dentro de una luminaria o sobre ella no se deben hacer empalmes o conexiones innecesarias.

NOTA: Para los métodos aprobados para hacer conexiones, véase 110-14.

e) Trenzado. Se deben usar conductores trenzados para el alambrado de las cadenas de las luminarias y en otras partes móviles o flexibles.

f) Tensión mecánica. Los conductores se deben instalar de modo que el peso de la luminaria o sus partes móviles no someta a tensión mecánica a los conductores.

410-59. Aparadores conectados mediante cordón. Se permitirá conectar los aparadores individuales, que no sean fijos, mediante un cordón flexible a contactos instalados permanentemente y se permitirá conectar tales aparadores en grupos de no más de seis, mediante cordones flexibles y conectores separables de seguridad, con uno de los aparadores del grupo conectado mediante cordón flexible a un contacto instalado permanentemente. Esta instalación debe cumplir con lo especificado a continuación;

a) Requisitos del cordón. El cordón flexible debe ser del tipo para trabajo pesado, con conductores de tamaño no menor al de los conductores del circuito derivado y con ampacidad como mínimo igual a la del dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado y con conductor de puesta a tierra de equipos.

NOTA: Para el tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos, véase la Tabla 250-122.

b) Contactos, conectores y clavijas de conexión. Los contactos, los conectores y las clavijas de conexión deben ser de un tipo aprobado con puesta a tierra y de 15 o 20 amperes nominales.

c) Soportes. Los cordones flexibles se deben asegurar a la parte inferior de los aparadores, de modo que se garanticen todas las siguientes condiciones:

(1) El alambrado no esté expuesto a daños físicos.

(2) La separación entre aparadores no mayor a 5 centímetros, ni mayor a 30 centímetros entre el primer aparador y el contacto de alimentación.

(3) La terminal libre al final de un grupo de aparadores lleve un accesorio hembra que no sobresalga del aparador.

d) Sin otros equipos. A los aparadores no deben conectarse eléctricamente otros equipos distintos de los aparadores.

e) Circuito secundario. Cuando los aparadores se conecten con un cordón, el circuito secundario de cada balastro para alumbrado de descarga eléctrica debe limitarse sólo para un aparador.

410-62. Portalámparas y luminarias conectados con cordón.

a) Portalámparas. Cuando se conecte un portalámparas metálico a un cordón flexible, la entrada debe estar equipada con un pasacables aislante que, si es roscado, no debe ser menor al tamaño de tubo con designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8). El orificio debe ser de un tamaño adecuado para el cordón, y se deben eliminar todas las rebabas y elementos cortantes que pudiera tener, de modo que la superficie por la que pase el cordón sea lisa. Se permitirá utilizar pasacables con huecos de 7 milímetros de diámetro para cordones colgantes sencillos y huecos de 11 milímetros de diámetro para cordones reforzados.

b) Luminarias ajustables. No se exigirá que las luminarias que requieren de ajuste o direccionamiento después de su instalación estén equipadas con una clavija de conexión o un conector de cordón, siempre que el cordón expuesto sea adecuado para uso rudo o extra rudo y que no tenga una longitud mayor a la necesaria para hacer el ajuste máximo. El cordón no debe estar expuesto a esfuerzos o daños físicos.

NOTA: Para las aplicaciones ver la Tabla 400-4, columna "Uso"

c) Luminarias de descarga eléctrica y luminarias LED. Las luminarias de descarga eléctrica y las luminarias LED deben cumplir con lo aplicable de (1), (2) o (3)

1) Instalación conectada mediante cordón. Una luminaria o un ensamble aprobado conforme a cualquiera de las condiciones de (a) hasta (c), se permitirá sea conectada con cordón siempre que la luminaria esté situada directamente debajo de la salida o del electroducto, el cordón no está sujeto a esfuerzos o daños físicos, y el cordón es visible en toda su longitud, excepto en las terminaciones.

(a) Se permitirá que una luminaria esté conectada con un cordón que termina en un enchufe de conexión a tierra o en una clavija de electroducto.

(b) Se permitirá usar en un ensamble de luminarias equipado con un amortiguador de tensión mecánica y cubierta ornamental una conexión de cordón entre el conjunto de luminarias y la cubierta ornamental. Se permitirá que la cubierta ornamental incluya una sección de canalización de no más de 15 cm de longitud y destinado a facilitar la conexión a una caja de salida montada sobre un plafón suspendido.

(c) Se permitirá que las luminarias conectadas usando ensambles que incorporen conectores del sistema de cableado fabricados de acuerdo con 604-100(c) estén conectadas al cordón.

2) Con portalámparas con casquillo roscado y base mogul. Se permitirá conectar las luminarias de descarga eléctrica dotadas de portalámparas con casquillo roscado y base mogul, a circuitos derivados de 50 amperes o menos, mediante cordones que cumplan lo establecido en 240-5. Se permitirá que los contactos y las clavijas de conexión tengan un valor nominal de corriente menor a la del circuito derivado, pero no menor al 125 por ciento de la corriente de plena carga de la luminaria.

3) Equipadas con entrada superficial con brida. Se permitirá que las luminarias de descarga eléctrica equipadas con una entrada superficial con brida se alimenten mediante cordones colgantes equipados con conectores de cordón. Se permitirá que las entradas y los conectores sean de menor valor nominal de corriente que la del circuito derivado, pero no menor al 125 por ciento de la corriente de carga de la luminaria.

410-64. Uso de luminarias como canalizaciones. Las luminarias no se deben usar como canalizaciones para los conductores del circuito, a menos que cumplan con (a), (b) o (c) siguientes.

a) Aprobadas. Se permitirá que las luminarias aprobadas y marcadas para uso como una canalización sean utilizadas como una canalización.

b) Paso de cables. Se permitirá que las luminarias identificadas para el paso de cables, tal como se permite en 410-21, se utilicen como una canalización.

c) Luminarias conectadas conjuntamente. Las luminarias diseñadas para una conexión de un extremo a otro para formar un ensamble continuo o luminarias conectadas conjuntamente por métodos de alambrado reconocidos, se permitirá que contengan los conductores de un circuito derivado de 2 hilos o un circuito derivado multiconductor, alimentando las luminarias conectadas, y no se exigirá que sean aprobadas como una canalización. También se permitirá un circuito derivado de 2 hilos adicional que alimenta separados una o más de las luminarias conectadas.

NOTA: Véase el Artículo 100 para la definición del Circuito Derivado Multiconductor.

410-68. Conductores y balastros del alimentador y del circuito derivado. Los conductores del alimentador y del circuito derivado a una distancia hasta de 8 centímetros de un balastro, un controlador LED, una fuente de alimentación o un transformador deben tener una temperatura nominal del aislamiento no menor a 90 °C, en caso que la luminaria indique una temperatura superior el conductor debe seleccionarse conforme a la placa de datos de la misma, la cual no deberá ser menor a menos que alimenten a una luminaria marcada para una temperatura superior de aislamiento de cable, donde esa distancia es de 30 centímetros.

Parte G. Construcción de las luminarias

410-70. Pantallas y envoltentes combustibles. Entre las lámparas y las pantallas u otros envoltentes de material combustible, debe haber un espacio adecuado.

410-74. Capacidad nominal de las luminarias.

a) Marcado. Todas las luminarias se deben marcar con el valor de watts máximos o la potencia eléctrica de la lámpara, el nombre del fabricante, marca comercial u otro medio de identificación adecuado. Una luminaria que requiera conductor de alimentación para una temperatura nominal mayor a 60 °C debe estar marcada con la temperatura mínima del conductor de alimentación en la luminaria y el embalaje o su equivalente.

b) Datos eléctricos. Los datos eléctricos deben incluir la tensión y la frecuencia, así como el valor nominal de corriente de la unidad, incluidos el balastro, el transformador, el controlador LED, la fuente de alimentación o el autotransformador.

410-82. Luminarias portátiles.

a) Generalidades. Las luminarias portátiles se deben alambrear con cordones flexibles reconocidos en 400-4 y con una clavija de conexión de tipo polarizada o de puesta a tierra. Cuando se utilicen con portalámparas de base Edison tipo casquillo roscado, el conductor puesto a tierra se debe identificar, y conectar al casquillo roscado y al terminal identificado de la clavija de conexión.

b) Luminarias portátiles de mano. Además de lo establecido en 410-82(a), las luminarias portátiles de mano deben cumplir las siguientes condiciones:

- (1) No deben ser de casquillo metálico forrado de papel aislante.
- (2) Deben estar equipadas con un mango de un compuesto moldeado o de otro material aislante.
- (3) Deben estar equipadas con un protector adecuado, sujeto al portalámparas o a la empuñadura.
- (4) Los protectores metálicos se deben poner a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos tendido junto con los conductores del circuito dentro del cordón de alimentación.
- (5) No se exigirá que estén puestas a tierra si son alimentadas a través de un transformador de aislamiento con un secundario no puesto a tierra de máximo 50 volts.

410-84. Pasacables para cordones. Cuando un cordón flexible entre por la base o la espiga de una luminaria portátil, se debe instalar un pasacables o equivalente. El pasacables debe ser de material aislante, a no ser que se utilice un cordón con cubierta.

Parte H. Instalación de los Portalámparas

410-90. Portalámparas de casquillo roscado. Los portalámparas del tipo de casquillo roscado se deben instalar para su uso exclusivamente como portalámparas.

Cuando estén alimentados por un circuito que tenga un conductor puesto a tierra, este conductor se debe conectar al casquillo roscado.

410-93. Portalámparas con interruptor de doble polo. Cuando esté alimentado por los conductores de fase de un circuito, el dispositivo de interrupción de los portalámparas de tipo con interruptor debe desconectar simultáneamente ambos conductores del circuito.

410-96. Portalámparas en lugares húmedos o mojados.

Los portalámparas instalados en lugares húmedos deben estar aprobados para uso en lugares húmedos. Los portalámparas instalados en lugares mojados deben estar aprobados para lugares mojados o lugares húmedos.

410-97. Portalámparas cerca de material combustible. Los portalámparas se deben construir, instalar o equipar con pantallas o protectores de tal manera que el material combustible no esté sujeto a temperaturas mayores a 90 °C.

Parte I. Lámparas y equipo auxiliar

410-103. Bases, lámparas incandescentes. Las lámparas incandescentes de uso general en circuitos derivados de alumbrado no deben estar equipadas con un casquillo tipo medio si son de más de 300 watts, ni con un casquillo de tipo mogul si son de más de 1500 watts. Para lámparas de más de 1500 watts se deben utilizar bases especiales u otros dispositivos.

410-104. Equipos auxiliares de las lámparas de descarga eléctrica.

a) Envolvertes. Los equipos auxiliares para las lámparas de descarga eléctrica deben ir encerrados en envolvertes no combustibles y se deben considerar como fuentes de calor.

b) Desconectores. Cuando estén alimentados por conductores de fase de un circuito, el dispositivo de interrupción de los equipos auxiliares debe desconectar simultáneamente todos los conductores.

Parte J. Disposiciones especiales para luminarias empotradas y a nivel de la superficie

410-110. Generalidades. Las luminarias instaladas en cavidades empotradas en paredes o plafones, incluyendo los plafones suspendidos deben cumplir con las especificaciones de 410-115 hasta 410-122.

410-115. Temperatura.

a) Materiales combustibles. Las luminarias se deben instalar de modo que los materiales combustibles adyacentes a ellas no estén expuestos a temperaturas mayores a 90 °C.

b) Construcción resistente al fuego. Cuando una luminaria está empotrada en un material resistente al fuego en un edificio de construcción resistente al fuego, se debe considerar que una temperatura mayor a 90 °C, pero no mayor a 150 °C, es aceptable si la luminaria está claramente marcada para esa aplicación.

c) Luminarias incandescentes empotradas. Las luminarias incandescentes deben tener protección térmica y estar identificadas como protegidas térmicamente.

Excepción 1: No se exigirá protección térmica en una luminaria empotrada, instalada en concreto vaciado e identificada para ese uso.

Excepción 2: No se exigirá protección térmica en una luminaria empotrada cuyo diseño, construcción y características de funcionamiento térmico son equivalentes a las luminarias térmicamente protegidas y están identificadas como inherentemente protegidas.

410-116. Separación e instalación.

a) Separación.

1) Que no es tipo IC. Una luminaria empotrada que no esté identificada para contacto con el aislamiento debe tener todas sus partes empotradas con una separación mínima de 13 milímetros de los materiales combustibles. Se permitirá que estén en contacto con materiales combustibles los puntos de soporte y los acabados de las guarniciones que terminan en las aberturas de la superficie del plafón, pared u otra superficie terminada.

2) Tipo IC. Se permitirá que una luminaria empotrada que esté identificada para contacto con el aislamiento, tipo IC, esté en contacto con materiales combustibles en las partes empotradas, puntos de soporte y partes que pasan a través de la abertura en la estructura del edificio o terminan en ella.

b) Instalación. No se debe instalar el aislante térmico sobre una luminaria empotrada o a menos de 8 centímetros del envoltorio de la luminaria empotrada, del compartimiento del alambrado, del balastro, transformador, controlador LED o fuente de alimentación a menos que esté identificada para contacto con el aislamiento, Tipo IC.

410-117. Cableado.

a) Generalidades. Se deben utilizar conductores con un aislamiento adecuado para las temperaturas a las que se vayan a exponer.

b) Conductores del circuito. Se permitirá que los conductores del circuito derivado que tengan un aislamiento adecuado para las temperaturas a las que se vayan a exponer terminen en la luminaria.

c) Conductores de derivación. Se permitirá que los conductores de derivación de un tipo adecuado para las temperaturas a las que se vayan a exponer pasen desde la conexión terminal de la luminaria hasta una caja de salida ubicada como mínimo a 30 centímetros de la luminaria. Dichos conductores de derivación deben estar en una canalización adecuada o cable tipo AC o MC de al menos 45 centímetros y máximo 1.80 metros de longitud.

Parte K. Construcción de luminarias empotradas y montadas a nivel con la superficie

410-118. Temperatura. Las luminarias deben estar construidas de modo que los materiales combustibles adyacentes no estén expuestos a temperaturas superiores a 90 °C.

410-120. Marcado en watts de las lámparas. Las luminarias para lámparas incandescentes deben estar marcadas con los watts máximos permisibles de las lámparas. Las marcas deben estar instaladas permanentemente con letras de 6 milímetros de altura como mínimo y estar ubicadas de modo que sean visibles cuando se cambie la lámpara.

410-121. Prohibición de uso de soldadura. No se debe utilizar soldadura blanda en la construcción de un chasis para luminarias empotradas.

410-122. Portalámparas. Los portalámparas del tipo con casquillo roscado deben ser de porcelana o de otro material aislante adecuado.

Parte L. Disposiciones especiales para sistemas de alumbrado de descarga eléctrica de 1000 volts o menos

410-130. Generalidades.

a) Tensión de 1000 volts o menos en circuito abierto. Los equipos que se utilicen con sistemas de alumbrado de descarga eléctrica y diseñada para tensiones de 1000 volts o menos en circuito abierto, deben ser de un tipo identificado para ese uso.

b) Considerados como energizados. Las terminales de las lámparas de descarga eléctrica se deben considerar como energizados cuando cualquier terminal de la lámpara esté conectado a un circuito de más de 300 volts.

c) Transformadores en aceite. No se deben utilizar transformadores sumergidos en aceite.

d) Requisitos adicionales. Además de cumplir los requisitos generales para luminarias, los equipos de alumbrado de descarga eléctrica deben cumplir también con la Parte L de este Artículo.

e) Protección térmica - Luminarias fluorescentes.

1) Protección térmica integrada. El balastro de una luminaria fluorescente instalada en lugares interiores debe tener protección térmica integrada. Los balastros de repuesto también deben tener protección térmica integrada con el balastro.

2) Balastros de reactancia sencilla. No se exigirá que un balastro de reactancia sencilla en una luminaria fluorescente con lámparas tubulares rectas esté protegido térmicamente.

3) Luminarias de salida. Un balastro en una luminaria fluorescente del aviso de salida ("exit", "salida") no debe tener protección térmica.

4) Luminarias para salida. Un balastro en una luminaria fluorescente que se usa para alumbrado de salida y que se energiza únicamente en caso de falla de la alimentación normal, no debe tener protección térmica.

f) Luminarias de descarga de alta intensidad.

1) Empotradas. Las luminarias de descarga de alta intensidad empotradas, diseñadas para instalación en cavidades de paredes o en el del plafón, deben estar protegidas térmicamente y estar identificadas como protegidas térmicamente.

2) Inherentemente protegidas. No se exigirá protección térmica en una luminaria de alta intensidad empotrada, cuyo diseño, construcción y características de funcionamiento térmico sean equivalentes a las de una luminaria protegida térmicamente y estén identificadas como inherentemente protegidas.

3) Instaladas en concreto vaciado. No se exigirá protección térmica en una luminaria empotrada de descarga de alta intensidad identificada para este uso e instalada en concreto vaciado.

4) Balastros empotrados a distancia. Un balastro empotrado a distancia, para una luminaria de descarga de alta intensidad, debe tener protección térmica que esté integrada al balastro, y debe estar identificado como protegido térmicamente.

5) Contención de las lámparas de halógeno metálico. Las luminarias que utilizan lámparas de halógeno metálico que no sean lámparas reflectoras parabólicas de vidrio grueso (PAR) deben tener una barrera de contención que encierre la lámpara, o tener un medio físico que únicamente permita la utilización de una lámpara de tipo O.

g) Medio de desconexión.

1) Generalidades. En lugares interiores diferentes a viviendas y estructuras accesorias asociadas, las luminarias fluorescentes que utilizan lámparas con doble extremo y que contengan balastros a los que se pueda realizar servicio en el lugar, deben tener un medio de desconexión interno o externo para cada luminaria. Para las luminarias existentes instaladas sin medios de desconexión, al momento en que el balastro es reemplazado, se debe instalar un medio de desconexión. Las terminales del lado de la línea del medio de desconexión deben estar resguardadas.

Excepción 1: No se exigirá medio de desconexión para luminarias instaladas en lugares (clasificados) peligrosos.

Excepción 2: No se exigirá el medio de desconexión para el alumbrado de emergencia que se exige en 700-16.

Excepción 3: Para luminarias conectadas con clavija y cordón, se permitirá un conector separable accesible o una clavija accesible y un contacto como medio de desconexión.

Excepción 4: No se exigirá medio de desconexión para cada luminaria cuando más de una luminaria esté instalada y sea alimentada por un circuito que no sea derivado multifilar, cuando el diseño de la instalación incluya medios de desconexión para que el espacio iluminado no se pueda dejar totalmente oscuro.

2) Circuitos derivados multiconductores. Cuando esté conectado a circuitos derivados multiconductores, el medio de desconexión debe interrumpir simultáneamente todos los conductores de alimentación para el balastro, incluyendo el conductor puesto a tierra.

3) Ubicación. El medio de desconexión debe estar localizado de manera que sea accesible a personas calificadas antes del servicio o el mantenimiento del balastro. Cuando el medio de desconexión es externo a las luminarias, debe ser un solo dispositivo y estar unido a la luminaria o la luminaria debe estar ubicada a la vista desde el medio de desconexión.

410-134. Equipos de corriente continua. Las luminarias instaladas en circuitos de corriente continua deben estar equipadas con equipos auxiliares y resistencias especialmente diseñadas para operación con corriente continua. Las luminarias deben estar marcadas para operación con corriente continua.

410-135. Equipos con tensión mayor a 300 volts en circuito abierto. Los equipos con una tensión en circuito abierto mayor a 300 volts no se deben instalar en unidades de vivienda, a no ser que esos equipos estén diseñados de manera que no haya partes vivas expuestas cuando las lámparas se estén insertando, estén instaladas o se estén retirando.

410-136. Montaje de las luminarias.

a) Componentes expuestos. Las luminarias que tengan balastos, transformadores, controladores LED o fuentes de alimentación expuestos, se deben instalar de manera que dichos balastos, transformadores, controladores LED o fuentes de alimentación no estén en contacto con materiales combustibles a menos que estén aprobados para dicha condición.

b) Tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad. Cuando una luminaria de montaje superficial, que contiene un balastro, un transformador, un controlador LED o una fuente de alimentación, se instale en un tablero combustible de fibra de celulosa de baja densidad, debe estar marcada para esta condición o debe estar separada no menos de 38 milímetros de la superficie del tablero. Cuando dichas luminarias estén empotradas parcial o totalmente, se deben aplicar las disposiciones de 410-110 hasta 410-112.

NOTA: Los tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad incluyen hojas, paneles y baldosas con una densidad de 320 kg/m^3 o menos y que están formados por fibras vegetales aglomeradas, pero no incluyen madera sólida o laminada, ni fibra con una densidad mayor a 320 kg/m^3 , o son de un material que ha sido tratado íntegramente con productos químicos retardantes del fuego hasta el grado en que el índice de propagación de la flama en cualquier plano del material no es mayor a 25, determinada de acuerdo con las pruebas de características de combustión superficial de materiales de construcción.

410-137. Equipos no integrados con la luminaria.

a) Gabinetes metálicos. Los equipos auxiliares, incluidos reactores, resistencias, capacitores y similares, cuando no estén instalados como parte de un conjunto de luminaria, deben tener envolvente en gabinetes metálicos accesibles, instalados en forma permanente.

b) Montaje independiente. No se exigirá que los balastos, transformadores, controladores LED o fuentes de alimentación montados separadamente, que están aprobados para conexión directa a un sistema de alambrado, vayan en un gabinete independiente.

c) Cableado de las secciones de luminarias. El cableado de las secciones de luminarias va en pareja con un balastro o balastos que alimenta una o más lámparas instaladas. Para la conexión entre las parejas se permite usar tubo conduit metálico flexible con designador métrico 12 (tamaño comercial 3/8) en tramos que no excedan de 7.50 metros según lo establecido en el Artículo 348. Se permite que los cables de luminarias que funcionen a la tensión de suministro y alimenten sólo al balastro o balastos de una de las secciones vayan en la misma canalización que los cables de alimentación de las lámparas de la otra sección.

410-138. Autotransformadores. Un autotransformador que se utilice para aumentar la tensión a más de 300 volts, como parte de un balastro para alimentar unidades de alumbrado, se debe alimentar únicamente por un sistema puesto a tierra.

410-139. Desconectores. Los desconectores de acción rápida deben cumplir lo establecido en 404-14.

Parte M. Disposiciones especiales para sistemas de alumbrado de descarga eléctrica de más de 1000 volts

410-140. Generalidades.

a) Aprobado. Los sistemas de alumbrado de descarga eléctrica con tensiones de circuito abierto de más de 1000 volts deben estar aprobados e instalados de conformidad con dicha aprobación.

b) En ocupaciones de vivienda. Los equipos con tensión de circuito abierto de más de 1000 volts no se deben instalar en unidades de vivienda ni sobre ellas.

c) Partes vivas. La terminal de una lámpara de descarga eléctrica se debe considerar como una parte viva.

d) Requisitos adicionales. Además de cumplir los requisitos generales para luminarias, los equipos de descarga eléctrica deben cumplir también con la Parte M de este Artículo.

NOTA: Para los anuncios eléctricos e iluminación de contorno, véase el Artículo 600.

410-141. Control.

a) Desconexión. Las instalaciones de luminarias o lámparas de alumbrado deben estar controladas individualmente o en grupos mediante un interruptor o interruptor automático operable desde el exterior, que abra todos los conductores primarios de fase.

b) Desconectador instalado a la vista o con bloqueo. El desconectador o interruptor automático debe estar ubicado a la vista desde las luminarias o lámparas, o pueden colocarse en otra parte, si cuenta con los medios para su bloqueo en posición abierta.

410-142. Terminales de las lámparas y portalámparas. Las partes que sea necesario retirar para reemplazar las lámparas deben ser abisagradas o mantenerse sujetas. Las lámparas o portalámparas deben estar diseñados de modo que no dejen expuestas partes vivas al colocar o retirar las lámparas.

410-143. Transformadores.

a) Tipo. Los transformadores deben tener envolvente, estar identificados para el uso y estar aprobados.

b) Tensión. La tensión del circuito del secundario no debe ser mayor a 15 000 volts bajo cualquier condición de carga. La tensión a tierra de las terminales de salida del circuito del secundario no debe ser mayor a 7500 volts bajo cualquier condición de carga.

c) Valor nominal. Los transformadores deben tener un valor nominal de corriente de corto circuito del secundario no mayor a 150 miliamperes, si la tensión en circuito abierto es mayor a 7500 volts, y de máximo 300 miliamperes si la tensión en circuito abierto es de 7500 volts o menos.

d) Conexiones del secundario. Las salidas del circuito del secundario no se deben conectar ni en paralelo ni en serie.

410-144. Ubicación de los transformadores.

a) Accesibles. Los transformadores deben ser accesibles después de su instalación.

b) Conductores del secundario. Los transformadores deben instalarse lo más cerca posible de las lámparas, para que la longitud de los conductores del secundario sea lo más corta posible.

c) Al lado a materiales combustibles. Los transformadores se deben ubicar de modo que los materiales combustibles que tengan al lado no estén sujetos a temperaturas mayores a 90 °C.

410-145. Exposición a daño. No se deben instalar las lámparas donde puedan estar expuestas normalmente a daños físicos.

410-146. Marcado. Cada luminaria o cada circuito del secundario de tubos con tensión de circuito abierto de más de 1000 volts deben tener un marcado bien legible con letras con altura no menor a 6 milímetros que indique: "**Precaución, ___ volts**". La tensión indicada debe ser la nominal de circuito abierto.

Parte N. Rieles de iluminación**410-151. Instalación.**

a) Rieles de iluminación. Los rieles de iluminación deben estar instalados y conectados en forma permanente a un circuito derivado. En los rieles de iluminación sólo se deben instalar accesorios especiales para rieles de iluminación. Los accesorios de rieles de iluminación no deben estar equipados con contactos de uso general.

b) Carga conectada. La carga conectada a los rieles de iluminación no debe exceder el valor nominal del riel. Un riel de iluminación debe estar alimentado por un circuito derivado con un valor nominal no mayor a la del riel. No se requerirá que el cálculo de la carga descrito en la sección 220-43(b) limite la longitud del riel en un solo circuito derivado y no debe requerirse que limite la cantidad de luminarias de un solo riel.

c) Lugares no permitidos. No se deben instalar rieles de iluminación en los siguientes lugares:

- (1) Donde es probable que estén expuestos a daños físicos.
- (2) En lugares húmedos o mojados.
- (3) Donde estén sujetos a vapores corrosivos.
- (4) En cuartos para baterías de acumuladores.
- (5) En lugares (clasificados como) peligrosos.
- (6) Si están ocultos.
- (7) Cuando se extiendan a través de paredes o divisiones.
- (8) A menos de 1.50 metros sobre el piso terminado, excepto cuando están protegidos contra daños físicos o funcionan a una tensión de circuito abierto menor a 30 volts valor eficaz.
- (9) Donde estén prohibidos de acuerdo con 410-10(d).

d) Soporte. Los accesorios identificados para uso con rieles de iluminación deben estar diseñados específicamente para el tipo de riel con el que van a ser instalados. Deben estar sujetos y asegurados al riel, mantener la polaridad y las conexiones al conductor de puesta a tierra de equipos y estar diseñados para suspenderlos directamente del riel.

410-153. Riel de iluminación para trabajo pesado. Un riel de iluminación para trabajo pesado es un riel identificado para su uso a más de 20 amperes. Cada accesorio sujeto a un riel de iluminación para trabajo pesado debe estar protegido individualmente contra sobrecorriente.

410-154. Sujeción. Los rieles de iluminación se deben sujetar y asegurar, de modo que cada sujeción sea adecuada para soportar el máximo peso de las luminarias que se puedan instalar.

A menos que estén identificados para soportes a intervalos mayores, una sola sección de 1.20 metros de longitud o más corta, debe tener dos soportes y cuando se instalen en una fila continua, cada sección individual de longitud no mayor a 1.20 metros debe llevar un soporte adicional.

410-155. Requisitos de construcción.

a) Construcción. El armazón para los sistemas de rieles de iluminación debe ser lo suficientemente resistente como para mantener la rigidez. Los conductores deben estar instalados dentro del armazón del riel de modo que permitan la inserción de una luminaria y deben ser diseñados para evitar la manipulación y el contacto accidental con partes vivas. Los componentes de sistemas de riel de iluminación de diferentes tensiones no deben ser intercambiables. Los conductores instalados en los rieles deben ser mínimo del 3.31 mm² (12 AWG) o igual, y deben ser de cobre. Los extremos de los rieles deben estar aislados y protegidos con tapas.

b) Puesta a tierra. Los rieles de alumbrado deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250, y de riel deben estar acopladas seguramente, de manera que mantengan la continuidad, polaridad y puesta a tierra de todo el circuito.

Parte Ñ. Iluminación decorativa y accesorios similares

410-160. Aprobado de la iluminación decorativa. La iluminación decorativa y los accesorios similares utilizados para alumbrado festivo y propósitos similares, de acuerdo con 590-3(b), deben estar aprobados.

ARTÍCULO 411

SISTEMAS DE ALUMBRADO DE BAJA TENSIÓN

411-1. Alcance. Este Artículo trata de los sistemas de alumbrado y sus componentes asociados que operan a no más de 30 volts de corriente alterna o 60 volts de corriente continua. Donde pueda ocurrir un contacto húmedo los límites son 15 volts corriente alterna y 30 volts corriente continua.

NOTA: Ver Artículo 680 para aplicaciones por inmersión

411-3. Sistemas de iluminación de baja tensión. Los sistemas de iluminación de baja tensión deben estar compuestos por una fuente de alimentación aislada, luminarias de baja tensión y equipos asociados, que estén todos identificados para tal uso. Los circuitos de salida de la fuente de alimentación deben ser para 25 amperes como máximo, en todas las condiciones de carga.

411-4. Aprobación requerida. Los sistemas de alumbrado de baja tensión deben cumplir con lo siguiente.

a) Sistema aprobado. Las luminarias, la fuente de alimentación y los accesorios para las luminarias (incluyendo los conductores desnudos expuestos) de un sistema de alumbrado de conductores desnudos expuestos deben estar aprobados para el uso como parte del mismo sistema de alumbrado identificado.

b) Ensamble de las partes aprobadas. Se permitirá un sistema de alumbrado ensamblado a partir de las siguientes partes aprobadas:

- (1) Luminarias de baja tensión.
- (2) Fuente de alimentación.
- (3) Accesorios para las luminarias de baja tensión.
- (4) Cordón adecuado, cable, conductores en tubo conduit, u otro método de alambrado fijo del Capítulo 3 para el circuito del secundario.

411-5. Requisitos para la ubicación específica.

a) Paredes, pisos y plafones. Los conductores ocultos o que pasan a través de una pared, un piso o un plafón deben cumplir lo estipulado en (1) o (2):

- (1) Instalados utilizando cualquiera de los métodos de alambrado que se especifican en el Capítulo 3.
- (2) Instalados utilizando un alambrado alimentado por una fuente de alimentación aprobada Clase 2 e instalados de acuerdo con 725-130.

b) Piscinas, spas, fuentes y lugares similares. Los sistemas de alumbrado se deben instalar a una distancia no menor a 3.00 metros medidos horizontalmente desde el borde más próximo del agua, a menos que así lo permita el Artículo 680.

411-6. Circuitos del secundario.

- a) Puesta a tierra.** Los circuitos secundarios no deben estar puestos a tierra.
- b) Aislamiento.** El circuito del secundario debe estar aislado del circuito derivado por medio de un transformador de aislamiento.
- c) Conductores desnudos.** Están permitidos los conductores desnudos y las partes portadoras de corriente expuestas únicamente en instalaciones bajo techo. Los conductores desnudos no deben estar instalados a menos de 2.10 metros sobre el piso terminado, excepto si están aprobados específicamente para su instalación a menor altura.

d) Conductores aislados. Los conductores de circuito del secundario, aislados y expuestos deben ser del tipo descrito en (1), (2) o (3) y se deben instalar tal como se describe en estos numerales:

- (1) Cable de Clase 2 alimentado por una fuente de alimentación de Clase 2 instalado de acuerdo con las Partes A y C del Artículo 725.
- (2) Conductores, cordón o cable del sistema aprobado e instalados a no menos de 2.10 metros por encima del piso terminado, a menos que el sistema esté aprobado específicamente para su instalación a una altura menor.
- (3) Métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3.

411-7. Circuito derivado. Los sistemas de alumbrado considerados en este artículo deben estar alimentados por un circuito derivado de máximo 20 amperes.

411-8. Áreas peligrosas (clasificadas). Además de las disposiciones de este Artículo, cuando los sistemas de alumbrado estén instalados en áreas peligrosas (clasificadas), deben cumplir lo establecido en los Artículos 500 a 517.

ARTÍCULO 422

APARATOS

Parte A. Generalidades

422-1. Alcance. Este Artículo trata de los aparatos utilizados en cualquier tipo de edificio.

422-3. Otros Artículos. Los requisitos del Artículo 430 se deben aplicar a la instalación de aparatos operados a motor y los requisitos del Artículo 440 se deben aplicar a la instalación de aparatos que contengan motocompresor refrigerante hermético, excepto cuando se indica específicamente algo diferente en este Artículo.

422-4. Partes vivas. Los aparatos no deben tener partes vivas normalmente expuestas al contacto, diferentes de aquellas partes que funcionan como elementos de calefacción con resistencias a la vista, como por ejemplo el elemento calefactor de una tostadora, que está expuesto necesariamente.

422-5. Protección para el personal con interruptores de circuito por falla a tierra (GFCI).

a) General. Los aparatos identificados en 422-5(a)(1) a (5) con tensión nominal de 250 volts o menos y 60 amperes o menos, monofásicos o trifásicos, deberán estar provistos de protección GFCI para el personal. Se admitirán dispositivos de protección GFCI múltiples, pero no serán requeridos.

- (1) Aspiradoras para autos de uso público
- (2) Enfriadores de agua potable
- (3) Lavadoras de pulverización de agua de alta presión - conectadas por cable y enchufe
- (4) Máquinas de inflación de neumáticos para uso público
- (5) Máquinas expendedoras

(Continúa en la Quinta Sección)

(Viene de la Cuarta Sección)

b) Tipo.

El GFCI debe ser fácilmente accesible, y localizado en uno o más de los siguientes lugares:

- (1) Dentro del dispositivo de sobrecorriente de circuito derivado
- (2) Un dispositivo o salida dentro del circuito de alimentación
- (3) Una parte integral de la clavija de fijación
- (4) Dentro del cable de alimentación a no más de 30 cm de la clavija de conexión
- (5) Instalado de fábrica dentro del aparato

422-6. Aprobado requerido. Todos los aparatos que funcionan a 50 volts o más deben estar aprobados.

Parte B. Instalación

422-10. Capacidad de los circuitos derivados. Esta sección especifica la capacidad nominal de los circuitos derivados capaces de dar suministro de corriente a los aparatos sin sobrecalentarse en las condiciones especificadas.

a) Circuitos derivados individuales. El valor nominal de un circuito derivado individual no debe ser menor al valor nominal marcado en el aparato o el valor nominal marcado de un aparato con cargas combinadas, tal como se dispone en 422-62.

La capacidad de un circuito derivado individual para aparatos operados a motor que no tienen marcado su valor nominal debe estar de acuerdo con la Parte B del Artículo 430. La capacidad de un circuito derivado para un aparato que es una carga continua, diferente de un aparato operado a motor, no debe ser menor al 125 por ciento del valor nominal marcado; o no debe ser menor al 100 por ciento del valor marcado, si el dispositivo del circuito derivado y su ensamble están aprobados para carga continua al 100 por ciento de su valor.

Se permitirá que los circuitos derivados y los conductores del circuito derivado para estufas y aparatos de cocción estén de acuerdo con la Tabla 220-55 y deben estar dimensionados de acuerdo con 210-19(a)(3).

b) Circuitos que alimentan dos o más cargas. Para circuitos derivados que alimentan aparatos y otras cargas, el valor nominal se debe determinar de acuerdo con 210-23.

422-11. Protección contra sobrecorriente. Los aparatos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con (a) hasta (g) siguientes y 422-10.

a) Protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Los circuitos derivados se deben proteger de acuerdo con 240-4. Si el valor nominal del dispositivo de protección está marcado en el aparato, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado no debe ser mayor al valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente marcado en el aparato.

b) Aparatos con elementos de calefacción superficial. Un aparato con elementos de calefacción superficial, que tiene una demanda máxima de más de 60 amperes, calculada de acuerdo con la Tabla 220-55, debe tener subdividido su suministro de potencia en dos o más circuitos, cada uno de los cuales está equipado con protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo de 50 amperes.

c) Aparatos de calefacción comercial e industrial con lámparas infrarrojas. Los aparatos de calefacción industrial y comercial con lámparas infrarrojas deben tener protección contra sobrecorriente que no exceda 50 amperes.

d) Aparatos de calefacción de tipo comercial de elementos de calefacción superficial de devanado con revestimiento expuesto o devanado abierto. Los aparatos de calefacción de tipo comercial de elementos de calefacción superficial de devanado con revestimiento expuesto o devanado abierto deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo de 50 amperes.

e) Un solo aparato no operado a motor. Si el circuito derivado alimenta un solo aparato no operado a motor, el valor nominal de protección contra sobrecorriente debe:

- (1) No exceder el marcado sobre el aparato.
- (2) No exceder los 20 amperes si el valor nominal de protección contra sobrecorriente no está marcado sobre el aparato y éste está clasificado para 13.30 amperes o menos; o
- (3) No exceder el 150 por ciento de la corriente nominal del aparato si el valor nominal de protección contra sobrecorriente no está marcado y el aparato es de un valor nominal de más de 13.30 amperes. Si el

150 por ciento del valor nominal del aparato no corresponde a un valor nominal en amperes de un dispositivo de sobrecorriente estándar, se permitirá el siguiente valor nominal estándar más alto.

f) Aparatos de calefacción eléctrica que emplean elementos de calefacción de tipo resistencia, con valor nominal mayor a 48 amperes.

1) Aparatos de calefacción eléctrica. Los aparatos de calefacción eléctrica que emplean elementos de calefacción de tipo resistencia con valor nominal mayor a 48 amperes, que no sean aparatos domésticos con elementos de calefacción superficiales tratados en 422-11(b), ni los aparatos de calefacción de tipo comercial, tratados en 422-11(d), deben tener subdivididos los elementos de calefacción. Cada carga subdividida no debe ser mayor a 48 amperes y debe estar protegida a no más de 60 amperes.

Estos dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios deben ser:

(1) Instalados en fábrica dentro del envolvente del calentador o sobre él, o suministrados como un ensamble separado por el fabricante del calentador

(2) Accesibles, y

(3) Adecuados para la protección de los circuitos derivados.

Los conductores principales que alimentan estos dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben considerar como conductores de circuitos derivados.

2) Aparatos de cocinas y de cocción comerciales. Se permitirá que los aparatos de cocción y de cocinas comerciales que usan elementos de calefacción de tipo con revestimiento, no tratados en 422-11(d), estén subdivididos en circuitos para no más de 120 amperes y protegidos a no más de 150 amperes, si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

(1) Los elementos están integrados en una superficie de cocción y están envueltos dentro de ella.

(2) Los elementos están contenidos completamente dentro de un envolvente identificado como adecuado para este uso.

(3) Los elementos están contenidos dentro de un recipiente y con su sello.

3) Calentadores de agua y calderas de vapor. Se permitirá que los calentadores de agua y calderas de vapor que emplean elementos de calefacción eléctrica de inmersión tipo resistencia y calentadores instantáneos de agua aprobados, estén subdivididos en circuitos de máximo 120 amperes y protegidos a no más de 150 amperes de la siguiente manera:

(1) Donde estén contenidos dentro de un recipiente.

(2) Donde estén incluidos en calentadores instantáneos de agua.

(3) Donde estén instalados en tanques de calentadores de agua de baja presión o en recipientes de calentadores de agua de salida abierta.

g) Aparatos operados a motor. Los motores de los aparatos operados a motor deben estar equipados con protección contra sobrecarga, de acuerdo con la Parte C del Artículo 430. Los motocompresores herméticos con refrigerante, en equipos de aire acondicionado o de refrigeración, deben estar equipados con protección contra sobrecarga, de acuerdo con la Parte F del Artículo 440. Cuando se exigen dispositivos de protección contra sobrecorriente, que estén separados de los aparatos, los datos para la selección de estos dispositivos se deben marcar sobre el aparato. El marcado mínimo debe ser el que se especifica en 430-7 y 440-4.

422-12. Equipo de calefacción central. Los equipos de calefacción central distintos de los equipos de calefacción fija de ambiente deben estar alimentados por un circuito derivado individual.

Excepción 1: Se permitirá que los equipos auxiliares directamente asociados con el equipo de calefacción, tales como las bombas, válvulas, humidificadores o limpiadores electrostáticos del aire, estén conectados al mismo circuito derivado.

Excepción 2: Se permitirá que los equipos de aire acondicionado conectados permanentemente se conecten al mismo circuito derivado.

422-13. Calentadores de agua de tipo con almacenamiento. Un calentador de agua fijo de tipo con almacenamiento, que tenga una capacidad de 450 litros o menos, se debe considerar como una carga continua con el propósito de dimensionar los circuitos derivados.

NOTA: Para el valor nominal del circuito derivado, véase 422-10.

422-15. Ensamblajes para salidas del sistema de aspiración central.

a) Se permitirá que los ensambles para salidas del sistema de aspiración central aprobados estén conectados a un circuito derivado, de acuerdo con 210-23(a).

b) La ampacidad de los conductores de conexión no debe ser menor a la ampacidad de los conductores de los circuitos derivados a los que están conectados.

c) Las partes metálicas accesibles, no portadoras de corriente del conjunto para las salidas del sistema de aspiración central que probablemente se lleguen a energizar, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-110. Las partes metálicas incidentales como los tornillos o remaches instalados en o dentro del material aislante no se debe considerar probable que se llegue a energizar.

422-16. Cordones flexibles.

a) **Generalidades.** Se permitirán cordones flexibles para:

(1) La conexión de aparatos, con el fin de facilitar su intercambio frecuente o para evitar la transmisión de ruido o vibración, o

(2) Facilitar el retiro o desconexión de aparatos que están fijos en su sitio, cuando los medios de fijación y las conexiones mecánicas están diseñados específicamente para permitir un retiro fácil para mantenimiento o reparación y el aparato está proyectado o identificado para su conexión con cordón flexible.

b) **Aparatos específicos.**

1) **Trituradores de basura en fregaderos operados eléctricamente** Se permitirá que los trituradores de basura en fregaderos operados eléctricamente estén conectados mediante cordón y clavija con un cordón flexible identificado como adecuado para ese propósito en las instrucciones de instalación del fabricante del aparato y cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) El cordón flexible debe terminar en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

Excepción: No se exigirá que un triturador de basura en fregaderos esté marcado como protegido por un sistema de doble aislamiento, o su equivalente, termine en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

(2) La longitud del cordón no debe ser menor a 45 centímetros y no debe ser mayor a 90 centímetros

(3) Los contactos deben estar ubicados de manera que se evite el daño físico al cordón flexible.

(4) El contacto debe ser accesible.

2) **Lavavajillas empotradas y compactadores de basura.** Se permitirá que las lavavajillas empotradas y los compactadores de basura se conecten mediante cordón y clavija, con un cordón flexible identificado como adecuado para el propósito en las instrucciones de instalación del fabricante del aparato, cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) El cordón flexible debe terminar en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

Excepción: No se exigirá que una lavavajillas o un compactador de basura aprobados, marcados claramente como protegidos por un sistema de doble aislamiento, terminen en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

(2) Para un compactador de basura la longitud del cordón debe ser de 0.90 metros a 1.20 metros, medidos desde la cara de la clavija de conexión al plano de la parte posterior del aparato.

(3) Para un lavavajillas empotrado, la longitud del cable será de 0.9 m a 2.0 m medida desde la cara del enchufe de conexión al plano de la parte trasera del aparato.

(4) Los contactos deben estar ubicados de modo que se evite el daño físico al cordón flexible.

(5) El contacto para el compactador de basura debe estar localizado en el espacio ocupado por el aparato, o junto a él.

(6) El contacto de un lavavajillas empotrado se situará en el espacio adyacente al espacio ocupado por el lavavajillas

(7) El contacto debe ser accesible.

3) **Hornos montados en la pared y estufas montadas sobre la cubierta.** Se permitirá que los hornos montados en la pared y las estufas montadas en cocinetas, completas con sus accesorios para montaje y para hacer las conexiones eléctricas, estén conectados en forma permanente o conectados mediante cordón y clavija para facilitar su instalación o servicio.

Un conector separable o una combinación de clavija y contacto en la línea de alimentación a un horno o una estufa deben estar aprobados para la temperatura del espacio en el cual van a ir ubicados.

4) Campanas para estufas. Se permitirá que las campanas para estufas estén conectadas mediante cordón y clavija con un cordón flexible identificado como adecuado para ese propósito en las instrucciones de instalación del fabricante del aparato, y cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) El cordón flexible debe terminar en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

Excepción: No se exigirá que una campana para estufa, marcada claramente, como protegida por un sistema de doble aislamiento, o su equivalente, termine en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

- (2) La longitud del cordón no debe ser menor a 45 centímetros y no debe ser mayor a 90 centímetros
- (3) Los contactos deben estar ubicados de manera que se evite el daño físico al cordón flexible.
- (4) El contacto debe ser accesible.
- (5) El contacto está alimentado por un circuito derivado individual.

422-17. Protección de material combustible. Cada aparato calentado eléctricamente, que por su tamaño, peso y servicio esté proyectado para ser colocado en una posición fija, se debe colocar de manera que exista protección suficiente entre dicho aparato y el material combustible junto a él.

422-18. Soporte de ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón. Los ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón deben estar sostenidos independientemente de la caja de salida o por uno de los siguientes:

- (1) Una caja de salida o un sistema de cajas de salida identificado para ese uso e instalados según 314-27(c).

- (2) Un sistema de caja de salida, un soporte de bloqueo y un contacto de montaje y un accesorio de fijación compatible instalado de fábrica diseñado para el soporte, identificado para el uso e instalado de acuerdo con 314-27(e)

422-19. Espacio para conductores. Las cubiertas de ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón y cajas de salida, tomadas en conjunto, deben brindar suficiente espacio para que los conductores de las luminarias y sus dispositivos de conexión puedan ser instalados de acuerdo con la sección 314-16.

422-20. Cajas de salida que van a ser cubiertas. En una instalación terminada, todas las cajas de salida deben estar provistas de una cubierta, excepto que tengan una cubierta ornamental de ventilador (de aspas) suspendido del plafón.

422-21. Recubrimiento de material combustible en cajas de salida. Todo acabado combustible de un plafón que está expuesto entre el borde de una cubierta ornamental o soporte de ventilador (de aspas) suspendido del plafón y una caja de salida y que tiene una superficie de 116 cm² se debe recubrir con material no combustible.

422-22. Otros métodos de instalación. Se permitirá el uso de electrodomésticos que emplean métodos de instalación diferentes de los tratados en este artículo solo mediante el uso de las instrucciones del fabricante.

Parte C. Medios de desconexión

422-30. Generalidades. Se debe suministrar un medio para desconectar simultáneamente cada aparato de todos los conductores de fase, de acuerdo con las siguientes secciones de la Parte C. Si un aparato es alimentado por más de un circuito derivado o alimentador, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar como múltiples medios de desconexión del aparato. Cada medio de desconexión desconectará simultáneamente todos los conductores de fase que controle.

422-31. Desconexión de aparatos conectados de forma permanente.

a) Aparatos con valor nominal no mayor de 300 voltamperes o 93 watts (1/8 de hp). En los aparatos conectados permanentemente con valor nominal no mayor de 300 voltamperes o 93 watts (1/8 de hp), se permitirá utilizar como medio de desconexión el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado cuando el interruptor o interruptor automático está a la vista del aparato o es bloqueable de acuerdo con 110-25.

b) Aparatos con valor nominal mayor de 300 voltamperes o 93 watts (1/8 de hp). En los aparatos conectados permanentemente con valor nominal mayor de 300 voltamperes o 93 watts, se permitirá utilizar el interruptor o interruptor automático del circuito derivado como medio de desconexión, cuando dicho interruptor o interruptor automático esté al alcance de la vista desde el aparato o se pueda bloquear de acuerdo con 110-25.

NOTA: Para aparatos que emplean interruptores unitarios, véase 422-34.

c) Aparatos accionados por motor con valor nominal mayor de 93 watts (1/8 de hp). El medio de desconexión debe cumplir con 430-109 y 430-110. En los aparatos accionados por motor y conectados permanentemente con motores con valor nominal mayor de 1/8 de hp, el medio de desconexión debe estar a la vista desde el aparato o se pueda bloquear de acuerdo con 110-25.

Excepción: Si un aparato de más de 93 watts (1/8 de hp) tiene un interruptor unitario que cumpla con lo indicado en 422-34(a), (b), (c) o (d), se permitirá que el desconectador o el interruptor automático que funciona como el otro medio de desconexión no estén a la vista desde el aparato.

422-33. Desconexión de aparatos conectados mediante cordón y clavija o conexión con accesorios de fijación.

a) Conector separable o contacto fijo (o accesorio de fijación) y clavija de conexión En los aparatos conectados mediante cordón y clavija (o accesorios de fijación) se permitirá que un conector separable accesible o una combinación de un contacto (o accesorios de fijación) y clavija accesibles, sirvan como medios de desconexión. El accesorio de fijación debe ser una parte instalada en fábrica del aparato y apto para la desconexión del aparato. Cuando el conector separable o la combinación de un contacto (o accesorios de fijación) y la clavija no sean accesibles, la conexión de los aparatos mediante cordón y clavija o accesorios de fijación y conexión deberá ser proporcionada con medios de desconexión de acuerdo con 422-31.

b) Conexión en la base posterior de una estufa. En las estufas eléctricas domésticas conectadas mediante cordón y clavija, se considera que una conexión de clavija y contacto en la base posterior de la estufa cumple los requisitos de 422-33(a) si es accesible desde la parte delantera retirando algún cajón.

c) Valor nominal. El valor nominal de un contacto o de un conector separable no debe ser menor que el valor nominal de cualquier aparato conectado a ellos.

Excepción: Se permitirá aplicar los factores de demanda autorizados en otras partes de esta NOM, al valor nominal de un contacto o de un conector separable.

422-34. Interruptor unitario como medio de desconexión. Se permitirá que uno o varios interruptores unitarios que formen parte de un aparato, con su posición de abierto ("off") marcada y que desconecten todos los conductores de fase del aparato, se utilicen como el medio de desconexión exigido en este Artículo, cuando se proporcionen otros medios de desconexión en los lugares que se especifican en 422-34(a) hasta (d).

a) Viviendas multifamiliares. En viviendas multifamiliares, los otros medios de desconexión deben estar dentro de la unidad de vivienda o en el mismo piso de la unidad de vivienda en la que esté instalado el aparato, y se permitirán para controlar lámparas y otros aparatos.

b) Viviendas dúplex. En las viviendas dúplex, se permitirá que el otro medio de desconexión esté dentro o fuera de la unidad de vivienda en la que esté instalado el aparato. En este caso se permitirá instalar un desconectador individual o un interruptor automático para la unidad de vivienda, que puede también controlar lámparas y otros aparatos.

c) Viviendas unifamiliares. En viviendas unifamiliares, se permitirá que el otro medio de desconexión sea el medio de desconexión de acometida.

d) Otros lugares. En otros lugares, se permitirá que el otro medio de desconexión sea el desconectador o interruptor automático del circuito derivado, cuando sea fácilmente accesible para la alimentación del aparato.

422-35. Desconectadores e interruptores automáticos indicadores. Los desconectadores e interruptores automáticos usados como medio de desconexión deben ser de tipo indicador de posición abierto, cerrado o falla.

Parte D. Construcción

422-40. Polaridad en el cordón y clavija de los aparatos conectados.

Si el aparato eléctrico está provisto con un desconectador manual de un polo para conectarlo o desconectarlo de la red o a un portalámparas con casquillo roscado tipo Edison o a un contacto de 15 o 20 amperes, la clavija debe ser de tipo polarizado o con puesta a tierra. En una máquina de afeitar eléctrica y con doble aislamiento, se permitirá el uso de una clavija de conexión de dos hilos no polarizada.

NOTA: Para la polaridad de los portalámparas con base Edison, véase 410-82(a).

422-41. Aparatos sometidos a la inmersión conectados mediante cordón y clavija. Las unidades de hidromasajes autosoportadas y las secadoras de pelo manuales, conectadas mediante cordón y clavija de conexión, deben estar contruidos de modo que brinden protección a los usuarios contra electrocución cuando se sumergen, tanto si están encendidos como apagados.

422-42. Señales para aparatos de calefacción. En lugares diferentes de los destinados a vivienda, todos los aparatos o grupos de aparatos de calefacción eléctrica proyectados para su aplicación a materiales combustibles, deben llevar una señal o un dispositivo limitador de temperatura integrado.

422-43. Cordones flexibles.

a) Cordones para calefactor. Todas las planchas y aparatos calentados eléctricamente y conectados mediante cordón y clavija, con valor nominal mayor a 50 watts y que producen temperaturas mayores a 121 °C en las superficies con las que probablemente entre en contacto el cordón, se deben equipar con uno de los tipos de cordón para calefactor aprobados, presentados en la Tabla 400-4.

b) Otros aparatos de calefacción. Todos los otros aparatos calentados eléctricamente y conectados mediante cordón y clavija se deben conectar con uno de los tipos de cordones aprobados, presentados en la Tabla 400-4, y seleccionado de acuerdo con el tipo de uso especificado en esa tabla.

422-44. Calentadores de inmersión conectados con cordón y clavija. Los calentadores eléctricos por inmersión conectados mediante cordón y clavija deben estar fabricados e instalados de manera que las partes portadoras de corriente queden aisladas eficazmente de contactos eléctricos con la sustancia en la que se sumergen.

422-45. Soportes para aparatos conectados con cordón y clavija. Todas las planchas y demás aparatos de calefacción eléctrica conectados mediante cordón y clavija y proyectados para su aplicación a materiales combustibles, deben ir equipados con un soporte aprobado, el cual se permitirá que sea una parte separada del equipo o que forme parte del aparato.

422-46. Planchas. Las planchas calentadas eléctricamente deben estar equipadas con un medio identificado de limitación de la temperatura.

422-47. Controles de calentadores de agua. Todos los calentadores de agua del tipo de almacenamiento o instantáneos deben tener un medio limitador de la temperatura, además de su termostato de control, para desconectar todos los conductores de fase. Dicho medio debe cumplir con las dos condiciones siguientes:

(1) Estar instalados para detectar la máxima temperatura del agua.

(2) Ser de tipo de disparo libre y de reposición manual, o de un tipo que tenga un elemento reemplazable. Estos calentadores de agua deben tener una marca en la que se exija la instalación de una válvula de alivio de temperatura y presión.

Excepción 1: Calentadores de agua del tipo de almacenamiento, identificados como adecuados para uso con un suministro de agua a una temperatura de 82 °C o más y una capacidad de 60 kilowatts o mayor.

Excepción 2: Los calentadores de agua del tipo instantáneo, identificados como adecuados para este uso, con una capacidad de 4 litros o menos.

422-48. Aparatos de calefacción industrial con lámparas infrarrojas.

a) De 300 watts o menos. Se permitirá el uso de lámparas de calefacción de luz infrarroja de 300 watts nominales o menos con portalámparas del tipo de base media, de porcelana sin interruptores o de otros tipos identificados como adecuados para su uso con lámparas de calefacción de luz infrarroja, de 300 watts nominales o menos.

b) De más de 300 watts. Las lámparas de luz infrarroja de más de 300 watts nominales no se deben utilizar en portalámparas con base roscada, a menos que los portalámparas estén identificados como adecuados para uso con lámparas de luz infrarroja de más de 300 watts nominales.

422-50. Ensamblajes de calefacción de tubería conectados mediante cordón y clavija. Los ensamblajes de calefacción de tubería conectados mediante cordón y clavija proyectados para evitar el congelamiento de la tubería deben estar aprobados.

Parte E. Marcado

422-60. Placa de datos.

a) Marcado de la placa de datos. Cada aparato debe tener una placa de datos en la que aparezca el nombre de identificación y los valores nominales en volts y amperes, o en volts y watts. Si el aparato se va a utilizar a una frecuencia o frecuencias específicas, también deben aparecer en la placa. Cuando se exija una protección externa al aparato contra sobrecarga del motor, el aparato debe ser marcado así.

NOTA: Para los requisitos de protección contra sobrecorriente, véase 422-11.

b) Visibilidad. El marcado se colocará de modo que sea visible o fácilmente accesible después de la instalación.

422-61. Marcado de los elementos calefactores. Todos los elementos calefactores de más de 1 amperre nominal, reemplazables en campo y que formen parte de un aparato, deben estar marcados claramente con sus valores nominales en volts y amperes, o en volts y watts, o con el número de la parte fabricante.

422-62. Aparatos que constan de motores y otras cargas.

a) Marcado de los caballos de fuerza en la placa de datos. Cuando la placa de datos de un aparato accionado por motor incluya el valor nominal en caballos de fuerza, dicho valor no debe ser menor al valor nominal en caballos de fuerza en la placa de datos del motor. Cuando un aparato consta de múltiples motores o de uno o más motores y otras cargas, el valor de la placa de datos no debe ser menor al equivalente en caballos de fuerza de las cargas combinadas, calculado de acuerdo con 430-110(c)(1).

b) Marcado adicional en la placa de datos. Los aparatos diferentes de aquellos equipados en fábrica con cordones y clavijas de conexión y con placas de datos acordes con 422-60, se deben marcar de acuerdo con 422-62(b)(1) o (b)(2).

1) Marcado. Además del marcado exigido en 422-60, la marca de un aparato que consta de un motor con otra carga o motores con o sin otra carga, debe especificar el valor de corriente mínima del conductor del circuito de alimentación y ampacidad máxima del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito. Este requisito no se aplicará a los aparatos que tengan placa de datos de acuerdo con 422-60, cuando tanto la ampacidad mínima del conductor del circuito de alimentación como el valor nominal máximo del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito no son de más de 15 amperes.

2) Método de marcado alternativo. Se permitirá un método de marcado alternativo que especifique el valor nominal del motor más grande en volts y amperes, y la carga adicional en volts y amperes, o en volts y watts además del marcado exigido en 422-60. Se permitirá omitir el valor nominal de corriente en amperes de un motor de 1/8 hp o menos, o una carga diferente de la de un motor, de 1 amperre o menos, a menos que tales cargas constituyan la carga principal.

ARTÍCULO 424

EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA CALEFACCIÓN DE AMBIENTE

Parte A. Generalidades

424-1. Alcance. Los requisitos de esta sección aplican al equipo eléctrico fijo utilizado para la calefacción del ambiente. Para el propósito de este Artículo, estos equipos de calefacción deben incluir cables de calefacción, unidades calentadoras, calderas, sistemas centrales u otros equipos eléctricos fijos aprobados para calefacción de ambiente. Este Artículo no se debe aplicar a calefacción de procesos ni al aire acondicionado de recintos.

424-2. Otros Artículos. Los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente que incorpore un motocompresor hermético con refrigerante también deben cumplir con el Artículo 440.

424-3. Circuitos derivados.

a) Requisitos de los circuitos derivados. Se permitirán circuitos derivados individuales para alimentar equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente de cualquier valor nominal en watts o en voltamperes. Los circuitos derivados que alimenten dos o más salidas de equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, deben ser de no mayor de 30 amperes nominales. En unidades diferentes a una unidad de vivienda se permitirá que los equipos fijos de calefacción por rayos infrarrojos estén alimentados por circuitos derivados de 50 amperes como máximo.

b) Dimensionado de los circuitos derivados. Los motores y equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente se deben considerar como cargas continuas.

424-6. Equipo aprobado. Los calentadores eléctricos de pared, los cables de calefacción, los calentadores de ductos y los sistemas de calefacción radiante deben estar aprobados y etiquetados.

Parte B. Instalación

424-9. Generalidades. Se permitirá utilizar calentadores eléctricos de pared instalados permanentemente y equipados con salidas para contactos instalados en fábrica o salidas instaladas como un ensamble aprobado separado, en lugar de la salida de contacto exigida en 210-50(b). Dichas salidas de contacto no deben estar conectadas a los circuitos de los calentadores.

NOTA: Los calentadores de pared aprobados incluyen instrucciones que pueden prohibir su instalación bajo salidas para contacto.

424-10. Otros equipos. Los equipos y sistemas eléctricos fijos para calefacción de ambiente instalados por métodos diferentes a los presentados en este Artículo se podrán instalar mediante las instrucciones del fabricante.

424-11. Conductores de alimentación. Los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente que requieran conductores de alimentación con aislamiento de más de 60 °C, deben estar así marcados en una forma clara y permanente. Estas marcas deben ser visibles claramente después de la instalación y se permitirá que estén adyacentes a la caja de conexiones en la obra.

424-12. Lugares de instalación

a) Expuestos a daños físicos. Cuando los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente estén expuestos a daños físicos, se deben proteger de una manera aprobada.

b) Lugares húmedos o mojados. Los calentadores y equipos relacionados instalados en lugares húmedos o mojados deben estar aprobados para esos lugares y estar contruidos e instalados de modo que el agua u otros líquidos no entren ni se acumulen dentro o sobre las secciones con alambrado, los componentes eléctricos o las canalizaciones.

NOTA 1: Para equipos expuestos a agentes deteriorantes, véase 110-11.

NOTA 2: Para equipos en áreas alrededor de piscinas, véase 680-27(c).

424-13. Separación de materiales combustibles. Los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente deben instalarse dejando el espacio exigido entre los equipos y los materiales combustibles adyacentes, a menos que estén aprobados para instalación en contacto directo con material combustible.

Parte C. Control y protección de los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente

424-19. Medios de desconexión. Para todos los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, se deben instalar medios para desconectar simultáneamente el calentador, el controlador de motor y demás dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios, de todos los conductores de fase. Cuando el equipo de calefacción esté alimentado por más de una fuente, alimentador o circuito derivado, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar que tienen múltiples medios de desconexión. Cada medio de desconexión debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase que controla. Los medios de desconexión que se especifican en las secciones 424-19(a) y (b) deben tener un valor nominal en amperes que no sea menor al 125 por ciento de la carga total de los motores y los calentadores y deben poder ser bloqueados, de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

a) Equipo de calefacción con protección contra sobrecorriente suplementaria. El medio de desconexión del equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente con protección adicional contra sobrecorriente debe estar a la vista desde el dispositivo de protección contra sobrecorriente suplementario, en el lado de alimentación de dichos dispositivos, si fueran fusibles y, además, debe cumplir con lo establecido en 424-19(a)(1) o (a)(2).

1) Calentador que no tenga motor de más de 93 watts (¼ de hp). Se permitirá que los medios de desconexión especificados en la sección 424-19 o los interruptores unitarios que cumplan lo establecido en 424-19(c), sirvan como los medios de desconexión exigidos tanto para el controlador o controladores del motor como para el calentador, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) El medio de desconexión proporcionado está también a la vista desde el controlador o controladores del motor y del calentador.

(2) El medio de desconexión proporcionado se puede bloquear de acuerdo con 110-25.

2) Calentador con motor de más de 93 watts (¼ de hp). Se permitirá que el medio de desconexión arriba mencionado sirva como el medio de desconexión requerido tanto para el controlador o controladores del motor como para el calentador, bajo alguna de las condiciones siguientes:

(1) Cuando el medio de desconexión está a la vista desde el controlador del motor y del calentador y cumple con la Parte I del Artículo 430.

(2) Cuando un motor de más de 93 watts (¼ de hp) y el calentador están equipados con un interruptor monofásico individual que cumple con 422-34(a), (b), (c) o (d), se permitirá que los medios de desconexión estén fuera de la vista de controlador de motores.

b) Equipo de calefacción sin protección contra sobrecorriente suplementaria.

1) Sin motor o con motor no mayor de 93 watts (¼ de hp). En los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente sin motor de más de 93 watts (¼ de hp), se permitirá que el interruptor automático o desconectador del circuito derivado sirvan como medio de desconexión si dicho desconectador o interruptor automático está a la vista desde el calentador o se puede bloquear de acuerdo con 110-25.

2) Con motor mayor de 93 watts (¼ de hp). En los equipos eléctricos para calefacción de ambiente accionados por motor de más de 93 watts (¼ de hp), debe haber un medio de desconexión ubicado al alcance de la vista desde el controlador del motor, o se permitirá que cumpla con los requisitos de 424-19(a)(2).

c) Interruptores unitarios como medios de desconexión. Se permitirá utilizar como medios de desconexión exigidos en este Artículo, los interruptores unitarios que son parte del calefactor fijo marcado con la posición de “apagado” que desconecten todos los conductores de fase, cuando haya instalados otros medios de desconexión en los tipos de lugares siguientes:

1) Conjuntos multifamiliares. En las viviendas multifamiliares, el otro medio de desconexión debe estar dentro de la unidad de vivienda o en el mismo piso que la unidad de vivienda en la cual esté instalado el calentador fijo y se permitirá que también sirvan para controlar las lámparas y aparatos.

2) Viviendas dúplex. En las viviendas dúplex se permitirá que el otro medio de desconexión esté dentro o fuera de la unidad de vivienda en la que esté instalado el calentador fijo. En este caso se permitirá instalar un desconectador individual o interruptor automático para la vivienda, que también puede servir para controlar las lámparas y aparatos.

3) Viviendas unifamiliares. En las viviendas unifamiliares se permitirá que el otro medio de desconexión sea el medio de desconexión de acometida.

4) Otros lugares. En otros lugares, se permitirá que el medio de desconexión sea el interruptor del circuito derivado o interruptor automático, siempre que sea fácilmente accesible cuando haya que dar servicio al calentador fijo.

424-20. Dispositivos de desconexión controlados por termostato.

a) Que funcionan como controladores y como medios de desconexión. Se permitirá que los dispositivos de desconexión controlados por termostato y las combinaciones de termostatos con interruptores controlados manualmente, sirvan al mismo tiempo como controladores y como medios de desconexión, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) Que tengan marcada su posición de apagado “off”.
- (2) Que cuando se pongan manualmente en la posición de apagado “off” abran directamente todos los conductores de fase.
- (3) Que estén diseñados de modo que el circuito no se pueda energizar automáticamente una vez que el dispositivo ha sido puesto manualmente en la posición de apagado “off”.
- (4) Que estén ubicados tal como se indica en 424-19.

b) Termostatos que no interrumpen directamente todos los conductores de fase. No se exigirá que los termostatos que no interrumpen directamente todos los conductores de fase y los termostatos que accionan circuitos a control remoto cumplan los requisitos de 424-20(a). Estos dispositivos no se permitirán como los medios de desconexión.

424-21. Desconectadores e interruptores automáticos con indicador. Los desconectadores e interruptores automáticos usados como medios de desconexión deben ser del tipo indicador de posición: abierto, cerrado o falla.

424-22. Protección contra sobrecorriente.

a) Dispositivos para circuitos derivados. Se permitirá que los equipos eléctricos para calefacción de ambiente que no estén accionados por motor y que según se requiere en los Artículos 430 y 440, tengan protección adicional contra sobrecorriente, estén protegidos contra sobrecorriente cuando estén alimentados por uno de los circuitos derivados referidos en el Artículo 210.

b) Elementos de resistencia. Los elementos calefactores tipo resistencia de los equipos eléctricos para calefacción de ambiente, deben estar protegidos a no más de 60 amperes. Los equipos de más de 48 amperes nominales que utilicen estos elementos deben tener los elementos calefactores subdivididos, y cada carga subdividida no debe exceder los 48 amperes. Cuando una carga subdividida es menor a 48 amperes, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente suplementario debe cumplir lo establecido en 424-3(b). Se permitirá una caldera que emplee resistencias de inmersión de tipo resistencia contenidas en un recipiente para cumplir con 424-72(a).

c) Dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios para las cargas subdivididas que se especifican en 424-22(b) deben:

- (1) Estar instalados en fábrica dentro o sobre el envoltorio del calefactor o proporcionado por el fabricante para usarlo como calefactor como un ensamble separado;
- (2) Ser accesibles, aunque no necesariamente con facilidad; y
- (3) Ser adecuados para la protección del circuito derivado.

NOTA: Véase 240-10. Cuando esta protección contra sobrecorriente se realice mediante fusibles de cartucho, se permitirá utilizar un sólo medio de desconexión para las distintas cargas subdivididas.

NOTA 1: Para la protección contra sobrecorriente suplementaria, véase 240-10.

NOTA 2: Para los medios de desconexión para fusibles de cartuchos en circuitos de cualquier tensión, véase 240-40.

d) Conductores del circuito derivado. Los conductores que alimentan los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente, se deben considerar conductores del circuito derivado. Cuando los calentadores sean de 50 kilowatts nominales o más, se permitirá que los conductores que alimentan los dispositivos de protección contra sobrecorriente adicionales especificados en 424-22(c) estén dimensionados a no menos del 100 por ciento del valor nominal del calentador indicado en su placa de datos, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (1) Que el calentador esté marcado con el tamaño mínimo del conductor.
- (2) Que los conductores no sean de tamaño menor al mínimo marcado.
- (3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.

e) Conductores para cargas subdivididas. Los conductores alambrados en sitio entre el calentador y los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente, deben dimensionarse a no menos del 125 por ciento de las cargas alimentadas. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios especificados en 424-22(c) deben proteger estos conductores, según lo que establece 240-4.

Cuando los calentadores sean de 50 kilowatts nominales o más, se permitirá que la ampacidad de los conductores instalados en sitio, entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios no debe ser menor del 100 por ciento de la carga de sus circuitos subdivididos respectivos, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (1) Que el calentador esté marcado con el tamaño mínimo del conductor.
- (2) Que los conductores no sean de tamaño menor al mínimo marcado.
- (3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo accionado por temperatura.

Parte D. Marcado de los equipos de calefacción

424-28. Placa de datos.

a) Información requerida. Cada unidad del equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente debe tener una placa de datos con un nombre de identificación y su valor nominal en volts y watts o en volts y amperes. Los equipos eléctricos para calefacción de ambiente proyectados para conectarlos únicamente a corriente continua o únicamente a corriente alterna, o a ambos, deben estar marcados para indicarlo así. En los equipos que incorporen motores de más de 93 watts (1/8 de hp) y otras cargas, el marcado debe especificar el valor nominal del motor en volts, amperes y frecuencia, y la carga de calefacción en volts y watts o en volts y amperes.

b) Ubicación. La placa de datos debe estar ubicada de modo que sea visible o fácilmente accesible después de la instalación.

424-29. Marcado de los elementos de calefacción. Todos los elementos de calefacción que se puedan reemplazar en sitio y formen parte del calentador eléctrico, deben tener marcas legibles con valores nominales en volts y watts o en volts y amperes.

Parte E. Cables para calefacción eléctrica de ambiente

424-34. Construcción de los cables para calefacción. Los cables para calefacción se deben suministrar con las terminales no calentadoras ensamblados en fábrica, de mínimo 2.10 metros de longitud.

424-35. Marcado de los cables para calefacción. Cada unidad debe estar marcada con el nombre o símbolo de identificación, el número de catálogo y su valor nominal en volts y watts o en volts y amperes.

424-36. Separación del alambrado con el plafón. El alambrado ubicado sobre plafones con calefacción debe estar a una distancia por encima del plafón no menor a 5 centímetros del plafón. La ampacidad de los conductores se debe calcular con base en una temperatura ambiente de 50 °C y aplicando los factores de corrección aplicables presentados en las tablas de ampacidad de 0 a 2000 volts del Artículo 310. Si este alambrado está localizado sobre un aislamiento térmico con un espesor mínimo de 5 centímetros, no se exigirá corrección por temperatura.

424-38. Restricciones de área.

a) Extendiéndose más allá del cuarto o área. Debe permitirse que los cables de calefacción se extiendan más allá del cuarto o área en el que se originan.

b) Usos no permitidos. No se permitirá instalar cables de calefacción:

- (1) En clósets de ropa diferentes a los descritos en la sección 424-38(c).
- (2) Sobre la parte alta de las paredes donde la pared intercepta con el plafón.
- (3) Sobre divisiones que se extiendan hasta el plafón, a menos que sean tramos unitarios aislados de cable empotrado.
- (4) Bajo o a través de las paredes.
- (5) Sobre gabinetes cuya distancia hasta el plafón sea menor que la dimensión mínima horizontal del gabinete hasta el borde más próximo del gabinete que esté abierto hacia el cuarto o área.
- (6) En las paredes de la tina y de la ducha.
- (7) Bajo los gabinetes o construcciones similares que no tienen espacio al suelo

c) En los plafones de clósets de ropa, como fuentes de calefacción de baja temperatura para controlar la humedad relativa. Las disposiciones de 424-38(b) no deben evitar el uso de cables en los plafones de los clósets de ropa como fuentes de calefacción de baja temperatura para controlar la humedad relativa, siempre que se utilicen sólo en las partes del plafón que no estén obstruidas hasta el piso por anaqueles u otras luminarias permanentes.

424-39. Separación de otros objetos y aberturas. Los elementos calefactores de los cables instalados en plafones deben estar separados por lo menos 20 centímetros del borde de las cajas de salida y de las cajas de empalme que se vayan a utilizar para montar luminarias en superficie. Se debe dejar una distancia no menor a 5 centímetros desde las luminarias empotradas y sus acabados, aberturas de ventilación y otras aberturas similares en la superficie del cuarto. Ningún cable de calefacción debe estar cubierto por algún equipo de montaje superficial.

424-40. Empalmes. La longitud del cable de calefacción sólo deberá modificarse utilizando los empalmes identificados en las instrucciones del fabricante.

424-41. Instalación en plafones de cables de calefacción en paneles de madera, en yeso y en plafones de concreto.

a) En paredes. Los cables de calefacción no se deben instalar en paredes, a menos que sea necesario instalar un solo tramo de cable separado, sobre una superficie vertical para alcanzar un plafón suspendido.

b) Tramos adyacentes. Los tramos adyacentes de cable de calefacción se deberán instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

c) Superficies donde se colocan. Los cables de calefacción sólo se deben aplicar sobre panel de yeso, tiras con revestimiento de yeso u otros materiales resistentes al fuego. Con tiras metálicas u otras superficies conductoras de electricidad se debe aplicar una capa de yeso u otros medios empleados de acuerdo con las instrucciones del fabricante para separar completamente la tira metálica o superficie conductora del cable.

NOTA: Véase también 424-41(f).

d) Empalmes. Todos los cables de calefacción, el empalme entre el cable de calefacción y la punta no calefactora y, mínimo 7.50 centímetros de punta no calefactora, deben estar empotrados en el yeso o en el panel de madera, de la misma manera que el cable de calefacción.

e) Superficie del plafón. Toda la superficie del plafón debe tener un terminado estucado térmicamente no aislante, de un espesor de 1.30 centímetros u otro material no aislante identificado como adecuado para este uso y aplicado de acuerdo con el espesor e instrucciones especificadas.

f) Aseguramiento. Los cables deben estar asegurados por medio de grapas, cinta, yeso, separadores no metálicos u otros medios aprobados, a intervalos no mayores a 40 centímetros o a intervalos que no excedan 1.80 metros para cables identificados para este uso. Las grapas o sujetadores metálicos que rodeen el cable no se deben utilizar sobre tiras metálicas u otras superficies conductoras de electricidad.

g) Instalación en paneles de madera. En las instalaciones en paneles de madera, todo el plafón bajo el cable de calefacción debe estar cubierto por un panel de yeso de máximo 13 centímetros de espesor. El espacio que quede entre la capa superior del panel de yeso, de las tiras de yeso u otro material resistente al fuego y la capa superficial del panel de yeso, se debe rellenar completamente con yeso que no se contraiga y que sea térmicamente conductor o con otro material aprobado de conductividad térmica equivalente.

h) Libres de contacto con superficies conductoras. Los cables se deben mantener libres de contactos con superficies metálicas u otras superficies conductoras de electricidad.

i) Vigas. En aplicaciones con paneles de madera enyesada, el cable se debe instalar paralelo a la viga, dejando un espacio centrado de 6.50 centímetros de ancho bajo la viga, entre los centros de los tramos de cables adyacentes. Se debe colocar una capa superficial de panel de yeso para que los clavos u otros medios de fijación no perforen el cable de calefacción.

j) Cruzando las vigas. Los cables sólo deben cruzar las vigas en los extremos del cuarto, a menos que se exija que el cable cruce las vigas en otros sitios, para satisfacer las instrucciones del fabricante que se evite colocar el cable demasiado cerca de los huecos del plafón o de las luminarias.

424-42. Acabado de los plafones. Los plafones no se deben cubrir con paneles o vigas decorativas contruidos de materiales térmicamente aislantes, tales como madera, fibra o plástico. Se permitirá hacer el acabado de los plafones con pintura, papel tapiz u otro acabado aprobado.

424-43. Instalación de las terminales no calefactoras de los cables.

a) Terminales libres no calentadoras. Las terminales libres no calefactoras de los cables se deben instalar de acuerdo con los métodos de alambrado aprobados, desde la caja de empalme hasta el lugar donde vayan dentro del plafón. Se permitirá que estas instalaciones sean monoconductores en canalizaciones aprobadas, cables monoconductores o multiconductores de los tipos UF, NMC o MI u otros conductores aprobados.

b) Terminales en cajas de conexiones. Dentro de la caja de conexiones, las terminales libres no calefactoras deben tener una longitud no menor a 15 centímetros. El marcado de las terminales debe ser visible en la caja de conexiones.

c) Partes sobrantes de las terminales. La parte sobrante de las terminales no calefactoras del cable de calefacción, no se debe cortar, sino que se debe sujetar en la parte inferior del plafón y se debe cubrir con yeso u otro material aprobado, dejando sólo un tramo suficiente para que llegue a la caja de empalme, con una longitud no menor a 15 centímetros dentro de la caja.

424-44. Instalación de cables en pisos vaciados de concreto o mampostería.

a) Tramos adyacentes. Los tramos adyacentes de cable de calefacción deben ser instalados de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

b) Fijados en su sitio. Los cables se deben asegurar en su sitio una vez instalados, mediante bastidores o separadores no metálicos u otros medios aprobados, mientras se aplica el concreto u otro acabado.

c) Terminales protegidas. En los puntos donde las terminales salgan del piso, se deben proteger mediante tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido no metálico, Tubo conduit metálico ligero o por otros medios aprobados.

d) Pasacables u otros accesorios aprobados. Cuando las terminales salgan del piso se deben utilizar pasacables o accesorios aprobados.

e) Protección con interruptores del circuito contra fallas a tierra. La protección para el personal con interruptores del circuito contra fallas a tierra se debe proporcionar para los cables instalados en pisos con calefacción eléctrica en cuartos de baño, cocinas y los lugares de tinas para hidromasajes.

424-45. Instalación de cables bajo recubrimientos de pisos.

a) Identificación. Los cables de calefacción para la instalación bajo el revestimiento de suelo deben ser identificados como aptos para la instalación bajo revestimiento de piso.

b) Juntas de expansión. No se instalarán cables de calefacción en los puntos de unión de las juntas de dilatación, a menos que estén provistos de accesorios de expansión y contracción aplicables a la fabricación del cable.

c) Conexión a conductores. Los cables de calefacción deberán estar conectados a los circuitos derivados y de alimentación mediante los métodos de cableado descritos en las instrucciones de instalación o como se reconoce en el Capítulo 3.

d) Anclaje. Los cables de calefacción deben colocarse o asegurarse en su lugar bajo el revestimiento del suelo, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

e) Protección de Interruptor de Circuito de Falla a Tierra (GFCI). Deberá proporcionarse protección con interruptores de circuito por falla a tierra para las personas.

f) Trenza o funda de conexión a tierra. Los medios de puesta a tierra, como la trenza de cobre, la funda metálica u otros medios aprobados, se proporcionarán como parte de la longitud calentada.

424-46. Inspección y pruebas. La instalación de los cables se debe hacer con el debido cuidado para evitar daños a los ensambles de cables y se deben inspeccionar y aprobar antes de ocultarlos o cubrirlos.

424-47. Etiqueta proporcionada por el fabricante. Los fabricantes de cables eléctricos de calefacción ambiental deberán proporcionar etiquetas de marcado que indiquen que la instalación de calefacción ambiental incorpora cables eléctricos de calefacción del espacio e instrucciones de que las etiquetas se fijarán a los tableros para identificar qué circuitos derivados alimentan los circuitos de esas instalaciones de calefacción. Si las instalaciones eléctricas de cable de calefacción del espacio se pueden distinguir después de la instalación, no se exigirá que las etiquetas estén colocadas y fijadas en los tableros.

Parte F. Calentadores en ductos

424-57. Generalidades. La Parte F se debe aplicar a cualquier calentador montado en la corriente de aire de un sistema de ventilación forzada, cuando la unidad de desplazamiento del aire no forme parte integral del equipo.

424-58. Identificación. Los calentadores instalados en ductos de aire deben estar identificados como adecuados para ese tipo de instalación.

424-59. Circulación de aire. Se deben instalar medios adecuados que aseguren una circulación de aire uniforme y adecuada sobre la parte frontal del calentador, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

NOTA: Los calentadores instalados a una distancia no mayor de 1.20 metros de la salida de un dispositivo de desplazamiento de aire, bomba de calor, aire acondicionado, codos, deflectores u otros obstáculos que haya en los ductos de aire, pueden requerir de aspas giratorias, placas de presión u otros dispositivos en el lado de la entrada del calentador en el ducto, para asegurar una distribución uniforme del aire sobre la parte frontal del calefactor.

424-60. Temperatura de admisión elevada. Los calentadores de ductos que estén proyectados para su uso con aire de admisión a elevada temperatura deben estar identificados como adecuados para uso a esas temperaturas.

424-61. Instalación de calentadores de ductos con bombas de calor y equipos de aire acondicionado. Las bombas de calor y equipos de aire acondicionado con calentadores en ductos ubicados a menos de 1.20 metros de la bomba de calor o del equipo de aire acondicionado, deben estar identificados tanto el calefactor en ductos, como la bomba de calor o el equipo de aire acondicionado, como adecuados para dicho tipo de instalaciones y deben estar así marcados.

424-62. Condensación. Los calentadores en ductos utilizados con equipos de acondicionamiento de aire u otros equipos de refrigeración del aire que puedan producir condensación de la humedad, deben estar identificados como adecuados para uso con equipos de aire acondicionado.

424-63. Bloqueo del circuito de ventilación. Se deben proporcionar los medios para asegurar que el circuito del ventilador se energice cuando se energice el circuito de cualquier calentador. No obstante, se permitirá instalar dispositivos de retardo para la energización del motor del ventilador, controlados por tiempo o por temperatura.

424-64. Controles de límites. Todos los calentadores de ductos deben tener un control integrado y aprobado de limitación de temperatura con reposición automática, para desenergizar el circuito o circuitos. Además, todos los calentadores en ductos deben tener uno o varios dispositivos de control integrados, independientes y complementarios, que desconecten un número suficiente de conductores para interrumpir el flujo de corriente. Este dispositivo debe ser de reposición manual.

424-65. Ubicación de los medios de desconexión. El equipo de control de los calentadores en ductos debe ser accesible, con un medio de desconexión instalado en el controlador o a la vista desde el mismo o como se permite en 424-19(a).

424-66. Instalación. Los calentadores de ductos se deben instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y de un modo tal que su funcionamiento no cree peligro para las personas o la propiedad. Además, los calentadores en ductos deben estar ubicados con respecto a los elementos de la construcción del edificio y otros equipos, de modo que permitan el acceso al calentador. Se debe dejar espacio suficiente para reemplazar los elementos de control y de calefacción, y para ajustar y limpiar los controles y otras partes que requieran dicha atención. Véase 110-26.

Parte G. Calderas del tipo con resistencia

424-70. Alcance. Las disposiciones de la Parte G de este Artículo se deben aplicar a las calderas cuyos elementos de calefacción sean de tipo resistencia. Véase la Parte H de este Artículo para calderas de electrodos.

424-71. Identificación. Las calderas del tipo con resistencia deben estar identificadas como adecuadas para su instalación.

424-72. Protección contra sobrecorriente

a) Calderas que emplean elementos de calefacción eléctricos del tipo resistencia inmersa montados en un recipiente calibrado y sellado. Una caldera con elementos de calefacción eléctricos del tipo resistencia inmersa en un recipiente calibrado y sellado, debe tener los elementos de calefacción protegidos a 150 amperes como máximo. Si esa caldera tiene un valor nominal mayor a 120 amperes, debe tener los elementos de calefacción subdivididos en cargas que no excedan los 120 amperes. Cuando una carga subdividida sea menor a 120 amperes, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en 424-3(b).

b) Calderas que emplean elementos de calefacción eléctricos de tipo resistencia de más de 48 amperes y no contenidos en un recipiente calibrado. Una caldera con elementos de calefacción eléctricos de tipo resistencia no contenidos en un recipiente calibrado, debe tener los elementos de calefacción protegidos a no más de 60 amperes. Si esa caldera tiene un valor nominal mayor a 48 amperes, debe tener los elementos de calefacción subdivididos en cargas que no excedan los 48 amperes. Cuando una carga subdividida sea menor a 48 amperes, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en 424-3(b).

c) Dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente suplementarios para las cargas subdivididas a las que hacen referencia 424-72(a) y (b) deben ser:

- (1) Instalados en fábrica dentro o sobre el envoltorio de la caldera o proporcionados como un ensamble separado por el fabricante de la caldera.
- (2) Accesibles, pero no es necesario que sea fácilmente accesible.
- (3) Adecuados para la protección del circuito derivado.

Cuando esta protección contra sobrecorriente se haga por medio de fusibles de cartucho, se permitirá instalar un solo medio de desconexión para varios de los circuitos subdivididos. Véase 240-40.

d) Conductores que alimentan los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios. Los conductores que alimentan estos dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente suplementarios, se deben considerar como conductores del circuito derivado.

En calentadores de 50 kilowatts o más, se permitirá que los conductores que alimentan el dispositivo de protección contra sobrecorriente especificados en 424-72(c) estén dimensionados a no menos del 100 por ciento del valor nominal de la placa de datos del calentador, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) Que el calefactor esté marcado con el tamaño mínimo de los conductores.
- (2) Que los conductores no sean de un tamaño menor al mínimo marcado, y
- (3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura o presión.

e) Conductores para las cargas subdivididas. Los conductores alambrados en sitio, entre el calentador y los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente, deben estar dimensionados a no menos del 125 por ciento de la carga alimentada. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementaria especificados en 424-72(c) deben proteger estos conductores, de acuerdo con 240-4.

Cuando los calentadores estén clasificados para 50 kilowatts o más, se permitirá que la ampacidad de los conductores alambrados en sitio entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente sea no menos del 100 por ciento de la carga de los respectivos circuitos subdivididos, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) Que el calefactor esté marcado con el tamaño mínimo de los conductores.
- (2) Que los conductores no sean de un tamaño menor al mínimo marcado, y
- (3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.

424-73. Control del límite de sobretemperatura. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, deben estar equipadas con medios de limitación sensibles a la temperatura. Se deben instalar para que limiten la temperatura máxima del líquido y que desconecten directa o indirectamente todos los conductores de fase de los elementos de calefacción. Dichos medios deben ser adicionales al sistema regulador de la temperatura y a cualquier otro dispositivo que proteja al tanque contra la presión excesiva.

424-74. Control del límite de sobrepresión. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, de líquido a vapor, deben estar equipadas con medios de limitación sensibles a la presión. Se deben instalar para limitar la presión máxima y deben desconectar directa o indirectamente todos los conductores de fase de los elementos de calefacción. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de presión y a cualquier otro dispositivo que proteja al tanque contra la presión excesiva.

Parte H. Calderas del tipo con electrodos

424-80. Alcance. Las disposiciones de la Parte H de este Artículo se deben aplicar a las calderas que funcionen a 600 volts nominales o menos, y en las que el calor se genera por el paso de corriente entre electrodos a través del líquido que se calienta.

NOTA: Para calderas de más de 600 volts, véase la Parte E del Artículo 490.

424-81. Identificación. Las calderas del tipo con electrodos deben estar identificadas como adecuadas para su instalación.

424-82. Requisitos de los circuitos derivados. El tamaño de los conductores del circuito derivado y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente se debe calcular con base en el 125 por ciento de la carga total (sin incluir motores). Se permitirá que un contactor, relevador u otro dispositivo aprobado para su funcionamiento continuo al 100 por ciento del valor nominal, alimente su carga total especificada. Véase 210-19(a), Excepción.

Las disposiciones de esta sección no se aplican a los conductores que formen parte integral de una caldera aprobada.

Cuando una caldera de electrodos está clasificada para 50 kilowatts o más, se permitirá que los conductores que alimentan el electrodo de la caldera estén dimensionados a no menos del 100 por ciento del valor nominal de la placa de datos de la caldera de electrodos, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) Que la caldera de electrodos esté marcada con el tamaño mínimo de los conductores.
- (2) Que los conductores no sean de un tamaño menor al mínimo marcado, y
- (3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura o presión.

424-83. Control del límite de sobret temperatura. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, deben estar equipadas con medios de limitación sensibles a la temperatura. Se deben instalar para que limiten la temperatura máxima del líquido y que interrumpan directa o indirectamente todo el flujo de corriente a través de los electrodos. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de la temperatura y a cualquier otro dispositivo que proteja el tanque contra la presión excesiva.

424-84. Control del límite de sobrepresión. Todas las calderas, diseñadas para que en funcionamiento normal se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, de líquido a vapor, deben estar equipadas con un medio de limitación sensible a la presión. Se deben instalar para limitar la presión máxima y deben interrumpir directa o indirectamente todo el flujo de corriente a través de los electrodos. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de presión y a cualquier otro dispositivo que proteja el tanque contra la presión excesiva.

424-85. Puesta a tierra. En las calderas diseñadas de modo que las corrientes de falla no pasen a través del recipiente a presión y que el recipiente a presión esté eléctricamente separado de los electrodos, todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, incluido el recipiente a presión y las tuberías de suministro y de retorno, deben estar puestos a tierra. En todos los demás diseños, el recipiente a presión que contenga los electrodos debe estar separado físicamente y aislado eléctricamente de tierra.

424-86. Marcado. Todas las calderas del tipo con electrodos deben estar marcadas con lo siguiente:

- (1) El nombre del fabricante.
- (2) Valores nominales en volts, amperes y kilowatts.
- (3) El suministro eléctrico necesario, especificando la frecuencia, número de fases y de conductores.
- (4) La indicación: "Caldera del tipo con electrodos".
- (5) Una advertencia que indique: "Antes de efectuar servicio a la caldera, incluido el recipiente a presión, se deben desconectar todas sus fuentes de alimentación". Una etiqueta o marca aplicada en campo debe cumplir con 110-21(b)

La placa de datos debe estar ubicada de modo que quede visible después de la instalación.

Parte I. Paneles eléctricos de calefacción radiante y conjuntos de paneles de calefacción

424-90. Alcance. Las disposiciones de la Parte I de este Artículo se deben aplicar a los paneles de calefacción radiante y a los conjuntos de paneles de calefacción.

424-91. Definiciones.

Panel de calefacción. Ensamble completo equipado con una caja de empalmes o un tramo de tubo conduit flexible para su conexión a un circuito derivado.

Conjunto de paneles de calefacción. Conjunto rígido o no rígido dotado de terminales no calefactores o de un ensamble terminal de unión, identificado como adecuado para su conexión a un sistema de alimentación eléctrica.

424-92. Marcado.

a) Ubicación. Las marcas deben ser permanentes y deben estar en un lugar que sea visible después de aplicar el acabado a los paneles.

b) Identificados como adecuados. Todos los paneles deben estar identificados como adecuados para la instalación.

c) Marcado requerido. Cada unidad debe ir marcada con un nombre o símbolo de identificación, número de catálogo y su valor nominal en volts y watts, o en volts y amperes.

424-93. Instalación.**a) Generalidades.**

1) Instrucciones del fabricante. Los paneles de calefacción y los conjuntos de paneles de calefacción se deben instalar siguiendo las instrucciones del fabricante.

2) Lugares no permitidos. La parte de calefacción no debe instalarse como sigue:

- (1) En o detrás de superficies en las que pueda estar sometida a daños físicos.
- (2) A través o sobre paredes, divisiones, alacenas o partes similares de estructuras que lleguen hasta el plafón.
- (3) En aislamientos térmicos o a través de ellos, pero se permitirá que estén en contacto con la superficie de un aislamiento térmico.

3) Separación de las salidas para luminarias. Los bordes de los paneles y conjuntos de paneles deben estar separados una distancia no menor de 20 centímetros de los extremos de cualquier caja de conexiones y caja de salida que se utilice para montar luminarias en superficie. Se debe dejar un espacio no menor a 5 centímetros desde las luminarias empotradas y sus guarniciones, aberturas de ventilación y otras aberturas similares en la superficie del cuarto, a menos que los paneles de calefacción o conjuntos de paneles estén aprobados y marcados para distancias menores, en cuyo caso, se permitirá instalarlos a las distancias marcadas. Se debe dejar espacio suficiente para asegurar que ningún panel o conjunto de paneles de calefacción quede cubierto por alguna unidad montada.

4) Superficies que cubren los paneles de calefacción. Una vez instalados e inspeccionados los paneles o conjuntos de paneles de calefacción, se permitirá instalar una cubierta que haya sido identificada en las instrucciones del fabricante como adecuada para esa instalación. La cubierta debe asegurarse de modo que los clavos u otros elementos de sujeción no perforen los paneles o conjuntos de paneles de calefacción.

5) Cubiertas superficiales. Se permitirá que las cubiertas admitidas en 424-93(a)(4) tengan acabados con pintura, papel tapiz u otros recubrimientos aprobados e identificados como adecuados en las instrucciones del fabricante.

b) Conjuntos de paneles de calefacción.

1) Ubicación del montaje. Se permitirá asegurar los conjuntos de paneles de calefacción a la cara inferior de las vigas o montados entre vigas, cabezales o listones clavados.

2) Paralelos a las vigas o los listones clavados. Los conjuntos de paneles de calefacción se deben instalar paralelos a las vigas o a los listones clavados.

3) Instalación de clavos, grapas u otros elementos de sujeción. El clavado o engrapado de los conjuntos de paneles de calefacción se debe hacer únicamente a través de las partes no calefactoras proporcionadas para este fin. Los conjuntos de paneles de calefacción no se deben cortar ni perforar con clavos en ningún punto a menos de 6 milímetros del elemento. No se deben usar clavos, grapas ni ningún otro elemento de sujeción que puedan penetrar las partes portadoras de corriente.

4) Instalados como unidades completas. Los conjuntos de paneles de calefacción se deben instalar como unidades completas, a menos que estén aprobados e identificados para cortarse en sitio de una manera aprobada.

424-94. Distancia del alambrado en los plafones. El alambrado colocado arriba del plafón calentado debe espaciarse no menos de 5 centímetros sobre el plafón calentado. La ampacidad se debe calcular considerando una temperatura ambiente de 50 °C y aplicando los factores de corrección dados en las tablas de ampacidad, de 0 a 2000 volts, del Artículo 310. No se exigirá aplicar factores de corrección por temperatura si el alambrado está colocado sobre aislamientos térmicos con un espesor mínimo de 5 centímetros.

424-95. Ubicación de los circuitos derivados y alimentadores en paredes.

a) Paredes exteriores. Los métodos de cableado deben cumplir lo establecido en el Artículo 300 y 310-15(a)(3).

b) Paredes interiores. La ampacidad de todo el cableado instalado detrás de paneles o conjuntos de paneles de calefacción ubicados en paredes o divisiones interiores, deberán ser calculados asumiendo que operan a una temperatura ambiente de 40 °C y aplicando los factores de corrección de las tablas de ampacidad de 0 a 2000 volts del Artículo 310.

424-96. Conexión a los conductores del circuito derivado.

a) Generalidades. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción ensamblados en sitio de modo que formen una instalación de calefacción en un cuarto o área se deben conectar siguiendo las instrucciones del fabricante.

b) Paneles de calefacción. Los paneles de calefacción se deben conectar al circuito derivado mediante un método aprobado.

c) Conjuntos de paneles de calefacción.

1) Conexión al circuito derivado. Los conjuntos de paneles de calefacción se deben conectar al circuito derivado mediante un método identificado como adecuado para ese fin.

2) Ensamble de conjunto de paneles con terminales de unión. Se permitirá que, en un ensamble de paneles de calefacción equipado con un ensamble de terminales de unión, las terminales no calefactoras sean conectados en el momento de su instalación, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

424-97. Terminales no calefactoras. Se permitirá que los sobrantes de las terminales no calefactoras de los paneles o conjuntos de paneles de calefacción se corten a la longitud necesaria como se indique en las instrucciones de instalación del fabricante. Las terminales no calefactoras que son parte integral de un panel o conjunto de paneles de calefacción ya sean fijados o proporcionados por el fabricante como parte de un ensamble de unión terminal no estarán sujetas a los requisitos de ampacidad de los circuitos derivados de 424-3(b).

424-98. Instalación en concreto o mampostería.

a) Asegurados en sitio e identificados como adecuados. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción se deben asegurar en su sitio por los medios especificados en las instrucciones del fabricante e identificados como adecuados para la instalación.

b) Juntas de expansión. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que se hagan las provisiones para la dilatación y la contracción.

c) Separación. Se debe mantener una separación entre los paneles o conjuntos de paneles de calefacción y los elementos metálicos empotrados en el piso. Se permitirá que los paneles de calefacción con armadura metálica puesta a tierra estén en contacto con el metal empotrado en el piso.

d) Protección de las terminales. Donde las terminales salgan del piso, se deben proteger mediante tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido no metálico, Tubo conduit metálico ligero o cualquier otro medio aprobado.

e) Pasacables y accesorios. Donde las terminales salgan de las losas del piso, se deben utilizar pasacables o accesorios aprobados.

424-99. Instalación bajo el revestimiento del piso.

a) Identificación. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción para instalación bajo el recubrimiento del piso deben estar identificados como adecuados para su instalación bajo el recubrimiento del piso.

b) Instalación. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción aprobados, si se instalan bajo el recubrimiento del piso, deben estar sobre superficies lisas y planas, de acuerdo con las instrucciones del fabricante y además, deben cumplir las disposiciones siguientes:

1) Juntas de expansión. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que estén protegidos contra la dilatación y la contracción.

2) Conexión a los conductores. Los paneles y conjuntos de paneles de calefacción se deben conectar al alambrado del circuito derivado y al de alimentación mediante métodos reconocidos en el Capítulo 3.

3) Anclaje. Los paneles y conjuntos de paneles de calefacción se deben anclar firmemente al piso mediante un adhesivo o un sistema de anclaje identificado para dicho uso.

4) Cubiertas. Una vez instalados e inspeccionados los paneles o conjuntos de paneles de calefacción, se permitirá cubrirlos mediante un recubrimiento para piso que esté identificado por el fabricante como adecuado para la instalación.

5) Protección GFCI. Los circuitos derivados que alimentan los paneles y conjuntos de paneles de calefacción deberán tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal.

6) Trenza o funda de puesta a tierra. Excluidas las terminales no calefactoras, los medios de conexión a tierra, como la trenza de cobre, la funda metálica u otros medios, deberán estar provistos de o como parte integral del panel o conjunto de paneles de calefacción.

Parte J. Equipo eléctrico fijo de calefacción ambiental de baja tensión

424-100. Alcance. Los equipos eléctricos fijos de calefacción ambiental de baja tensión constarán de una fuente de alimentación aislada, calentadores de baja tensión y equipo asociado que están identificados para su uso en lugares secos.

424-101. Fuente de energía.

a) Unidad de potencia. La unidad de potencia deberá ser de tipo aislada con un valor nominal no superior a 25 amperes, 30 volts (42.4 volts pico) corriente alterna, o 60 volts corriente continua en todas las condiciones de carga.

b) Fuentes alternas de energía. Se permitirá que los equipos eléctricos fijos de calefacción ambiental de baja tensión sean alimentados directamente de una fuente de energía alterna, tal como la energía solar fotovoltaica (PV) o la energía eólica. Cuando se alimenten desde dicha fuente, la fuente y cualquier equipo de conversión de energía entre la fuente y el equipo de calefacción y su alimentación deberán estar aprobados y cumplir con la sección aplicable de esta NOM para la fuente usada. La salida de la fuente deberá cumplir con los límites establecidos en el inciso (a) inmediato anterior.

424-102. Equipos aprobados. El equipo eléctrico fijo de calefacción ambiental de baja tensión debe estar aprobado como un sistema completo.

424-103. Instalación.

a) General. El equipo deberá instalarse según las instrucciones de instalación del fabricante.

b) Tierra. Los circuitos secundarios no deben ser puestos a tierra.

c) Protección contra falla a tierra. No se requerirá protección contra falla a tierra.

424-104. Circuito derivado.

a) Se permitirá que los equipos sean alimentados por circuitos derivados que no superen los 30 amperes.

b) El equipo se considerará una carga de servicio continuo.

ARTÍCULO 425

EQUIPO PARA PROCESOS INDUSTRIALES DE CALEFACCIÓN DE RESISTENCIA FIJA Y DE ELECTRODO

Parte A. Generalidades

425-1. Alcance. Este artículo cubre el proceso de calefacción industrial fijo empleando resistencia eléctrica o la tecnología de la calefacción por electrodo. Para el propósito de este artículo, el equipo de calefacción debe incluir calderas, calderas de electrodos, calentadores de ductos, calentadores de banda, calentadores de inmersión, calentadores de aire de proceso u otro equipo eléctrico fijo aprobado utilizado para calentamiento de procesos industriales. El presente artículo no se aplicará a la calefacción y al aire acondicionado de los espacios para personas cubiertos por el artículo 424, los equipos de calefacción fijo para tuberías y recipientes a que se refiere el artículo 427, los equipos de inducción y de calentamiento dieléctrico cubiertos por el artículo 665 y los hornos industriales que incorporen elementos de calentamiento de carburo de silicio, molibdeno o grafito.

425-2. Otros artículos. Los equipos fijos de calefacción de procesos industriales que incorporen un compresor-motor hermético de refrigerante deberán cumplir también con el artículo 440.

425-3. Circuitos derivados.

a) Requisitos de Circuito derivado. A los circuitos derivados individuales se les permitirá suministrar cualquier cantidad de voltamperes o potencia nominal de los equipos de calefacción de procesos industriales fijos para los que estén clasificados.

b) Dimensionamiento del Circuito derivado. Los equipos fijos de calefacción para procesos industriales y los motores se considerarán cargas continuas.

Parte B. Instalación

425-8. General.

a) Ubicación. Los equipos fijos de calefacción de procesos industriales se localizarán con respecto a la construcción del edificio y otros equipos para permitir el acceso al equipo. Se mantendrá un espacio suficiente para permitir el remplazo de controles y elementos calefactores y para ajustar y limpiar los controles y otras partes que requieren tal atención.

b) Espacio de trabajo. El espacio de trabajo de los gabinetes eléctricos para equipos de calefacción de procesos industriales fijos que requieran supervisión, ajuste, servicio o mantenimiento mientras estén energizados deberá ser accesible, y el espacio de trabajo para el personal deberá cumplir 110-26 y 110-34, basado en la tensión de utilización a tierra.

Excepción: Solo en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas prestarán servicio a la instalación, se permitirá un espacio de trabajo menor que el requerido en 110-26 ó 110-34.

c) Por encima del nivel de suelo, piso o plataforma de trabajo. Cuando la envolvente esté situada por encima del nivel del suelo, del piso o de una plataforma de trabajo, se aplicarán todos los elementos siguientes:

- (1) La envolvente debe ser accesible.
- (2) El ancho del espacio de trabajo será el ancho de la envolvente o un mínimo de 76 cm, el que sea mayor.
- (3) La profundidad del espacio de trabajo debe cumplir con 110-26(a) o 110-34 basado en la tensión a tierra.
- (4) Todas las puertas o paneles con bisagras se abrirán al menos a 90 grados.

425-2. Aprobación. Todos los equipos fijos de calefacción de procesos industriales deberán estar instalados de manera aprobada.

425-11. Conductores de suministro. Los equipos fijos de calefacción de procesos industriales que requieran conductores de alimentación con aislamiento de más de 60 ° C deberán estar marcados de forma clara y permanente. Esta marca deberá ser claramente visible después de la instalación y se permitirá que esté adyacente a la caja de conexión en campo.

425-12. Ubicaciones.

a) Expuesto a daño físico. Cuando estén sujetos a daños físicos, los equipos fijos de calefacción de procesos industriales deberán estar protegidos de manera aprobada.

b) Lugares húmedos o mojados. Los equipos fijos de calefacción de procesos industriales instalados en lugares húmedos o mojados deben estar aprobados para tales ubicaciones y deben ser construidos e instalados de manera que el agua u otros líquidos no puedan entrar o acumularse en o sobre secciones cableadas, componentes eléctricos o ductos de trabajo.

NOTA: Véase 110-11 para equipos expuestos a agentes deteriorantes.

425-13. Espaciado de materiales combustibles. Los equipos fijos de calefacción de procesos industriales se instalarán proporcionando el espaciado requerido entre el equipo y el material combustible adyacente, a menos que esté aprobado para ser instalado en contacto directo con material combustible.

425-14. Equipo de calefacción industrial de lámpara infrarroja. En los establecimientos industriales, se permitirá que los portalámparas de los equipos de calefacción de procesos industriales por lámparas infrarrojas funcionen en serie en circuitos de más de 150 volts a tierra, siempre que el voltaje nominal de los portalámparas no sea menor que la tensión del circuito.

Cada sección, panel o tira que lleve una serie de portalámparas de infrarrojos, incluyendo el cableado de terminales de tal sección, panel o tira, se considerará como equipo de calentamiento industrial por infrarrojos. El bloque de conexión de terminal de cada conjunto se considerará una salida individual.

Parte C. Control y protección de equipos de calefacción de procesos industriales fijos

425-19. Medios de desconexión. Deberán proporcionarse medios para desconectar simultáneamente el calentador, el controlador del motor y los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios de todos los equipos de calefacción de procesos industriales fijos, los conductores de fase. Cuando el equipo de calentamiento es alimentado por más de una fuente, los medios de desconexión del alimentador o circuito derivado deben agruparse e identificarse que tienen múltiples medios de desconexión. Cada medio de desconexión desconectará simultáneamente todos los conductores de fase que controle. Los medios de desconexión especificados en 425-19(a) y (b) deberán tener corriente nominal no inferior al 125 por ciento de la carga total de los motores y los calentadores y deberán bloquearse de acuerdo con 110-25.

a) Equipo de calefacción con protección de sobrecorriente suplementaria. Los medios de desconexión para equipos de calefacción de procesos industriales fijos con protección contra sobrecorriente suplementaria deberán estar a la vista de los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios, en el lado de suministro de estos dispositivos, si son fusibles y, además, cumplir con (1) o (2) siguientes

1) Calentador que no contiene un motor mayor a 93 W (1/8 hp). Se permitirá que los medios de desconexión especificados en 425-19 o los interruptores unitarios que cumplan con 425-19(c) sirvan como los medios de desconexión requeridos tanto para el controlador de motor como para el calentador bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Los medios de desconexión proporcionados también están a la vista de los controladores del motor y del calentador.

(2) Los medios de desconexión pueden bloquearse de acuerdo con la sección 110-25.

2) Calentador que contiene un motor(es) mayor a 93 W (1/8 hp). Se permitirá que los medios de desconexión anteriores sirvan como los medios de desconexión requeridos tanto para el (los) controlador (es) de motor como para el calentador bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Los medios de desconexión están a la vista de los controladores del motor y del calentador y cumplen con la Parte I del Artículo 430.

(2) Motor (es) de más de 93 W (1/8 hp) y el calentador están provistos de un interruptor unitario individual que cumple con 422-34(a), (b), (c) o (d), se permitirá que los medios de desconexión estén fuera de la vista del controlador del motor.

b) Equipo de calefacción sin protección de sobrecorriente suplementaria.

1) Sin motor o con el motor no mayor a 93 W (1/8 hp). Para equipos de calefacción de procesos industriales fijos sin motor de una potencia nominal superior a 93 W (1/8 hp), se permitirá que el interruptor del circuito derivado o interruptor automático sirvan como medio de desconexión cuando el interruptor o interruptor automático estén a la vista del calentador o sean bloqueables de acuerdo con 110-25.

2) Más de 93 W (1/8 hp). Para los equipos de calefacción de proceso industrial fijo motorizados con un motor de más de 93 W (1/8 hp), los medios de desconexión deberán estar ubicados a la vista del controlador del motor o estarán permitidos para cumplir con los requisitos en 425-19 (a) (2).

c) Interruptores unitarios como medios de desconexión. Un interruptor unitario con una posición marcada "apagado" que es parte de un calentador fijo y desconecta todos los conductores de fase se permitirá usarlos como los medios de desconexión requeridos por este artículo. El interruptor de circuito derivado o interruptor automático, cuando sea fácilmente accesible para el servicio del calentador fijo, se permitirá sea usado como el otro medio de desconexión.

425-21. Desconectores e interruptores automáticos con indicador. Los desconectores e interruptores automáticos usados como medios de desconexión deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado), cerrada (circuito conectado) o falla.

425-22. Protección contra sobrecorriente

a) Dispositivos de circuito derivado. Los aparatos fijos de calefacción de procesos industriales distintos de los aparatos operados con motor como los requeridos por los artículos 430 y 440 para tener protección contra sobrecorriente adicional se permitirá estén protegidos contra sobrecorriente cuando sean alimentados por uno de los circuitos derivados del artículo 210.

b) Elementos de Resistencia. Los elementos de calefacción de tipo resistencia en los equipos fijos de calefacción de procesos industriales deberán estar protegidos a no más de 60 amperes. Los equipos de más de 48 amperes y que utilicen tales elementos tendrán los elementos de calefacción subdivididos y cada carga subdividida no debe superar los 48 amperes. Cuando una carga subdividida sea inferior a 48 amperes, la clasificación del dispositivo de protección contra sobrecorriente suplementario deberá ajustarse a lo dispuesto en 425-3(b). Se permitirá que una caldera que emplee resistencias de inmersión de tipo resistencia contenidas en un recipiente cumpla con 425-72(a).

c) Dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios para las cargas subdivididas especificadas en 425-22(b) deberán ser.

(1) instalados en fábrica dentro o sobre el cuerpo del calentador o suministrados por el fabricante para usarse con el calentador como un ensamble separado;

(2) sean accesibles, pero no deberán ser fácilmente accesibles; y

(3) adecuado para la protección de los circuitos derivados.

NOTA 1: Véase 240-10. Cuando se utilicen fusibles de cartucho para proporcionar esta protección contra sobrecorriente, se permitirá utilizar un solo medio de desconexión para las diversas cargas subdivididas.

NOTA 2: Para protección de sobrecorriente suplementaria, ver 240-10.

NOTA 3: Medios de desconexión para fusibles de cartucho en circuitos de cualquier voltaje, ver 240-40.

d) Conductores de circuito derivado. Los conductores que alimentan los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios se considerarán conductores de circuito derivado.

Cuando los calentadores tengan una potencia nominal igual o superior a 50 kW, se permitirá que los conductores que alimenten los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios especificados en 425-22(c) tengan un tamaño no menor al 100 por ciento de la capacidad nominal del calentador siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) El calentador está marcado con un tamaño de conductor mínimo.

(2) Los conductores no son más pequeños que el tamaño mínimo marcado.

(3) Un dispositivo accionado por temperatura controla el funcionamiento cíclico del equipo.

e) Conductores para cargas subdivididas. Los conductores cableados entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios para equipos de calefacción de procesos industriales fijos deberán tener un tamaño de por lo menos el 125 por ciento de la carga alimentada. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios especificados en 425-22 (c) deberán proteger estos conductores de acuerdo con 240-4. Cuando los calentadores tengan una potencia nominal igual o superior a 50 kW, se permitirá que la capacidad de los conductores cableados entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios sea igual o superior al 100 por ciento de la carga de sus respectivos circuitos subdivididos, siempre que se cumplen las siguientes condiciones:

(1) El calentador está marcado con un tamaño de conductor mínimo.

(2) Los conductores no son más pequeños que el tamaño mínimo marcado.

(3) Un dispositivo activado por temperatura controla el funcionamiento cíclico del equipo.

Parte D. Marcado de equipos de calefacción

425-28. Placa de datos.

a) Marca obligatoria. El equipo de calefacción de proceso industrial fijo deberá estar provisto de una placa de datos que indique el nombre y los valores nominales en volts y watts o en volts y amperes.

Los equipos fijos de calefacción de procesos industriales destinados a ser utilizados sólo con corriente alterna, sólo con corriente continua, o con ambos, se marcarán para así indicarlo. El marcado de los equipos que consistan en motores de más de 93 W (1/8 hp) de fuerza y otras cargas deberá especificar el valor nominal del motor en volts, amperes y frecuencia y la carga de calentamiento en volts y watts o en volts y amperes.

b) Ubicación. La placa de datos será ubicada de tal manera que sea visible o fácilmente accesible después de la instalación.

425-29. Marcado de elementos de calefacción. Todos los elementos de calefacción que sean reemplazables en campo y que formen parte de un equipo de calefacción de procesos industriales deberán marcarse de forma legible con las clasificaciones en volts o watts o en volts o amperes.

425-45. Equipo de calefacción industrial fijo oculto - inspección y pruebas. Las instalaciones de equipos de calefacción industrial ocultas deben ser hechas con el debido cuidado para evitar daños al equipo de calefacción y deben ser inspeccionadas y aprobadas antes de que el equipo de calefacción esté cubierto u oculto.

Parte E. Calentadores de ductos de procesos industriales fijos

425-57. Generalidades. La parte E se aplicará a cualquier calentador montado en la corriente de aire de un sistema de aire forzado en el que la unidad de movimiento de aire no esté prevista como parte integral del equipo.

425-58. Identificación. Los calentadores instalados en un ducto de aire se identificarán como adecuados para la instalación.

425-59. Flujo de aire. Deberán proporcionarse medios para asegurar un flujo de aire uniforme sobre la cara del calentador de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

NOTA: Algunos calentadores instalados a una distancia de 1.20 m de la salida de aire de un dispositivo de movimiento, codos, placas deflectoras u otras obstrucciones en el ducto utilizan paletas giratorias, placas de presión u otros dispositivos en el lado de entrada del ducto calentador para asegurar una distribución uniforme del aire sobre la cara del calentador.

425-60. Temperatura de entrada elevada. Los calentadores de ductos destinados a utilizarse con temperatura elevada del aire de admisión se identificarán como adecuados para su uso a temperaturas elevadas.

425-63. Bloqueo del circuito del ventilador. Deberán proporcionarse medios para asegurar que el circuito del ventilador, cuando esté presente, se energice cuando se energiza cualquier circuito del calentador. Sin embargo, se permitirá el retraso controlado por tiempo o temperatura para energizar el motor del ventilador.

425-64. Controles de límite. Cada calentador de ductos debe estar provisto de un control de límite de temperatura, automático, de reajuste automático, aprobado para desenergizar el circuito o los circuitos.

Además, en cada calentador de ductos se proporcionará un control o controles suplementarios independientes que desconecte un número suficiente de conductores para interrumpir el flujo de corriente. Este dispositivo debe ser manualmente repuesto o reemplazable.

425-65. Ubicación de los medios de desconexión. El equipo del controlador del calentador del ducto debe ser accesible ya sea con los medios de desconexión instalados a la vista o desde el controlador como lo permite 425-19(a).

Parte F. Resistencia para procesos industriales fijos-Tipo Caldera

425-70. Alcance. Las disposiciones de la Parte F del presente artículo se aplicarán a las calderas que utilicen resistencias como elementos de calentamiento. No se considerará que las calderas de tipo electrodo empleen resistencias como elementos de calentamiento. Vea la Parte G de este artículo.

425-71. Identificación. Las calderas de tipo resistencia se identificarán como adecuadas para la instalación.

425-72. Protección contra sobrecorriente.

a) Caldera que emplea elementos de calentamiento de inmersión de tipo resistencia en un recipiente a presión. Una caldera que utilice resistencias de inmersión de tipo resistencia contenidas en un recipiente a presión deberá tener los elementos de calefacción protegidos a no más de 150 amperes. Una caldera de este tipo con una capacidad nominal superior a 120 amperes deberá tener los elementos de calefacción subdivididos en cargas que no excedan de 120 amperes. Cuando una carga subdividida sea inferior a 120 amperes, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente deberá ajustarse a lo dispuesto en 425-3(b).

b) Caldera que emplea elementos de calentamiento de tipo resistencia con valor nominal de más de 48 amperes y que no están contenidos en un recipiente a presión. Una caldera que emplee resistencias como elementos de calentamiento que no estén contenidas en un recipiente a presión deberá tener los elementos de calefacción protegidos a no más de 60 amperes. Dicha caldera de más de 48 amperes tendrá los elementos de calefacción subdivididos en cargas no superiores a 48 amperes. Cuando una carga subdividida sea inferior a 48 amperes, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente deberá cumplir con 425-3(b).

c) Dispositivos de protección de sobrecorriente suplementaria. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios para las cargas subdivididas que se exigen en 425-72(a) y (b) serán los siguientes:

(1) Instalado en fábrica dentro o sobre el cuerpo de la caldera o proporcionado como un ensamblaje separado por el fabricante de la caldera.

(2) Accesible, pero no tiene que ser fácilmente accesible.

d) Adecuado para la protección del circuito derivado. Cuando se utilicen fusibles de cartucho para proporcionar esta protección contra sobrecorriente, se permitirá un solo medio de desconexión para los diversos circuitos subdivididos. Véase 240-40.

e) Conductores que alimentan dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente. Los conductores que alimenten estos dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios se considerarán conductores de circuitos derivados. Cuando los calentadores tengan un valor nominal igual o superior a 50 kW, se permitirá que los conductores que alimenten el dispositivo de protección contra sobrecorriente especificado en 424-72(c) tengan un tamaño no menor al 100 por ciento de la capacidad nominal del calentador siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) El calentador está marcado con un tamaño de conductor mínimo.

(2) Los conductores no son más pequeños que el tamaño mínimo marcado.

(3) Un dispositivo accionado por temperatura o presión controla el funcionamiento cíclico del equipo.

f) Conductores para cargas subdivididas. Los conductores cableados entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios deberán dimensionarse a no menos del 125 por ciento de la carga servida. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios especificados en 425-72(c) deberán proteger estos conductores de acuerdo con 240-4. Cuando los calentadores tengan una potencia nominal igual o superior a 50 kW, se permitirá que la capacidad de los conductores cableados entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente suplementarios sea no menor al 100 por ciento de la carga de sus respectivos circuitos subdivididos, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) El calentador está marcado con un tamaño de conductor mínimo.

(2) Los conductores no son más pequeños que el tamaño mínimo marcado.

(3) Un dispositivo accionado por temperatura o presión controla el funcionamiento cíclico del equipo.

425-73. Control de límite de sobretemperatura. Cada caldera diseñada de modo que en el funcionamiento normal no haya cambio de estado del medio de transferencia de calor deberá estar equipada con un medio limitador sensible a la temperatura. Se instalará para limitar la temperatura máxima del líquido y desconectará directa o indirectamente todos los conductores de fase de los elementos de calefacción. Dichos medios deberán complementar un sistema de regulación de la temperatura y otros dispositivos que protejan el tanque contra la presión excesiva.

425-74. Control del límite de sobrepresión. Cada caldera diseñada para que en el funcionamiento normal haya un cambio en el estado del medio de transferencia de calor de líquido a vapor deberá estar equipada con un medio limitador sensible a la presión. Se instalará para limitar la presión máxima y desconectar directa o indirectamente todos los conductores de fase que van a los elementos de calefacción. Dichos medios deberán complementar un sistema de regulación de la presión y otros dispositivos que protejan el tanque contra la presión excesiva.

Parte G. Electrodo para procesos industriales fijos- Tipo Caldera

425-80. Alcance. Las disposiciones de esta Parte G se aplicarán a las calderas que funcionen a 600 volts, nominales o inferiores, en las que se genere calor por el paso de corriente entre electrodos a través del líquido que se calienta.

425-81. Identificación. Las calderas de tipo electrodo se identificarán como adecuadas para la instalación.

425-82. Requisitos del circuito derivado. El tamaño de los conductores de circuitos derivados y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente se calcularán sobre la base del 125 por ciento de la carga total (motores no incluidos). Se permitirá que un contactor, relé u otro dispositivo, aprobado para funcionamiento continuo al 100 por ciento de su capacidad, suministre su carga máxima. Véase 210-19(a).

Excepción: Las disposiciones de esta sección no se aplicarán a los conductores que formen parte integrante de una caldera aprobada. Cuando una caldera de electrodo tenga una potencia igual o superior a 50 kW, se permitirá que los conductores que alimenten los electrodos de la caldera se clasifiquen a no menos del 100 por ciento de la capacidad nominal del electrodo de la caldera, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) La caldera del electrodo está marcada con un tamaño de conductor mínimo.
- (2) Los conductores no son más pequeños que el tamaño mínimo marcado.
- (3) Un dispositivo accionado por temperatura o presión controla la operación cíclica del equipo.

425-83. Control de límite de sobretemperatura. Cada caldera, diseñada de manera que en el funcionamiento normal no se produzca ningún cambio en el estado del medio de transferencia de calor, deberá estar equipada con un medio limitador sensible a la temperatura. Se instalará para limitar la temperatura máxima del líquido e interrumpirá directa o indirectamente todo el flujo de corriente a través de los electrodos. Dichos medios deberán complementar el sistema de regulación de la temperatura y otros dispositivos que protejan el tanque contra la presión excesiva.

425-84. Control del límite de sobrepresión. Cada caldera, diseñada para que en el funcionamiento normal haya un cambio en el estado del medio de transferencia de calor de líquido a vapor, estará equipada con un medio limitador sensible a la presión. Se instalará para limitar la presión máxima e interrumpirá directa o indirectamente todo el flujo de corriente a través de los electrodos. Dichos medios deberán complementar un sistema de regulación de la presión y otros dispositivos que protejan el tanque contra la presión excesiva.

425-85. Puesta a tierra. Para aquellas calderas diseñadas de tal manera que las corrientes de falla no pasen a través del recipiente a presión, y el recipiente de presión esté aislado eléctricamente de los electrodos, todas las partes metálicas expuestas que no transporten corriente, incluyendo el recipiente a presión, el suministro y las tuberías de retorno deben ser puestas a tierra. Para todos los demás diseños, el recipiente a presión que contiene los electrodos debe ser aislado y aislarse eléctricamente de tierra.

425-86. Marcado. Todas las calderas de tipo electrodo se marcarán para indicar lo siguiente:

- (1) El nombre del fabricante.
- (2) El valor nominal en volts, amperes y kilovoltamperes.
- (3) El suministro eléctrico requerido que especifica la frecuencia, el número de fases, y el número de hilos.
- (4) La marca "Caldera de Calentamiento de Proceso de Tipo-Electrodo".
- (5) Una marca de advertencia, "Todas las fuentes de alimentación deben desconectarse antes de la reparación, incluida la reparación del recipiente a presión". Una marca o etiqueta de advertencia aplicada en campo debe cumplir con 110-21(b).

La placa de identificación se colocará de forma que sea visible después de la instalación.

ARTÍCULO 426

EQUIPO ELÉCTRICO FIJO EXTERIOR PARA DESCONGELAR Y DERRETIR NIEVE

Parte A. Generalidades

426-1. Alcance. Los requerimientos de este Artículo se deben aplicar a sistemas de calefacción eléctricos y a la instalación de éstos.

a) Empotrados. Empotrados en calles, aceras, escalones y otras áreas.

b) Expuestos. Expuestos en sistemas de drenaje, puentes, techos y otras estructuras.

426-2. Definiciones.

Elemento de calefacción por resistencia. Elemento separado específico para generar calor y que va empotrado o sujeto a la superficie que se va a calentar.

NOTA: Ejemplos de elementos de calefacción por resistencia son las resistencias tubulares, resistencias planas, cables de calefacción, cinta calefactora y paneles de calefacción.

Sistema de calefacción. Sistema completo que consta de componentes tales como elementos de calefacción, elementos de fijación, alambrado del circuito no calefactor, terminales, controladores de temperatura, señales de seguridad, cajas de empalme, canalizaciones y accesorios.

Sistema de calefacción por efecto superficial. Sistema en el que el calor se genera en la superficie interna de una cubierta ferromagnética empotrada o sujeta a la superficie a ser calentada.

NOTA: Normalmente, un conductor aislado eléctricamente se pasa a través de la cubierta y se conecta a la cubierta en el otro extremo de ésta. La cubierta y el conductor aislado eléctricamente se conectan a una fuente de tensión de corriente alterna desde un transformador de aislamiento.

Sistema de calefacción por impedancia. Sistema en el cual el calor se genera en una barra o tubo o en una combinación de barras y tubos, haciendo que pase corriente a través de la barra o tubo mediante su conexión directa a una fuente de tensión de corriente alterna desde un transformador de aislamiento. Se permitirá que la barra o tubo estén empotrados en la superficie a ser calentada o que sean el componente expuesto a ser calentado.

426-3. Aplicación de otros Artículos. Los equipos eléctricos fijos exteriores para descongelar y derretir nieve conectados con cordón y clavija, proyectados para usos específicos e identificados como adecuados para este uso se deben instalar de acuerdo con el Artículo 422.

426-4. Carga continua. Los equipos eléctricos fijos exteriores para descongelar y derretir nieve se deben considerar como una carga continua.

Parte B. Instalación

426-10. Generalidades. Los equipos eléctricos fijos exteriores para descongelar y derretir la nieve deben estar identificados como adecuados para:

- (1) El ambiente químico, térmico y físico.
- (2) Su instalación de acuerdo con los planos e instrucciones del fabricante.

426-11. Uso. El equipo eléctrico de calefacción se debe instalar de modo que esté protegido contra daños físicos.

426-12. Protección térmica. Las superficies externas de los equipos eléctricos exteriores para descongelar y derretir la nieve que operen a temperaturas mayores a 60 °C, deben estar resguardadas, separadas o aisladas térmicamente para proteger de contacto accidental al personal en el área.

426-13. Identificación. La presencia de equipos eléctricos exteriores para deshielo y derretir la nieve debe hacerse evidente por la colocación de señales de precaución o marcas adecuadas en donde sean claramente visibles.

426-14. Otros equipos. Se permitirá instalar equipos eléctricos fijos de exteriores para deshielo y derretir la nieve cuyo método de construcción o instalación sea distinto del tratado en este Artículo, únicamente bajo las instrucciones del fabricante del equipo aprobado.

Parte C. Elementos de calefacción por resistencia

426-20. Equipos empotrados para descongelar y derretir la nieve.

a) Densidad de carga. Los paneles o unidades no deben exceder de 1300 watts/m² de área calentada.

b) Separación. La separación entre tramos adyacentes de cable depende del valor nominal de los cables y no debe ser menor a 2.50 centímetros entre centros.

c) Cubierta. Las unidades, paneles o cables se deben instalar como sigue:

- (1) Sobre una base firme de asfalto o mampostería de mínimo 5 centímetros de espesor y se debe aplicar una capa de asfalto o mampostería de mínimo 4 centímetros sobre las unidades, paneles o cables; o
- (2) Se permitirá su instalación sobre otras bases aprobadas y empotrarlos a una distancia no mayor de 9 centímetros de la mampostería o asfalto, pero no a menos de 4 centímetros de la superficie mayor; o
- (3) Los equipos que hayan sido aprobados para otras formas de instalación, se deben instalar únicamente en la forma para la que se hayan identificado.

d) Fijación. Mientras se aplica la capa de acabado de asfalto o mampostería, los cables, unidades y paneles deben estar sujetos mediante bastidores, separadores u otros medios aprobados.

e) Expansión y contracción. Los cables, unidades y paneles no se deben instalar donde formen puente sobre juntas de expansión, a menos que se hagan las provisiones para la expansión y contracción.

426-21. Equipos expuestos para descongelar y derretir la nieve.

a) Fijación. Los conjuntos de elementos de calefacción se deben asegurar a la superficie que se va a calentar, utilizando medios aprobados.

b) Temperatura excesiva. Cuando el elemento de calefacción no esté en contacto directo con la superficie que se está calentando, el diseño del ensamble calefactor debe ser tal que no se excedan sus límites de temperatura.

c) Expansión y contracción. Los elementos y ensambles de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que se hagan las provisiones para la expansión y contracción.

d) Capacidad de flexión. Cuando se instalen en estructuras flexibles, los elementos y ensambles de calefacción deben tener una capacidad de flexión compatible con la de la estructura.

426-22. Instalación de terminales no calefactoras para equipos empotrados.

a) Cubierta o malla trenzada de puesta a tierra. Se permitirá que las terminales no calefactoras que tengan una cubierta o malla trenzada de puesta a tierra estén empotradas en la mampostería o el asfalto del mismo modo que el cable de calefacción, sin protección física adicional.

b) Canalizaciones. Todas las terminales, excepto las no calefactoras de 2.5 centímetros a 15 centímetros que no tengan una cubierta de puesta a tierra, deben estar instalados en tubo conduit rígido, Tubo conduit metálico ligero, tubo conduit metálico semipesado u otra canalización empotrada en el asfalto o la mampostería. La distancia del empalme de fábrica hasta la canalización no debe ser menor a 2.5 centímetros ni mayor a 15 centímetros

c) Pasacables. Donde las terminales entren en los tubos conduit o tuberías empotradas en el asfalto o mampostería se deben utilizar pasacables aislantes.

d) Expansión y contracción. Las terminales deben estar protegidas en las juntas de expansión y en donde salgan de la mampostería o asfalto, mediante tubo conduit rígido, Tubo conduit metálico ligero, tubo conduit metálico semipesado, otras canalizaciones u otros medios aprobados.

e) Terminales en las cajas de empalme. Debe haber un tramo libre de terminales no calefactoras, de no menos de 15 centímetros dentro de la caja de empalmes.

426-23. Instalación de terminales no calefactores para equipos expuestos.

a) Terminales no calefactoras. Las terminales no calefactoras de alimentación (terminales frías) para los elementos de resistencia debe ser identificado para las temperaturas a las que vayan a funcionar. En las cajas de empalme debe dejarse un tramo de punta no calefactora no menor a 15 centímetros. Se permitirá acortar las terminales no calefactoras preensambladas en fábrica y montadas en sitio sobre calefactores aprobados, siempre que se conserven las marcas especificadas en 426-25.

b) Protección. Las terminales no calefactoras de alimentación de potencia deben tener un envolvente en tubo conduit rígido, tubo conduit metálico semipesado, Tubo conduit metálico ligero u otro medio aprobado.

426-24. Conexión eléctrica.

a) Conexiones de los elementos de calefacción. Las conexiones eléctricas distintas de las hechas en fábrica entre elementos de calefacción y no de calefacción empotrados en mampostería, asfalto u otras superficies expuestas, se deben hacer con conectores aislados identificados para ese uso.

b) Conexiones de los circuitos. Los empalmes y terminaciones en los extremos de las terminales que no son de calefacción, distintos de los hechos en los extremos de los elementos de calefacción, deben ir instalados en una caja o herraje de acuerdo con 110-14 y 300-15.

426-25. Marcado. Todas las unidades calefactoras montadas en fábrica deben estar marcadas de forma legible, a una distancia no mayor de 8 centímetros de cada extremo de las terminales no calefactoras, con un símbolo de identificación permanente, el número de catálogo y su valor nominal en volts y watts o en volts y amperes.

426-26. Protección contra la corrosión. Se permitirá instalar canalizaciones, cables armados, cubiertas de cables, cajas, accesorios, soportes y herrajes de soporte metálicos ferrosos y no ferrosos, en concreto o en contacto directo con la tierra o en áreas expuestas a influencias corrosivas fuertes, cuando estén hechos de material adecuado para esas condiciones o estén dotados de una protección contra la corrosión identificada como adecuada para esas condiciones.

426-27. Cubierta o malla trenzada de puesta a tierra. Como parte de un cable calefactor, panel o unidad, se deben proporcionar medios de puesta a tierra tales como una malla trenzada de cobre, una cubierta metálica u otro medio aprobado.

426-28. Protección contra falla a tierra de los equipos. Se debe suministrar protección contra falla a tierra para equipos eléctricos exteriores fijos para descongelar y derretir nieve.

Parte D. Calefacción por impedancia

426-30. Protección personal. Los elementos expuestos de los sistemas de calefacción por impedancia deben estar físicamente resguardados, separados o aislados térmicamente con una cubierta a prueba de intemperie para proteger al personal en el área contra el contacto accidental.

426-31. Transformador de aislamiento. Se debe instalar un transformador de aislamiento con un blindaje de puesta a tierra entre los devanados primario y secundario para aislar el sistema de distribución del sistema de calefacción.

426-32. Limitaciones de tensión. El devanado secundario del transformador de aislamiento conectado a los elementos de calefacción por impedancia no debe tener una salida con tensión mayor a 30 volts corriente alterna.

426-33. Corrientes inducidas. Todos los componentes portadores de corriente se deben instalar de acuerdo con 300-20.

426-34. Puesta a tierra. Un sistema de calefacción por impedancia que opere a una tensión de más de 30 volts, pero máximo de 80 volts, se debe poner a tierra en el punto o puntos designados.

Parte E. Calefacción por efecto superficial

426-40. Ampacidad de los conductores. Se permitirá que la corriente que pase a través de los conductores aislados eléctricamente dentro de una cubierta ferromagnética exceda los valores de ampacidad presentados en el Artículo 310, siempre que los conductores estén identificados como adecuados para ese uso.

426-41. Cajas de paso. Cuando haya instaladas cajas de paso, deben ser accesibles sin necesidad de excavar, mediante ubicación en bóvedas adecuadas o sobre el suelo. Las cajas de paso en exteriores deben ser de construcción hermética al agua.

426-42. Cable monoconductor con cubierta. Las disposiciones de 300-20 no se deben aplicar a la instalación de un cable monoconductor con cubierta ferromagnética (envolvente metálico).

426-43. Protección contra la corrosión. Se permitirá instalar cubiertas ferromagnéticas, canalizaciones, cajas, accesorios, soportes y accesorios de soporte metálicos ferrosos o no ferrosos, en concreto o en contacto directo con la tierra o en áreas expuestas a influencias corrosivas severas, cuando estén hechos de material adecuado para esas condiciones o dotados de una protección contra la corrosión identificada como adecuada para esas condiciones. La protección contra la corrosión debe mantener el espesor original de las paredes de la cubierta ferromagnética.

426-44 Puesta a tierra. La cubierta ferromagnética se debe conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos en ambos extremos y además se permitirá conectarlo a un conductor de puesta a tierra de equipos en puntos intermedios, si así lo requiere su diseño. A los sistemas de calefacción por efecto superficial no se les debe aplicar las disposiciones de 250-30.

NOTA: Para los métodos de puesta a tierra, véase el Artículo 250.

Parte F. Control y protección

426-50. Medios de desconexión.

a) Desconexión. Todos los equipos eléctricos fijos exteriores para descongelar y derretir nieve deben estar equipados con un medio para la desconexión simultánea de todos los conductores de fase. Se permitirá que el interruptor o el interruptor automático del circuito derivado sirvan como el medio de desconexión cuando sea fácilmente accesible al usuario del equipo. Los medios de desconexión deben ser del tipo con indicador y tener un bloqueo positivo en la posición de apagado "off".

b) Equipo conectado con cordón y clavija. Se permitirá utilizar como el medio de desconexión la clavija instalada en fábrica de un equipo conectado con cordón y clavija de 20 amperes o menos y 150 volts o menos a tierra.

426-51. Controladores.

a) Control de temperatura con posición de abierto "Off". Los dispositivos de maniobra controlados por temperatura que indican una posición de abierto "off" e interrumpen la corriente de línea, deben abrir todos los conductores de fase cuando el dispositivo controlador esté en esa posición. No se permitirá que estos dispositivos sirvan como el medio de desconexión, excepto si se pueden bloquear en posición abierta de acuerdo con la sección 110-25.

b) Control de temperatura sin posición de abierto "Off". No se exigirá que los dispositivos de maniobra controlados por temperatura que no tengan posición de abierto "off" abran todos los conductores de fase y no se permitirá que estos dispositivos se utilicen como el medio de desconexión.

c) Control remoto de temperatura. No se exigirá que los dispositivos remotos controlados y actuados por temperatura cumplan los requisitos de 426-51(a). No se permitirá utilizar estos dispositivos como el medio de desconexión.

d) Dispositivos de desconexión combinados. Los dispositivos de desconexión que constan de dispositivos combinados accionados por temperatura e interruptores controlados manualmente, que sirven al mismo tiempo como controladores y medio de desconexión, deben cumplir todas las siguientes condiciones:

- (1) Abrir todos los conductores de fase cuando se pongan manualmente en la posición de abierto "off".
- (2) Estar diseñados de modo que, una vez puesto el interruptor manualmente en posición de abierto "off", el circuito no se pueda energizar automáticamente.
- (3) Ser bloqueado de acuerdo con la sección 110-25.

426-54. Equipos para deshielo y derretir de la nieve conectados con cordón y clavija. Los equipos para descongelar y derretir la nieve conectados con cordón y clavija deben estar aprobados.

ARTÍCULO 427**EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA CALENTAMIENTO DE TUBERÍAS Y RECIPIENTES.****Parte A. Generalidades**

427-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo se deben aplicar a sistemas de calefacción eléctricos y a la instalación de estos sistemas cuando se emplean en tuberías, recipientes o ambos.

427-2. Definiciones.

Elemento de calentamiento por resistencia. Elemento específico separado para generar el calor que se aplica interna o externamente a la tubería o recipiente.

NOTA: Ejemplos de elementos de calentamiento por resistencia son los de calefacción tubulares, calefactores planos, cables de calefacción, cinta calefactora, mantas calefactoras y calefactores por inmersión.

Recipiente. Contenedor tal como un barril, tambor o tanque para contener líquidos u otros materiales.

Sistema de calentamiento por efecto superficial. Sistema en el que se genera calor en la superficie interior de una cubierta ferromagnética unida a una tubería o recipiente, o a ambos.

NOTA: Normalmente se pasa un conductor eléctricamente aislado a través de la cubierta y se conecta al otro extremo de ésta. La cubierta y el conductor aislado eléctricamente se conectan a una fuente de tensión de corriente alterna desde un transformador con doble devanado.

Sistema de calentamiento por impedancia. Sistema en el cual el calor se genera en la pared de una tubería o un recipiente, haciendo que la corriente fluya a través de la pared de la tubería o del recipiente mediante su conexión directa a una fuente de tensión de corriente alterna desde un transformador con doble devanado.

Sistema de calentamiento por inducción. Sistema en el cual se genera calor en la pared de una tubería o recipiente induciendo una corriente y por el efecto de histéresis en la pared de la tubería o recipiente desde una fuente externa separada de campo eléctrico de corriente alterna.

Tubería. Tramo de tubos que incluyen bombas, válvulas, bridas, dispositivos de control, filtros y/o equipos similares para el transporte de fluidos.

427-3. Otros artículos aplicables. Los equipos eléctricos de calentamiento de tuberías conectados con cordón, proyectados para un uso específico e identificado como adecuados para este uso, se deben instalar de acuerdo con el Artículo 422.

427-4. Carga continua. El equipo eléctrico fijo de calefacción de tuberías y recipientes se debe considerar como una carga continua.

Parte B. Instalación

427-10. Generalidades. Los equipos eléctricos de calentamiento de tuberías y recipientes deben estar identificados como adecuados para:

- (1) el ambiente físico, químico y térmico.
- (2) instalación de acuerdo con los planos e instrucciones del fabricante.

427-11. Uso. El equipo eléctrico de calentamiento se debe instalar de modo que esté protegido contra daños físicos.

427-12. Protección térmica. Las superficies externas de los equipos eléctricos de calentamiento para tuberías y recipientes que funcionen a temperaturas mayores a 60 °C, deben estar físicamente resguardadas, separadas o aisladas térmicamente para brindar protección al personal en el área contra contactos accidentales.

427-13. Identificación. La presencia de tuberías o recipientes con calentamiento eléctrico, o ambos, debe ser evidente por la colocación de señales de precaución o marcas adecuadas a intervalos no mayores a 6.00 metros a lo largo de la tubería o recipiente y sobre o adyacentes al equipo en el sistema de tubería que requiere de mantenimiento periódico.

Parte C. Elementos de calentamiento por resistencia

427-14. Sujeción. Los ensambles de elementos de calentamiento se deben sujetar a la superficie que está siendo calentada por medios diferentes al aislamiento térmico.

427-15. Sin contacto directo. Cuando el elemento de calentamiento no esté en contacto directo con la tubería o recipiente que está siendo calentado, se debe instalar un medio adecuado para evitar la temperatura excesiva del elemento calefactor, a menos que el diseño del ensamble de calentamiento sea tal que no se excedan sus límites de temperatura.

427-16. Expansión y contracción. Los elementos y ensambles de calentamiento no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que se hagan las provisiones para la expansión y contracción.

427-17. Capacidad de flexión. Cuando se instalen en tuberías flexibles, los elementos y ensambles de calentamiento deben tener una capacidad de flexión compatible con la de la tubería.

427-18. Terminales de conexión de la fuente de alimentación.

a) Terminales no calefactoras. Las terminales no calefactoras de alimentación de potencia (terminales frías) de los elementos de resistencia, deben ser adecuados para las temperaturas a las que vayan a funcionar. En las cajas de empalme debe dejarse un tramo de la terminal no calefactora de al menos 15 centímetros. Se permitirá recortar las terminales no calefactoras preensambladas en fábrica y montados en sitio, siempre que se conserven las marcas indicadas en 427-20.

b) Protección de las terminales de conexión de la fuente de alimentación. Las terminales de conexión no calefactoras de alimentación se deben proteger cuando salgan de la tubería calentada eléctricamente o de las unidades de calentamiento de recipientes, mediante tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tuberías eléctricas metálicas u otras canalizaciones identificadas como adecuadas para esa aplicación.

c) Terminales de interconexión. Se permitirá que las terminales no calefactoras de interconexión, que conectan diversas partes del sistema de calentamiento, estén cubiertas por un aislante térmico en la misma forma que los calentadores.

427-19. Conexiones eléctricas.

a) Interconexiones no calefactoras. Las interconexiones no calefactoras, cuando deban estar bajo aislante térmico, se deben hacer con conectores aislados identificados como adecuados para ese uso.

b) Conexiones del circuito. Los empalmes y terminaciones en el exterior del aislante térmico deben estar instalados en una caja o accesorio, de acuerdo con 110-14 y 300-15.

427-20. Marcado. Todas las unidades calefactoras montadas en fábrica deben estar marcadas de forma legible, a una distancia no mayor de 8 centímetros de cada extremo de las terminales no calefactoras, con un símbolo de identificación permanente, el número de catálogo y los valores nominales en volts y watts, o en volts y amperes.

427-22. Protección de los equipos contra fallas a tierra. Se debe proporcionar protección contra fallas a tierra de equipo para los paneles eléctricos de trazamiento térmico y de calentamiento. Este requisito no se debe aplicar en establecimientos industriales en donde haya indicación de fallas a tierra mediante una alarma y se apliquen las condiciones siguientes:

(1) Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado prestará mantenimiento a los sistemas instalados.

(2) Cuando sea necesaria una operación continua del circuito, para la operación segura de los equipos o procesos.

427-23. Cubierta conductora puesta a tierra. Los equipos eléctricos de calefacción deben tener una cubierta conductora puesta a tierra, que cumpla con 427-23(a) o (b). La cubierta conductora debe proporcionar una trayectoria efectiva a tierra para la protección del equipo.

a) Cables o alambres de calefacción. Los cables o alambres de calefacción deben tener una cubierta conductora puesta a tierra que rodee el elemento calefactor y los alambres de la barra conductora, si los hubiera, así como su aislamiento eléctrico.

b) Paneles de calefacción. Los paneles de calefacción deben tener una cubierta conductora puesta a tierra sobre el elemento calefactor y su aislamiento eléctrico por el lado opuesto al que va unido a la superficie a ser calentada.

Parte D. Calentamiento por impedancia

427-25. Protección del personal. Todas las superficies externas accesibles de las tuberías o recipientes, o ambos, que están siendo calentadas, deben estar físicamente protegidas, resguardadas, o térmicamente aisladas (con una cubierta a prueba de la intemperie en las instalaciones exteriores), para proteger al personal en el área contra contactos accidentales.

427-26. Transformador de aislamiento. Para aislar el sistema de distribución del sistema de calentamiento, se debe usar un transformador de doble devanado con pantalla de puesta a tierra entre los devanados primario y secundario.

427-27. Límites de tensión. El devanado secundario del transformador de aislamiento conectado a la tubería o recipiente que está siendo calentado, no debe tener una salida de tensión mayor a 30 volts corriente alterna.

Excepción 1: En los establecimientos industriales, el transformador de aislamiento conectado a la tubería o a la vasija que se esté calentando deberá tener una tensión de salida superior a 30 pero no más de 80 volts de corriente alterna a tierra cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Las condiciones de vigilancia, mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas tengan acceso a los sistemas instalados.

(2) Se proporciona protección de falla a tierra de los equipos.

Excepción 2: En instalaciones industriales, se permitirá que el transformador de aislamiento conectado a la tubería o al recipiente que se va a calentar tenga una tensión de salida que no supere los 132 volts de corriente alterna a tierra, cuando se aplican todas las siguientes condiciones:

(1) Las condiciones de vigilancia, mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado prestará el mantenimiento a los sistemas instalados.

(2) Se proporciona protección contra fallas a tierra del equipo.

(3) La tubería o el recipiente que se va a calentar debe estar completamente encerrado en un envolvente metálico puesto a tierra.

(4) Las conexiones del secundario del transformador con la tubería o el recipiente que se va a calentar están completamente envueltas en un envolvente metálico o malla metálica puestos a tierra.

427-28. Corrientes inducidas. Todos los componentes portadores de corriente se deben instalar de acuerdo con 300-20.

427-29. Puesta a tierra. La tubería, el recipiente o ambos, que van a ser calentados y que operen a más de 30 volts pero máximo a 80 volts, se deben poner a tierra en los puntos designados.

427-30. Dimensionamiento de los conductores del secundario. La ampacidad de los conductores conectados al secundario del transformador debe ser como mínimo del 100 por ciento de la carga total del calentador.

Parte E. Calentamiento por inducción

427-35. Alcance. Esta parte trata de la instalación de los equipos de calentamiento por inducción a la frecuencia de la red y de los accesorios para las tuberías y recipientes.

NOTA: Para otras aplicaciones, véase el Artículo 665.

427-36. Protección del personal. Las bobinas de inducción que funcionan o puedan funcionar a tensiones mayores a 30 volts de corriente alterna, deben estar alojadas en envolventes no metálicos o metálicos divididos, en sitios separados o hechos inaccesibles, para proteger al personal que pueda estar en el área.

427-37. Corriente inducida. Se debe evitar que las bobinas de inducción produzcan corrientes circulantes en los equipos metálicos, soportes o estructuras circundantes, mediante blindaje, separando o aislando eléctricamente las trayectorias de corriente. Las trayectorias de las corrientes parásitas se deben unir para evitar la formación de arcos.

Parte F. Calentamiento por efecto superficial

427-45. Ampacidad de los conductores. Se permitirá que la ampacidad de un conductor aislado eléctricamente dentro de una envolvente ferromagnética exceda los valores dados en el Artículo 310, siempre que el conductor esté identificado como adecuado para ese uso.

427-46. Cajas de paso. Se permitirá que las cajas de paso para jalar el conductor aislado eléctricamente dentro de una cubierta ferromagnética estén enterradas bajo el aislamiento térmico, siempre que su ubicación esté indicada por marcas permanentes en la superficie de la cubierta aislante y en los planos. Las cajas de paso instaladas en exteriores deben ser herméticas al agua.

427-47. Cable monoconductor en un envolvente. Las disposiciones de 300-20 no se deben aplicar a una instalación de cable monoconductor con envolvente ferromagnética (envolvente metálico).

427-48. Puesta a tierra. La cubierta ferromagnética se debe poner a tierra en ambos extremos y además se permitirá ponerla a tierra en puntos intermedios, si así lo exige su diseño. Para asegurar la continuidad eléctrica, la envolvente ferromagnética se debe puentear en todas sus uniones. A la instalación de los sistemas de calefacción por efecto Kelvin o superficial no se le deben aplicar las disposiciones de 250-30.

NOTA: Para los métodos de puesta a tierra, véase el Artículo 250.

Parte G. Control y protección

427-55. Medios de desconexión.

a) Desconectador o interruptor automático. Todos los equipos eléctricos fijos para calentamiento de tuberías o recipientes deben estar dotados de un medio para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase. Se permitirá que el desconectador o interruptor automático del circuito derivado sirva como el medio de desconexión, cuando sea fácilmente accesible al usuario del equipo. Los medios de desconexión deben ser del tipo indicador y deben estar provistos de un dispositivo eficaz de bloqueo en la posición de abierto "off". El medio de desconexión debe ser instalado de acuerdo con 110-25

b) Equipo conectado con cordón y clavija. Se permitirá utilizar como el medio de desconexión la clavija instalada en fábrica de un equipo conectado con cordón y clavija de 20 amperes o menos y de 150 volts a tierra o menos.

427-56. Controles.

a) Control de temperatura con posición de apagado "Off". Los dispositivos de interrupción controlados por temperatura, que indican la posición de apagado "off" y que interrumpan la corriente de línea, deben abrir todos los conductores de fase cuando el dispositivo de control esté en la posición de apagado "off". No se permitirá que estos dispositivos sirvan como medio de desconexión, a menos que se puedan bloquear en la posición abierta.

b) Control de temperatura sin posición de apagado "Off". No se exigirá que los dispositivos de maniobra controlados por temperatura, que no tengan posición de apagado "off" abran todos los conductores de fase, y no se permitirá que estos dispositivos se utilicen como el medio de desconexión.

c) Control remoto de temperatura. No se exigirá que los dispositivos a control remoto accionados por temperatura cumplan los requisitos de (a) y (b) anteriores. No se permitirá utilizar estos dispositivos como el medio de desconexión.

d) Dispositivos de interrupción combinados. Los dispositivos de interrupción combinados, compuestos de dispositivos accionados por temperatura e interruptores controlados manualmente, que sirvan al mismo tiempo como controladores y medio de desconexión, deben cumplir todas las condiciones siguientes:

- (1) Abrir todos los conductores de fase cuando se pongan manualmente en la posición de apagado "off"
- (2) Estar diseñados de modo que, una vez puesto el interruptor manualmente en posición de apagado "off", el circuito no se pueda energizar automáticamente.
- (3) Poder ser bloqueado en la posición abierta.

427-57. Protección contra sobrecorriente. Los equipos eléctricos de calefacción se deben considerar como protegidos contra sobrecorriente cuando se alimentan desde un circuito derivado, como se establece en 210-18 y 210-23.

ARTÍCULO 430

MOTORES, CIRCUITOS DE MOTORES Y CONTROLADORES

Parte A. Generalidades

430-1. Alcance. Este Artículo trata sobre los motores, los conductores de los alimentadores y circuitos derivados de los motores y de su protección, sobre la protección contra sobrecargas de los motores, sobre los circuitos de control de los motores, de los controladores de los motores y de los centros de control de motores.

NOTA 1: Los requisitos de instalación de los centros de control de motores se tratan en 110-26(e). Los equipos de refrigeración y de aire acondicionado se tratan en el Artículo 440.

NOTA 2: La Figura 430-1 tiene fines informativos solamente.

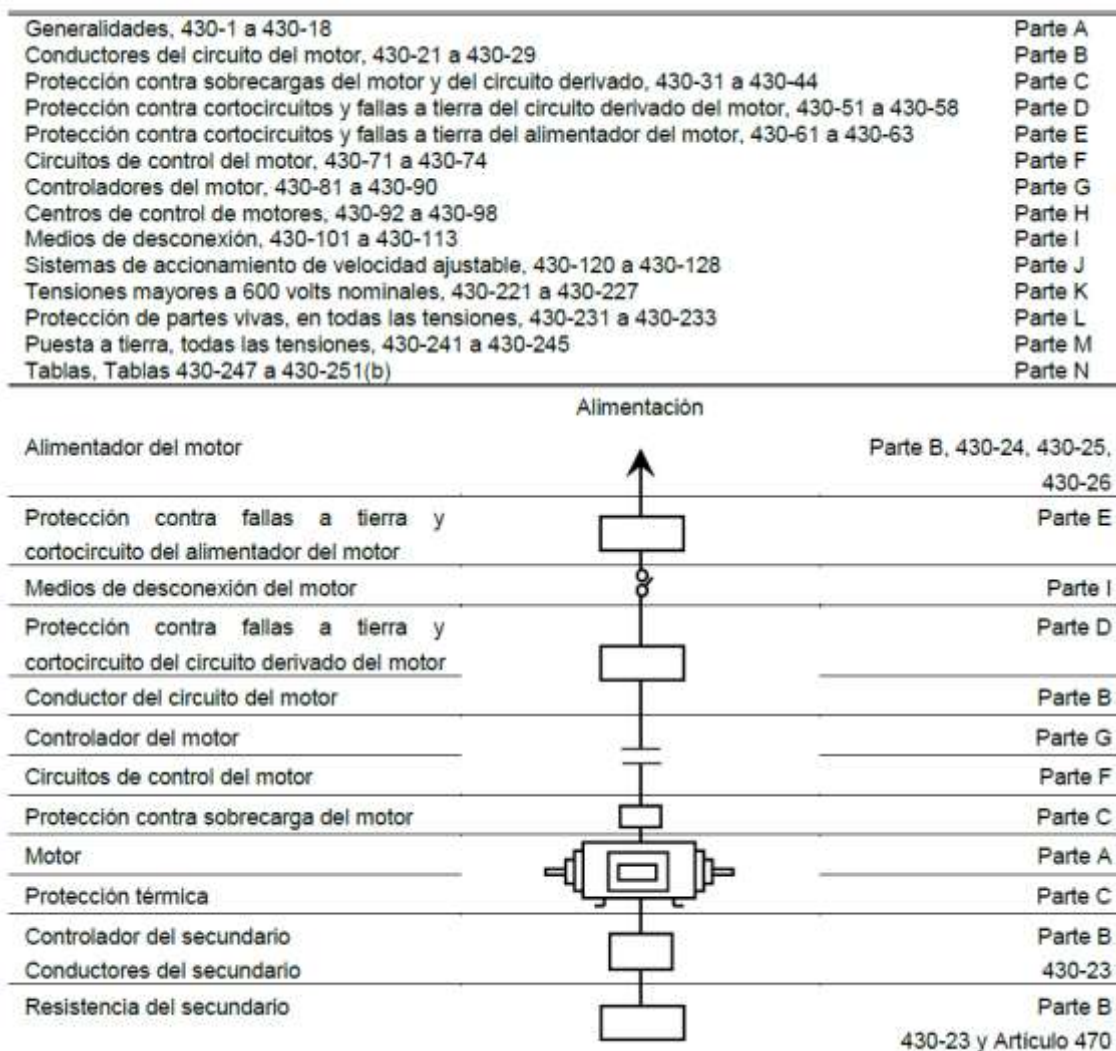


Figura 430-1.- Contenido del Artículo 430.

430-2. Definiciones.

Controlador. Para los propósitos de este Artículo, un controlador es todo interruptor o dispositivo que se usa normalmente para arrancar o detener un motor estableciendo e interrumpiendo la corriente del circuito del motor.

Ensamblados de válvulas activadas con motor. Ensamble fabricado, usado para operar una válvula, que consta de un activador con motor y otros componentes como controladores, interruptores de par motor, interruptores de fin de carrera y protección contra sobrecarga.

NOTA: Los ensambles de válvulas activadas con motor por lo común tienen características de trabajo de corta duración y de alto par de torsión.

Equipo de aislamiento del sistema. Sistema de contactor-aislamiento operado remotamente y con monitoreo redundante, empaquetado para proporcionar la función de desconexión/aislamiento, que es posible verificar su funcionamiento desde múltiples lugares remotos por medio de interruptores con bloqueo, cada uno de los cuales se puede bloquear con candado en la posición abierta ("off").

430-4. Motores con devanados divididos. Cuando se utilicen dispositivos separados de protección contra sobrecargas en el arranque de un motor de inducción con devanado dividido estándar, cada mitad del devanado del motor debe estar protegida individualmente de acuerdo con 430-32 y 430-37, con un dispositivo cuya corriente de disparo sea la mitad de la especificada.

Cada conexión del devanado del motor debe tener protección contra cortocircuitos y contra falla a tierra en el circuito derivado, con un valor nominal no mayor a la mitad de la especificada en 430-52.

Excepción: Se permitirá utilizar un dispositivo de protección contra cortocircuitos y contra fallas a tierra para los dos devanados, si el dispositivo permite el arranque del motor. Cuando se utilicen fusibles de acción retardada (de elemento dual), deben tener un valor nominal que no exceda el 150 por ciento de la corriente de plena carga del motor.

430-5. Otros Artículos. Los motores y controladores deben cumplir también con las disposiciones aplicables de la Tabla 430-5.

430-6. Determinación de la ampacidad y del valor nominal de los motores. El tamaño de los conductores que alimentan los equipos de los que trata el Artículo 430 se debe seleccionar de las Tablas de ampacidad permisible de acuerdo con 310-15(b) o se debe calcular de acuerdo con 310-15(c). Cuando se use cordón flexible, el tamaño del conductor se debe seleccionar de acuerdo con 400-5. La ampacidad de los circuitos y la corriente nominal de los motores, se deben determinar cómo se especifica a continuación.

a) Motores para aplicaciones generales. En motores para aplicaciones generales, los valores nominales de corriente se deben determinar con base en (1) y (2) siguientes.

1) Valores de las Tablas. Para los motores diferentes a los contruidos para bajas velocidades (menos de 1200 revoluciones por minuto) o alto par, y para motores de velocidades múltiples, los valores presentados en las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 y 430-250, se deben usar para determinar la ampacidad de los conductores o el valor nominal en amperes de los interruptores, la protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra, en lugar del valor real de corriente nominal marcada en la placa de datos del motor. Cuando un motor esté marcado en amperes y no en caballos de fuerza, se debe asumir que su potencia en caballos de fuerza es la correspondiente a los valores dados en las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 y 430-250, interpolando si fuera necesario. Los motores contruidos para bajas velocidades (menos de 1200 revoluciones por minuto) o alto par pueden tener corriente de plena carga más alta, y en los motores de velocidades múltiples la corriente de plena carga variará con la velocidad, en cuyo caso se deben usar los valores nominales de corriente de la placa de datos.

Excepción 1: Los motores de velocidades múltiples deben cumplir lo establecido en 430-22(b) y 430-52.

Excepción 2: Para los equipos que utilicen un motor con polos sombreados o con capacitor permanente dividido para ventilador o soplador, marcado con el tipo de motor, se debe tomar la corriente de plena carga de dicho motor, marcada en la placa de datos del equipo con el que se utiliza el motor del ventilador o soplador, en lugar del valor nominal en caballos de fuerza, para determinar la ampacidad o el valor nominal del medio de desconexión, los conductores del circuito derivado, el controlador, la protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra y la protección separada contra sobrecargas. Este valor marcado en la placa de datos de los equipos no debe ser menor al de la corriente marcada en la placa de datos del motor del ventilador o soplador.

Excepción 3: En un aparato operado por motor, marcado tanto con los caballos de fuerza como con su corriente de plena carga, la corriente de plena carga del motor, marcada en la placa de datos del aparato, se debe usar en lugar del valor nominal en caballos de fuerza de la placa de datos del aparato, para determinar la ampacidad o el valor nominal del medio de desconexión, los conductores del circuito derivado, el controlador, el dispositivo de protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra y de la protección separada contra sobrecargas.

Tabla 430-5.- Otros Artículos

Equipo/inmueble	Artículo	Sección
Bombas contra incendios	695	
Capacitores		460-8,460-9
Elevadores, montaplatos, escaleras y pasillos mecánicos, elevadores de sillas de ruedas y elevadores para sillas de ruedas	620	
Equipos de refrigeración y aire acondicionado	440	
Estudios cinematográficos, de televisión y lugares similares	530	
Talleres automotrices, hangares de aviación, gasolineras y estaciones de servicio, plantas de almacenamiento a granel, aplicación por pulverización, procesos de inmersión y recubrimiento, lugares de anestesiado por inhalación	511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte D	
Grúas y montacargas	610	
Lugares (clasificados como) peligrosos	500 – 503, 505 y 506	
Maquinaria industrial	670	
Máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente	675	
Proyectores cinematográficos		540-11 y 540-20
Resistencias y reactores	470	

Teatros, áreas de audiencia de estudios cinematográficos y de televisión y lugares similares	520-48
Transformadores y bóvedas para transformadores	450

2) Valores de la placa de datos. La protección independiente contra sobrecargas de un motor se debe basar en el valor nominal de corriente de la placa de datos del motor.

b) Motores de alto par. Para los motores de alto par, la corriente nominal debe ser la corriente de rotor bloqueado; y esta corriente de la placa de datos se debe usar para determinar la ampacidad de los conductores del circuito derivado, tratada en 430-22 y 430-24, el valor nominal en amperes del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor y el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, de acuerdo con 430-52(b).

NOTA: Para los controladores y medios de desconexión de los motores, véase 430-83(d) y 430-110.

c) Motores con tensión ajustable en corriente alterna. Para los motores utilizados en sistemas de accionamiento de corriente alterna, tensión ajustable y par variable, la ampacidad de los conductores o el valor nominal en amperes de los desconectadores y dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, etc., se deben basar en la corriente máxima de funcionamiento marcada en la placa de datos del motor o del control, o de ambos. Si la corriente máxima de funcionamiento no está incluida en la placa de datos, la determinación de la ampacidad se debe basar en el 150 por ciento de los valores dados en las Tablas 430-249 y 430-250.

d) Ensamblajes de válvulas activadas por motor. Para los ensambles de válvulas activadas por motor, la corriente nominal debe ser la corriente de plena carga de la placa de datos, y esta corriente se debe utilizar para determinar el máximo valor nominal o ajuste del cortocircuito del circuito derivado del motor y el dispositivo de protección contra falla a tierra y la ampacidad de los conductores.

430-7. Marcado en los motores y equipos con varios motores.

a) Aplicaciones usuales de los motores. Un motor debe estar marcado con la siguiente información:

- (1) Nombre del fabricante.
- (2) Tensión nominal y corriente nominal de plena carga. Para los motores de velocidades múltiples, la corriente de plena carga para cada velocidad, excepto para los motores de polo sombreado y los motores con capacitor dividido permanente, donde los amperes se requieren solamente para la velocidad máxima.
- (3) Frecuencia nominal y número de fases, en los motores de corriente alterna.
- (4) Velocidad nominal de plena carga.
- (5) Aumento nominal de temperatura o clase del sistema de aislamiento y temperatura ambiente nominal.
- (6) Régimen de tiempo. Este tiempo nominal debe ser 5, 15, 30 ó 60 minutos, o continuo.
- (7) Valor nominal en caballos de fuerza, para los motores de 93 watts ($\frac{1}{8}$ hp) o mayores. Para motores de velocidad múltiple de 93 watts ($\frac{1}{8}$ hp) o mayores, el valor nominal en caballos de fuerza para cada velocidad, excepto en los motores de polo sombreado y los motores de capacitor dividido permanente de 93 watts ($\frac{1}{8}$ hp) o mayores, donde la potencia nominal en caballos de fuerza se exige solamente para máxima velocidad. No es necesario que en los motores de soldadoras de arco se marque el valor nominal en caballos de fuerza.
- (8) En los motores de corriente alterna de 373 watts ($\frac{1}{2}$ hp) nominales en adelante, la letra de código o la corriente de rotor bloqueado en amperes. En los motores polifásicos de rotor devanado, se debe omitir la letra de código.

NOTA: Véase 430-7(b).

- (9) La letra de diseño en los motores con diseño B, C o D.
- (10) En los motores de inducción de rotor devanado, la tensión del secundario y la corriente de plena carga.
- (11) En los motores síncronos excitados con corriente continua, la corriente y la tensión del campo.
- (12) Devanado: en los motores de corriente continua, derivación directa, derivación estabilizada, devanado compuesto o en serie. No se exigirá que esté marcado en los motores de corriente continua de potencia nominal fraccionaria y de 17.5 centímetros o menos de diámetro.

(13) Los motores equipados con protección térmica que cumplan los requisitos de 430-32(a)(2) o (b)(2), se deben marcar con "Protegido Térmicamente". Se permitirá que los motores protegidos térmicamente de 100 watts nominales o menos, que cumplan lo establecido en 430-32(b)(2), usen la marca abreviada "P.T." (T.P.)

(14) Un motor que cumpla lo establecido en 430-32(b)(4) debe llevar la inscripción "Protegido por impedancia". Se permitirá que los motores protegidos por impedancia de 100 watts nominales o menos, que cumplan lo establecido en 430-32(b)(4), usen la marca abreviada "P.I." (Z.P.)

(15) Los motores equipados con calentadores que evitan la condensación alimentados eléctricamente se deben marcar con la tensión nominal del calentador, el número de fases y la potencia nominal en watts.

b) Letras de código a rotor bloqueado. Las letras de código marcadas en las placas de datos de los motores, para indicar la entrada del motor con el rotor bloqueado, deben cumplir lo establecido en la Tabla 430-7(b). La letra de código que indica la entrada del motor con rotor bloqueado debe aparecer en un bloque individual de la placa de datos, debidamente designada.

Tabla 430-7(b).- Letras de código de indicación para rotor bloqueado

Letra código	Kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado
A	0 – 3.14
B	3.15 – 3.54
C	3.55 – 3.99
D	4.0 – 4.49
E	4.50 – 4.99
F	5.0 – 5.59
G	5.60 – 6.29
H	6.30 – 7.09
J	7.10 – 7.99
K	8.0 – 8.99
L	9.0 – 9.99
M	10.0 – 11.19
N	11.20 – 12.49
P	12.50 – 13.99
R	14.0 – 15.99
S	16.0 – 17.99
T	18.0 – 19.99
U	20.0 – 22.39
V	22.40 en adelante

1) Motores de velocidades múltiples. Los motores de velocidades múltiples deben estar marcados con la letra código que designe los kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado, a la máxima velocidad a la cual se puede arrancar el motor.

Excepción: Los motores de velocidades múltiples y potencia constante deben estar marcados con la letra código que indique el valor máximo de kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado.

2) Motores de una sola velocidad. Los motores de una sola velocidad que arrancan conectados en estrella y funcionan conectados en delta, deben estar marcados con la letra código correspondiente a los kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado, para la conexión en estrella.

3) Motores de tensión dual. Los motores de tensión dual que tengan distintos kilovoltamperes con rotor bloqueado por caballo de fuerza en las dos tensiones, deben estar marcados con la letra de código

correspondiente a la tensión que produzca el mayor valor de kilovoltamperes por caballo de fuerza, con el rotor bloqueado.

4) Motores de 50/60 hertz. Los motores que operen con 50 y 60 hertz deben estar marcados con una letra de código que indique los kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado, a 60 hertz.

5) Motores con devanado dividido. Los motores con arranque de devanado dividido deben estar marcados con la letra de código que designe los kilovoltamperes por caballo de fuerza con rotor bloqueado, con base en la corriente con rotor bloqueado para todo el devanado del motor.

c) Motores de alto par. Los motores de alto par se designan para operación en condición estacionaria y deben estar marcados de acuerdo con 430-7(a), excepto que el par con rotor bloqueado debe reemplazar la designación de potencia en caballos de fuerza.

d) Equipos con varios motores y cargas combinadas.

1) Alambrados en fábrica. Los equipos con varios motores y cargas combinadas deben tener una placa de datos visible marcada con el nombre del fabricante, su valor nominal en volts, frecuencia, número de fases, ampacidad mínima de los conductores del circuito de alimentación y el máximo valor nominal de corriente en amperes del dispositivo de protección del circuito contra cortocircuitos y fallas a tierra. La ampacidad de los conductores se debe calcular según 430-24, teniendo en cuenta todos los motores y las demás cargas que operarán al mismo tiempo. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra no debe ser mayor a la calculada de acuerdo con 430-53. Los equipos con varios motores que se vayan a utilizar en dos o más circuitos deben estar marcados con toda la información indicada anteriormente para cada uno de los circuitos.

2) No alambrados en fábrica. Cuando el equipo no haya sido alambrado en fábrica y las placas de datos individuales de los motores y otras cargas estén visibles después del montaje de los equipos, se permitirá que las placas de datos de cada motor y equipo sirvan como las marcas exigidas.

430-8. Marcado en los controladores. Un controlador debe estar marcado con el nombre o identificación del fabricante, la tensión, el valor nominal de corriente o los caballos de fuerza, el valor nominal de corriente de cortocircuito, y todos los demás datos necesarios para indicar correctamente las aplicaciones para las cuales es adecuado.

Excepción 1: No se exigirá la corriente nominal de cortocircuito para controladores que se aplican de acuerdo con 430-81(a) o (b).

Excepción 2: No se exigirá que el valor nominal de cortocircuito esté marcado en el controlador cuando el valor nominal de corriente de cortocircuito del controlador está marcado en otra parte del ensamble.

Excepción 3: No se exigirá que el valor nominal de cortocircuito esté marcado en el controlador cuando el ensamble en el cual está instalado está marcado con la corriente nominal de cortocircuito.

Excepción 4: No se exigirá el valor nominal de cortocircuito para controladores con valor nominal de menos de 1.5 kilowatts (2 hp) a 300 volts o menos y aprobados exclusivamente para circuitos derivados de propósito general.

Un controlador que incluya un dispositivo de protección contra sobrecarga de los motores, adecuado para aplicaciones de motores en grupo, debe estar marcado con la protección contra sobrecarga de los motores y la máxima protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado para dichas aplicaciones.

Los controladores combinados que utilicen interruptores automáticos ajustables de disparo instantáneo deben estar marcados claramente indicando el valor de ajuste en amperes, del elemento de disparo ajustable.

Cuando un controlador esté incorporado a un motor, formando parte integral del mismo o de un grupo motogenerador, no se exigirá que el controlador esté marcado individualmente si los datos necesarios están en la placa de datos del equipo. Para controladores que formen parte integral de equipos aprobados como una sola unidad, se permitirá el marcado anterior en la placa de datos del equipo.

NOTA: Véase 110-10 con respecto a la información sobre la impedancia del circuito y otras características.

430-9. Terminales.

a) Identificación. Las terminales de los motores y controladores deben estar adecuadamente marcadas o de color cuando sea necesario para indicar las conexiones adecuadas.

b) Conductores. Los controladores de los motores y las terminales de los dispositivos del circuito de control se deben conectar con conductores de cobre, excepto si están identificados para su uso con un conductor diferente.

c) Requisitos de par de apriete. Los dispositivos de los circuitos de control con terminales de presión tipo tornillo que se utilicen con conductores de cobre del 2.08 mm² (14 AWG) o menores, deben apretarse a un mínimo de 0.80 newton-metro, excepto si están identificados para otro valor de par de apriete.

430-10. Espacio para el cableado en los gabinetes.

a) Generalidades. Los gabinetes para el equipo de control y los medios de desconexión de motores no se deben utilizar como cajas de empalme, canales auxiliares o canalizaciones para los conductores que se alimentan a través de o que se deriven hacia otros aparatos, a menos que se utilicen diseños que proporcionen el espacio adecuado para ese uso.

NOTA: Para los gabinetes de desconectores y dispositivos de protección contra sobrecorriente, véase 312-8.

b) Espacio para doblado de cables dentro de los gabinetes de equipo de control. El espacio mínimo para doblado de cables dentro de gabinetes de equipo de control de motores debe cumplir lo establecido en la Tabla 430-10(b) donde se mide en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conector del conductor (en la dirección en que el conductor sale de la terminal) hasta la pared o barrera. Cuando se utilice otra terminación alternativa del conductor en lugar de la suministrada por el fabricante del controlador, debe ser de un tipo identificado por el fabricante para su uso con el controlador y no debe reducir el espacio mínimo de curvatura de los conductores.

Tabla 430-10(b).- Espacio mínimo para el acomodo del alambrado en las terminales en los envoltentes de los controladores de motores

Área mm ²	Tamaño o designación (AWG o kcmil)	Conductores por terminal*	
		1	2
		milímetros	
5.26	10 y menores	no especificado	—
8.37-13.3	8-6	38	—
21.2-26.7	4-3	50	—
33.6	2	65	—
42.4	1	75	—
53.5	1/0	125	125
67.4	2/0	150	150
85.0-107	3/0 - 4/0	175	175
127	250	200	200
152	300	250	250
177-253	350 - 500	300	300
304-355	600 - 700	350	400
380-456	750 - 900	450	475

*Cuando sean tres o más los conductores por terminal, el espacio mínimo para el acomodo de los conductores debe cumplir los requisitos del Artículo 312.

430-11. Protección contra líquidos. Se deben proporcionar guardas de protección o envoltentes adecuados para proteger las partes expuestas portadoras de corriente de los motores y el aislamiento de las terminales de los motores, cuando se instalen directamente bajo los equipos o en otros lugares en donde es capaz que ocurran salpicaduras o aspersión de aceite, agua u otros líquidos, a no ser que el motor esté diseñado para las condiciones existentes.

Tabla 430-12(b).- Medidas mínimas de las cajas terminales para conexiones de cable a cable.

Motores de 27.50 centímetros de diámetro o menos						
kW	hp	Dimensión mínima de la abertura de la cubierta			Volumen mínimo utilizable	
		cm			cm ³	
0.75 y menores	1 y menores ^a	4.1			170	
1.12, 1.50 y 2.24	1½, 2, y 3 ^b	4.5			275	
3.75 y 5.60	5 y 7½	5.0			365	
7.50 y 11.2	10 y 15	6.5			595	
Motores de corriente alterna de más de 27.50 centímetros de diámetro						
Corriente a plena carga para motores trifásicos con un máximo de 12 terminales	Dimensión mínima de la abertura de la cubierta de la caja de terminales	Volumen mínimo utilizable	Potencia trifásica típica máxima			
amperes	cm	cm ³	230 volts		460 volts	
			kW	hp	kW	hp
45	6.5	595	11.2	15	22.4	30
70	8.4	1265	18.7	25	37.3	50
110	10	2295	20.8	40	56	75
160	12.5	4135	44.8	60	93.3	125
250	15	7380	74.6	100	149	200
400	17.5	13775	119	150	224	300
600	20	25255	187	250	373	500
Motores de corriente continua						
Corriente a plena carga para motores con un máximo de 6 terminales	Dimensiones mínimas de la caja de terminales		Volumen útil mínimo			
amperes	cm		cm ³			
68	6.5		425			
105	8.4		900			
165	10		1640			
240	12.5		2950			
375	15		5410			
600	17.5		9840			
900	20		18040			

Se permitirá no tener en cuenta las terminales auxiliares para elementos tales como frenos, termostatos, calentadores de ambiente, campos de excitación, si su área portadora de corriente no excede el 25 por ciento del área portadora de corriente de las terminales de fuerza de la máquina.

^a Para motores de 746 W (1 hp) nominal y menores, con la caja de las terminales parcial o totalmente integrada con el chasis o extremo blindado escudo final del motor, el volumen de la caja de terminales no debe ser menor a 18.00 cm³ por cada conexión entre alambres. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la cubierta.

^b Para los motores de 1119, 1492 y 2238 W (1 ½, 2 y 3 hp) nominales, con la caja de las terminales parcial o totalmente integrada en el armazón del motor, el volumen de la caja de terminales no debe ser menor a 23.00 cm³ por cada conexión entre conductores. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la cubierta.

430-12. Cajas para terminales de motores.

a) Material. Cuando los motores estén dotados de cajas para las terminales, éstas deben ser metálicas y su construcción debe ser sólida.

Excepción: En lugares que no sean (clasificados) peligrosos, se permitirá utilizar cajas no metálicas, sólidas e incombustibles, siempre que estén equipadas en su interior de un medio interno para puesta a tierra entre la estructura del motor y la conexión de puesta a tierra de equipos.

b) Dimensiones y espacio para conexiones y empalmes. Cuando estas cajas de terminales contengan empalmes o conexiones, deben tener las dimensiones y el volumen útil mínimos establecidos en la Tabla 430-12(b).

c) Dimensiones y espacio para conexiones con terminales fijas. Cuando las cajas de las terminales contienen terminales de motores montados rígidamente, la caja de las terminales debe ser de un tamaño suficiente para proporcionar el espacio y el volumen útiles mínimos para las terminales de acuerdo con las Tablas 430-12(c)(1) y 430-12(c)(2).

d) Conductores de gran tamaño o conexiones de fábrica. Para los motores de gran capacidad, con un gran número de terminales o cables de gran tamaño, o cuando los motores están instalados como parte de un equipo armado en fábrica, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja de terminales del motor durante la instalación del equipo, la caja de terminales debe ser de tamaño suficiente para hacer las conexiones, pero no se consideran aplicables las anteriores disposiciones de volumen para esas cajas.

e) Conexiones de puesta a tierra de equipos. En las cajas de terminales de motores para conexiones entre cables o conexiones de terminales fijos, debe haber instalado un medio de conexión para la terminación del conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con 250-8. Se permitirá que dicha conexión esté ubicada tanto por dentro como por fuera de la caja de terminales del motor.

Excepción: Cuando un motor esté instalado formando parte de un equipo armado en fábrica que sea necesario poner a tierra, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja de terminales del motor durante la instalación del equipo, no se exigirá un medio separado para la puesta a tierra del motor en la caja de terminales del motor.

Tabla 430-12(c)(1).- Espacio para las terminales (Terminales fijas)

Tensión (volts)	Separación mínima	
	Entre las terminales de línea	Entre las terminales de línea y otras partes metálicas sin aislar
	milímetros	
250 o menos	6	6
más de 250-1000	10	10

Tabla 430-12(c)(2).- Volúmenes utilizables (Terminales fijos)

Tamaño o designación de conductor alimentador		Volumen mínimo utilizable por cada conductor de alimentador
mm ²	(AWG)	cm ³
2.08	14	16
3.31 y 5.26	12 y 10	20
8.37 y 13.3	8 y 6	37

430-13. Pasacables. En donde los cables pasen a través de una abertura de un envoltente, caja de tubo conduit o barrera, se debe utilizar un pasacables para proteger los conductores de los bordes cortantes de la abertura. La superficie del pasacables que pueda estar en contacto con los conductores debe ser lisa y redondeada. Si se utilizan pasacables en lugares donde pueda haber aceite, grasa u otros contaminantes, deben ser de material que no resulte deteriorado por ellos.

NOTA: En cuanto a los conductores expuestos a agentes deteriorantes, véase 310-10(g).

430-14. Ubicación de los motores.

a) Ventilación y mantenimiento. Los motores deben estar ubicados de modo que tengan ventilación adecuada y que el mantenimiento, como por ejemplo la lubricación de los rodamientos y el cambio de escobillas, puedan ser realizados fácilmente.

Excepción: No se exigirá ventilación para motores del tipo sumergible.

b) Motores abiertos. Los motores abiertos que tengan conmutadores o anillos colectores deben estar ubicados o protegidos de modo que las chispas no puedan alcanzar a los materiales combustibles cercanos.

Excepción: Se permitirá la instalación de estos motores sobre pisos o soportes de madera.

430-16. Exposición a la acumulación de polvo. En los lugares donde se pueda acumular polvo o material transportado por el aire, sobre los motores o dentro de ellos, en cantidades que puedan interferir gravemente con la ventilación o refrigeración de los mismos y, por consiguiente, dar lugar a temperaturas peligrosas, se deben utilizar tipos adecuados de motores encerrados que no se sobrecalienten en las condiciones de uso previstas.

NOTA: En condiciones especialmente extremas, se puede requerir el uso de motores encerrados ventilados a través de tuberías o envoltentes en cuartos separados herméticos al polvo, debidamente ventilados desde una fuente de aire limpia.

430-17. Motor de mayor o menor potencia. Para establecer el cumplimiento con 430-24, 430-53(b) y 430-53(c), el motor de mayor o menor potencia se debe basar en la corriente nominal de plena carga, seleccionada a partir de las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 y 430-250.

430-18. Tensión de sistemas rectificadores. Para determinar la tensión de un sistema derivado de un rectificador, se debe tomar el valor nominal de la tensión de corriente alterna que está siendo rectificado.

Excepción: La tensión nominal de corriente continua del rectificador se debe utilizar si éste excede al valor pico de la tensión de corriente alterna que está siendo rectificada.

Parte B. Conductores para circuitos de motores

430-21. Generalidades. En la Parte B se especifica la ampacidad de los conductores capaces de conducir la corriente del motor sin sobrecalentarse en las condiciones especificadas. Las disposiciones de la Parte B no se deben aplicar a circuitos de motores de más de 1000 volts nominales.

NOTA: Para más de 1000 volts nominales, ver la Parte K.

Las disposiciones de los Artículos 250, 300 y 310 no se deben aplicar a los conductores que formen parte integral de equipos, tales como motores, controladores de motores, centros de control de motores u otros equipos de control ensamblados en fábrica.

NOTA 1: Véanse los requisitos para terminales de dispositivos de equipos en 110-14(c) y 430-9(b).

NOTA 2: Para tensión nominal de más de 1000 volts, véase la Parte K.

430-22. Un solo motor. Los conductores que alimenten un solo motor usado en una aplicación de servicio continuo, deben tener ampacidad no menor al 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor, como se determina en 430-6(a)(1), o no menos a la especificada a continuación.

a) Rectificador de motor de corriente continua. Para motores de corriente continua que operan desde una fuente de alimentación rectificada, la ampacidad del conductor en la entrada del rectificador no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente nominal de entrada al rectificador. Para motores de corriente continua que operan desde una fuente de alimentación monofásica rectificada, los conductores entre las terminales de alambrado del campo del rectificador y el motor deben tener una ampacidad no menor al siguiente porcentaje del valor nominal de corriente de plena carga del motor:

- (1) El 190 por ciento, cuando se use un puente rectificador monofásico de media onda.
- (2) El 150 por ciento, cuando se use un puente rectificador monofásico de onda completa.

b) Motor con velocidades múltiples. Para un motor con velocidades múltiples, la selección de los conductores del circuito derivado en el lado de línea del controlador debe estar basada en la mayor de las corrientes nominales de plena carga indicada en la placa de datos del motor. La ampacidad de los conductores del circuito derivado entre el controlador y el motor no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente nominal del devanado o devanados a los que energiza los conductores.

c) Motor con arranque en estrella y funcionamiento en delta. Para motores conectados con arranque en estrella y funcionamiento en delta, la ampacidad de los conductores del circuito derivado del lado de línea del controlador no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1). La ampacidad de los conductores entre el controlador y el motor no debe ser menor al 72 por ciento del valor nominal de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1).

NOTA: Los conductores individuales del circuito de motor de un motor con arranque en estrella y funcionamiento en delta transportan el 58 por ciento del valor nominal de la corriente de carga. El multiplicador del 72 por ciento se obtiene multiplicando el 58 por ciento por 1.25.

d) Motor con devanado dividido. Para motores conectados con devanado dividido, la ampacidad de los conductores del circuito derivado del lado de línea del controlador no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1). La ampacidad de los conductores entre el controlador y el motor no debe ser menor al 62.50 por ciento del valor nominal de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1).

NOTA: El multiplicador del 62.50 por ciento se obtiene multiplicando el 50 por ciento por 1.25.

e) Servicio no continuo. Los conductores para un motor usado en aplicaciones de corta duración, intermitentes, periódicas o variables deben tener ampacidad no menor al porcentaje del valor nominal de corriente de la placa de datos del motor, mostrada en la Tabla 430-22(e).

Tabla 430-22(e).- Servicio por régimen de tiempo.

Clasificación del servicio	Porcentajes del valor nominal de corriente de las placas de datos			
	Motor especificado para	Motor especificado para	Motor especificado para	Motor especificado para funcionamiento
	5 minutos	15 minutos	30 y 60 minutos	continuo
Servicio de corto tiempo:	110	120	150	-
Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.				
Servicio intermitente:	85	85	90	140
Elevadores y montacargas, máquinas de herramientas, bombas, puentes levadizos, plataformas giratorias, etc. (Para soldadoras de arco, ver 630-11).				
Servicio periódico:	85	90	95	140
Rodillos, máquinas de manipulación de minerales y carbón, etc.				
Servicio variable:	110	120	150	200

Cualquier motor debe ser considerado como de ciclo continuo, a menos que la naturaleza de los aparatos que accione sea tal que el motor no operará continuamente con carga bajo cualquier condición de operación.

f) Envoltentes de terminales separadas. Se permitirá que los conductores entre un motor estacionario de 746 watts (1 hp nominal) o menos y con envoltente de terminales separada como se permite en 430-245(b), sean de tamaño menor al 2.08 mm² (14 AWG) pero no menor al 0.824 mm² (18 AWG), siempre que tengan una ampacidad como se especifica en 430-22(a).

g) Conductores para motores pequeños. Los conductores para motores pequeños no deben ser menores a 2.08 mm² (14 AWG) a menos que se permita lo contrario en 430-22(g)(1) o (g)(2).

1) Cobre tamaño 0.824 mm² (18 AWG). Se permitirán conductores individuales de cobre de tamaño 0.824 mm² (18 AWG), instalados en gabinetes o envoltentes conductores de cobre que son parte de un

ensamble de cables multiconductores cubiertos o los conductores de cobre en un cordón flexible, bajo cualquiera de las siguientes series de condiciones:

(1) El circuito alimenta un motor con un valor nominal de corriente a plena carga, según lo determinado en la sección 430-6(a)(1), de más de 3.50 amperes y menor o igual a 5 amperes y se cumplen todas las siguientes condiciones:

- a. El circuito está protegido de acuerdo con 430-52.
- b. El circuito está provisto con una protección contra sobrecarga máxima Clase 10 o Clase 10A de acuerdo con 430-32.
- c. La protección contra sobrecorriente es proporcionado de acuerdo con 240-4(d)(1)(2).

(2) El circuito alimenta un motor con un valor nominal de corriente a plena carga, según lo determinado en la sección 430-6(a)(1), de 3.50 amperes o menos y se cumplen las siguientes condiciones:

- a. El circuito está protegido de acuerdo con 430-52.
- b. El circuito es proporcionado con máxima protección contra sobrecarga Clase 20 de acuerdo con 430-32.
- c. La protección contra sobrecorriente es proporcionada de acuerdo con 240-4(d)(1)(2).

2) Cobre tamaño 1.31 mm² (16 AWG). Se permitirán conductores individuales de cobre de tamaño 1.31 mm² (16 AWG), los conductores de cobre que son parte de un ensamble de cables cubiertos multiconductores o los conductores de cobre en un cordón flexible, bajo cualquiera de las siguientes series de condiciones:

(1) El circuito alimenta un motor con un valor nominal de corriente a plena carga, según lo determinado en la sección 430-6(a)(1) de más de 5.50 amperes y menor o igual a 8 amperes y se cumplen todas las siguientes condiciones:

- a. El circuito está protegido de acuerdo con 430-52.
- b. El circuito está provisto con una protección contra sobrecarga Clase 10 o Clase 10A de acuerdo con 430-32.
- c. La protección contra sobrecorriente es proporcionada de acuerdo con 240-4(d)(2)(2).

(2) Circuitos de motor con una ampacidad de plena carga de 5.50 amperes o menos si se cumplen las siguientes condiciones:

- a. El circuito está protegido de acuerdo con 430-52.
- b. El circuito está provisto con una protección contra sobrecarga Clase 20 de acuerdo con 430-32.
- c. La protección contra sobrecorriente está provista de acuerdo con 240-4(d)(2)(2).

430-23. Secundario del motor de rotor devanado.

a) Servicio continuo. Para servicio continuo, los conductores que conectan el secundario de un motor de corriente alterna de rotor devanado con su controlador, deben tener una ampacidad no menor al 125 por ciento de la corriente de plena carga del secundario del motor.

b) Servicio no continuo. Para servicio diferente del continuo, estos conductores deben tener una ampacidad, en porcentaje de la corriente de plena carga del secundario, no menor a la especificada en la Tabla 430-22(e).

c) Resistencia separada del controlador. Cuando la resistencia del secundario esté separada del controlador, la ampacidad de los conductores entre el controlador y la resistencia no debe ser menor a la indicada en la Tabla 430-23(c).

Tabla 430-23(c).- Conductor del secundario

Clasificación de servicio en función de la resistencia	Ampacidad del conductor en porcentaje de la corriente a plena carga del secundario
Arranque ligero	35
Arranque pesado	45
Arranque extrapesado	55

Arranque ligero intermitente	65
Arranque intermitente medio	75
Arranque intermitente pesado	85
Servicio Continuo	110

430-24. Varios motores o motores y otras cargas. Los conductores que alimentan varios motores o motores y otras cargas deben tener una ampacidad no menor a la suma de cada uno de los siguientes:

- (1) 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga del motor con el valor nominal más alto, tal como se determina en 430-6(a).
- (2) La suma de las corrientes nominales de plena carga de todos los otros motores del grupo, tal como se determina en 430-6(a).
- (3) 100 por ciento de las cargas no continuas que no son motores.
- (4) 125 por ciento de las cargas continuas que no son motores.

Excepción 1: Cuando uno o más de los motores del grupo se utilicen para servicio de corta duración, intermitente, periódico o variable, el valor nominal en amperes de dichos motores utilizada en la suma se debe determinar de acuerdo con 430-22(e). En la suma se debe utilizar el motor de mayor capacidad y debe ser uno de los dos valores siguientes: valor nominal de corriente en amperes de 430-22(e) o la corriente más alta de plena carga en servicio continuo del motor multiplicada por 1.25.

Excepción 2: La ampacidad de los conductores que alimentan equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, operados con motor, debe cumplir lo establecido en 424-3(b).

Excepción 3: Cuando el circuito se pueda bloquear de modo que impida el funcionamiento simultáneo de determinados motores y otras cargas, se permitirá que la ampacidad de los conductores se base en la suma de las corrientes de los motores y de las otras cargas que van a funcionar simultáneamente, y que den como resultado la mayor corriente total.

430-25. Varios motores en combinación con otras cargas. La ampacidad de los conductores que alimentan equipos de varios motores y de cargas combinadas, no debe ser menor a la ampacidad mínima del circuito marcada en el equipo, de acuerdo con 430-7(d). Cuando el equipo no viene cableado de fábrica y las placas individuales de características queden visibles de acuerdo con 430-7(d)(2), la ampacidad de los conductores se debe determinar de acuerdo con 430-24.

430-26. Factor de demanda del alimentador. Cuando se reduzca el calentamiento de los conductores como resultado de la operación en servicio intermitente o porque no todos los motores funcionan al mismo tiempo, los conductores del alimentador pueden tener una ampacidad menor a la especificada en 430-24, siempre que los conductores tengan una ampacidad suficiente para la carga máxima determinada de acuerdo con el tamaño y número de los motores alimentados y con las características de sus cargas y ciclos de servicio.

NOTA: Los factores de demanda determinados en el diseño de instalaciones nuevas, a menudo se pueden validar comparando con la experiencia histórica real en instalaciones similares.

430-27. Motores con capacitores. Cuando se instalen capacitores en los circuitos de los motores, los conductores deben cumplir lo establecido en 460-8 y 460-9.

430-28. Derivaciones del alimentador. Los conductores de derivación del alimentador deben tener una ampacidad no menor a la exigida en la Parte B, deben terminar en un dispositivo de protección del circuito derivado y además deben cumplir uno de los siguientes requisitos:

- (1) Estar dentro de un controlador cerrado o en una canalización, no tener más de 3.00 metros de longitud y, para su instalación en sitio, estar protegidos en el lado de línea del conductor de derivación por un dispositivo contra sobrecorriente cuyo valor nominal o ajuste no exceda el 1000 por ciento de la ampacidad del conductor de derivación.
- (2) Tener una ampacidad como mínimo de un tercio de la de los conductores del alimentador, estar adecuadamente protegidos contra daños físicos o encerrados dentro de una canalización y no tener más de 7.50 metros de longitud.
- (3) Tener una ampacidad no menor a la de los conductores del alimentador.

Excepción: Las derivaciones del alimentador de más de 7.50 metros de longitud. En plantas industriales con naves de gran altura (de más de 11.00 metros de altura de las paredes) y cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que sólo personas calificadas darán mantenimiento a la instalación, se permitirá que los conductores derivados del alimentador tengan como máximo 7.50 metros de longitud medidos horizontalmente y como máximo 30.00 metros de longitud total, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- a. La ampacidad de los conductores de derivación no es menor a 1/3 de la de los conductores del alimentador.
- b. Los conductores de derivación terminen en un solo interruptor automático o un solo conjunto de fusibles que cumplan con:
 - (1) Con la Parte D, cuando los conductores del lado de la carga sean un circuito derivado, o
 - (2) Con la Parte E, cuando los conductores del lado de la carga sean un alimentador.
- c. Los conductores de derivación estén protegidos adecuadamente contra daños físicos y están instalados en canalizaciones.
- d. Los conductores de derivación sean continuos de un extremo a otro y no tengan empalmes.
- e. Los conductores de derivación sean de cobre de tamaño 13.3 mm² (6 AWG) o de aluminio de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) o mayor.
- f. Los conductores de derivación no penetren en paredes, pisos o plafones.
- g. Las derivaciones no estén hechas a menos de 9.00 metros del piso.

430-29. Motores de corriente continua de tensión constante - Resistencias de potencia. Los conductores que conectan el controlador de un motor a resistencias de potencia utilizadas para aceleración y frenado dinámico, montadas por separado en el circuito de la armadura, deben tener una ampacidad no menor al valor calculado a partir de la Tabla 430-29 usando la corriente de plena carga del motor. Si se utiliza una resistencia de armadura en derivación, la ampacidad del conductor de la resistencia de potencia de aceleración se debe calcular con base en el total de la corriente de plena carga del motor y de la corriente de la resistencia de armadura en derivación. Los conductores de la resistencia de armadura en derivación deben tener una ampacidad no menor a la calculada a partir de la Tabla 430-29, usando la corriente nominal de la resistencia en derivación como corriente de plena carga.

Tabla 430-29.- Factores de ampacidad del conductor para resistencias de potencia

Tiempo en segundos		Ampacidad de los conductores en por ciento de la corriente a plena carga
Encendido (ON)	Apagado (OFF)	
5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
Servicio continuo		110

Parte C. Protección contra sobrecarga de los motores y de sus circuitos derivados.

430-31. Generalidades. En la Parte C se especifican los dispositivos de protección contra sobrecarga proyectados para proteger los motores, aparatos de control de motores y conductores de los circuitos derivados de motores, contra el calentamiento excesivo debido a las sobrecargas del motor y a las fallas al arrancar.

NOTA: Véase la definición de sobrecarga en el Artículo 100.

Estas disposiciones no exigirán protección contra sobrecarga cuando una pérdida de potencia pudiera causar un riesgo, como en el caso de las bombas contra incendios.

NOTA: Para la protección de los conductores de alimentación de las bombas contra incendios, véase 695-6. Las disposiciones de la Parte C no se deben aplicar a los circuitos de motores de más de 1000 volts nominales.

NOTA 1: Para una tensión mayor a 1000 volts nominales, véase la Parte K.

430-32. Motores de servicio continuo.

a) De más de 746 watts (1 hp). Todos los motores de servicio continuo de más de 746 watts (1 hp nominal) deben estar protegidos contra sobrecargas por uno de los medios indicados en (1) hasta (4) siguientes:

1) Dispositivo separado de protección contra sobrecarga. Un dispositivo separado de protección contra sobrecarga que sea sensible a la corriente del motor. Este dispositivo se debe seleccionar para que se dispare o debe tener valor nominal no mayor al siguiente porcentaje del valor nominal de corriente de plena carga, de la placa de datos del motor:

Motores con un factor de servicio marcado de 1.15 ó más	125 por ciento
Motores con un aumento de temperatura marcado de 40 °C o menos	125 por ciento
Todos los demás motores	115 por ciento

Se permitirá modificar estos valores tal como lo establece 430-32(c). En los motores de velocidades múltiples, se debe considerar por separado la conexión de cada devanado. Cuando un dispositivo separado de protección contra sobrecarga de un motor esté conectado de modo que no conduzca la corriente total indicada en la placa de datos del motor, como en el caso de un motor con arranque en estrella - delta, en el equipo debe estar claramente marcado el porcentaje de la corriente de la placa de datos que se aplica a la selección o ajuste del dispositivo contra sobrecarga, o lo deberá tener en cuenta la tabla de selección dada por el fabricante.

NOTA: Cuando estén instalados capacitores en el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor, para la corrección del factor de potencia, véase 460-9.

2) Protector térmico. Un protector térmico integrado con el motor, aprobado para su uso con el motor que protege, con el fin de evitar el sobrecalentamiento peligroso del motor debido a la sobrecarga y a las fallas al arrancar. La corriente máxima de disparo en un motor protegido térmicamente no debe superar los siguientes porcentajes de la corriente de plena carga del motor, presentados en las Tablas 430-248, 430-249 y 430-250:

Corriente de plena carga del motor de 9 amperes o menos	170 por ciento
Corriente de plena carga del motor entre 9.1 y 20 amperes inclusive	156 por ciento
Corriente de plena carga del motor mayor a 20 amperes	140 por ciento

Si el dispositivo de interrupción de corriente del motor está separado de él y su circuito de control es operado por un dispositivo protector integrado en el motor, debe estar dispuesto de manera que al abrirse el circuito de control, resulte en una interrupción de la corriente del motor.

3) Integrado al motor. Se permitirá instalar un dispositivo de protección integrado al motor que lo proteja contra los daños debidos a las fallas al arrancar, si el motor forma parte de un ensamble aprobado que normalmente no somete al motor a sobrecargas.

4) De más de 1120 kilowatts (1500 hp). Para motores de más de 1120 kilowatts (1500 hp), un dispositivo de protección con detectores de temperatura incorporados en el motor que cause la interrupción del paso de corriente cuando el motor alcance un aumento de la temperatura por encima del marcado en la placa de datos, para una temperatura ambiente de 40 °C.

b) De 746 watts (1 hp) o menos con arranque automático. Un motor de 746 watts (1 hp) o menos con arranque automático debe estar protegido contra sobrecarga por uno de los siguientes medios:

1) Dispositivo separado de protección contra sobrecarga. Por un dispositivo separado de protección contra sobrecarga que cumpla con los requisitos de 430-32(a)(1). En los motores de velocidades múltiples se debe considerar por separado la conexión de cada devanado. Se permitirá modificar estos valores de acuerdo con lo establecido en 430-32(c).

2) Protector térmico. Un protector térmico integrado con el motor, aprobado para su uso con el motor que protege, con el fin de evitar el sobrecalentamiento peligroso debido a la sobrecarga y a las fallas al arrancar. Cuando el dispositivo de interrupción de corriente del motor esté separado de él y su circuito de control esté operado por un dispositivo protector integrado en el motor, debe estar dispuesto de manera que, al abrirse el circuito de control, resulte en una interrupción de la corriente del motor.

3) Integrado al motor. Se permitirá instalar un dispositivo de protección integrado con un motor, que lo proteja contra los daños debidos a las fallas al arrancar:

(1) si el motor forma parte de un ensamble aprobado que normalmente no se somete al motor a sobrecargas, o

(2) si el ensamble está equipado también con otros controles de seguridad (como los controles de combustión de seguridad de un quemador doméstico de combustible) que protejan al motor contra los daños debidos a las fallas al arrancar. Cuando el ensamble cuente con controles de seguridad que protejan al motor, esto se debe indicar en la placa de datos del ensamble, que debe quedar visible después de la instalación.

4) Protegido por impedancia. Si la impedancia de los devanados del motor es suficiente para evitar el sobrecalentamiento debido a las fallas al arrancar, se permitirá que el motor esté protegido como lo especifica 430-32(d)(2)(a) para los motores con arranque manual, si el motor forma parte de un ensamble aprobado en el cual el motor se autolimita de modo que no se llegue a sobrecalentar peligrosamente.

Muchos motores de corriente alterna de menos de 37 watts (1/20 hp), como los motores de relojes, motores en serie, etc. y también otros más grandes, como los de par, entran en esta clasificación. En ella no entran los motores de fase dividida con interruptores automáticos que desconectan los devanados de arranque.

c) Selección del dispositivo de protección contra sobrecarga. Cuando el elemento detector o el ajuste o el dimensionamiento del dispositivo de protección contra sobrecarga seleccionado de acuerdo con 430-32(a)(1) y 430-32(b)(1) no son suficientes para arrancar el motor o llevar la carga, se permitirá el uso de elementos detectores de mayor tamaño o incrementos en los ajustes o el dimensionamiento, siempre que la corriente de disparo del dispositivo de protección contra sobrecarga no exceda los siguientes porcentajes del valor nominal de corriente de plena carga, de la placa de datos del motor:

Motores con un factor de servicio marcado de 1.15 o más	140 por ciento
Motores con un aumento de temperatura marcado de 40 °C o menos	140 por ciento
Todos los demás motores	130 por ciento

El dispositivo de protección contra sobrecarga debe tener un tiempo de retardo suficiente para permitir que el motor arranque y acelere su carga, si no está derivado durante el periodo de arranque del motor, tal como se establece en 430-35.

NOTA: Un relevador de sobrecarga Clase 20 proporcionará un tiempo más prolongado de aceleración del motor que uno de Clase 10 o Clase 10A. Un relé de sobrecarga de Clase 30 proporcionará un tiempo más prolongado de aceleración del motor que uno de Clase 20. El uso de relevadores de sobrecarga de clase más alta puede evitar la necesidad de seleccionar una corriente de disparo más alta.

d) De 746 watts (1 hp) o menos con arranque no automático.

1) Instalado permanentemente. La protección contra sobrecarga debe estar de acuerdo con 430-32(b).

2) Instalado no permanentemente.

a. Al alcance de la vista desde el controlador. Se permitirá que la protección contra sobrecarga sea proporcionada por el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado; sin embargo, tal dispositivo de protección del circuito derivado no debe ser mayor que el especificado en la Parte D del Artículo 430.

Excepción: Se permitirá instalar un motor de este tipo en un circuito derivado a 120 volts nominales, protegido a no más de 20 amperes.

b. Fuera del alcance de la vista desde el controlador. La protección contra sobrecarga debe estar de acuerdo con 430-32(b).

e) Secundarios de rotor devanado. Se permitirá que los circuitos secundarios de motores de corriente alterna de rotor devanado, incluidos conductores, controladores, resistencias, etc., estén protegidos contra sobrecargas por el dispositivo contra sobrecarga del motor.

430-33. Motores de servicio intermitente y similares. Se permitirá que un motor, utilizado para una condición que es inherentemente de servicio de corta duración, intermitente, periódica o variable, como se indica en la Tabla 430-22(e), esté protegido contra sobrecargas por el dispositivo protector contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, siempre que el valor nominal o ajuste del dispositivo protector no exceda los valores indicados en la Tabla 430-52. Todas las aplicaciones de los motores se deben considerar como de servicio continuo, excepto si la naturaleza del aparato accionado por el motor es tal que éste no puede funcionar continuamente con carga bajo ninguna condición de uso.

430-35. Derivación durante el periodo de arranque.

a) Arranque no automático. Para un motor que no es arrancado automáticamente, se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecarga sea derivado o se desconecte del circuito durante el periodo de arranque del motor, si el dispositivo mediante el cual la protección contra sobrecarga se pone en derivación o se desconecta, no se pueda dejar en la posición de arranque y si los fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso, tienen un valor nominal o un valor de ajuste no mayor al 400 por ciento de la corriente de plena carga del motor, y están ubicados en el circuito de modo que sean operativos durante el periodo de arranque del motor.

b) Arranque automático. Si el motor es arrancado automáticamente, el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor no se debe poner en derivación ni desconectar durante el periodo de arranque.

Excepción: Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor se ponga en derivación o se desconecte durante el periodo de arranque en un motor que sea arrancado automáticamente, cuando:

a. El periodo de arranque del motor sea mayor que el tiempo de retardo de los dispositivos disponibles de protección contra sobrecarga del motor, y

b. Se proporcionan los medios aprobados para:

(1) Detectar la rotación del motor y prevenir automáticamente la conexión en derivación o la desconexión en el evento de que el motor falle al arrancar, y

(2) Limitar el tiempo de derivación o de desconexión de la protección contra sobrecarga a un tiempo menor que el nominal de rotor bloqueado del motor protegido, y

(3) Prevenir la parada y el re arranque manual del motor si éste no alcanza su condición de funcionamiento normal.

430-36. Fusibles - en cuáles conductores. Cuando se empleen fusibles para proteger a los motores contra sobrecargas, se debe insertar un fusible en cada conductor de fase y además en el conductor puesto a tierra, si el sistema de alimentación es de corriente alterna, trifásico y 3 hilos, con un conductor puesto a tierra.

430-37. Dispositivos diferentes de fusibles - en cuáles conductores. Cuando se proteja un motor contra sobrecarga mediante dispositivos que no sean fusibles, el número mínimo permisible y la ubicación de las unidades de sobrecarga, como bobinas de disparo o relevadores, se determinan de acuerdo con la Tabla 430-37.

430-38. Número de conductores abiertos por el dispositivo de protección contra sobrecarga. Los dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores, distintos de los fusibles o protectores térmicos, deben abrir simultáneamente un número suficiente de conductores de fase para que se interrumpa el flujo de corriente al motor.

430-39. Controlador del motor como protección contra sobrecarga. También se permitirá usar un controlador de motor como protección contra sobrecarga si el número de unidades de sobrecarga cumple con lo establecido en la Tabla 430-37 y si esas unidades operan tanto durante el arranque como durante el funcionamiento del motor, en el caso de un motor de corriente continua, y durante el funcionamiento del motor en el caso de un motor de corriente alterna

Tabla 430-37.- Dispositivos de sobrecarga para protección del motor

Tipo de motor	Sistema de alimentación	Número y ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecarga tales como bobinas de disparo o relevadores
Monofásico de corriente alterna o corriente continua	De dos hilos, una fase de corriente alterna o corriente continua ninguno puesto a tierra.	1 en cualquier conductor.
Monofásico de corriente alterna o corriente continua	De dos hilos, una fase de corriente alterna o corriente continua, un conductor puesto a tierra.	1 en el conductor de fase.
Monofásico de corriente alterna o corriente continua	3 hilos, una fase de corriente alterna o corriente continua, con conductor del neutro puesto a tierra.	1 en cualquier conductor de fase.
Monofásico de corriente alterna	Cualquiera de las tres fases	1 en el conductor de fase.

Dos fases de corriente alterna	3 hilos, dos fases ninguno puesto a tierra.	2, uno en cada fase.
Dos fases de corriente alterna	3 hilos, dos fases de corriente alterna, con un conductor puesto a tierra.	2 en los conductores de fase.
Dos fases de corriente alterna	4 hilos, dos fases de corriente alterna, puesto a tierra. o no puesto a tierra	2, 1 por cada fase en los conductores de fase.
Dos fases de corriente alterna	Neutro puesto a tierra o 5 hilos, dos fases de corriente alterna, no puesto a tierra.	2, 1 por fase en cualquier hilo de fase no puesto a tierra.
Trifásico de corriente alterna	Cualquiera de las tres fases	3, 1 en cada fase *

***Excepción:** No se requerirá una unidad de protección contra sobrecarga en cada fase cuando se proporcione protección contra sobrecarga por otros medios aprobados.

430-40. Relevadores de sobrecarga. Los relevadores de sobrecarga y otros dispositivos para la protección de los motores contra sobrecarga, que no sean capaces de abrir cortocircuitos o fallas a tierra, deben estar protegidos por fusibles o interruptores automáticos con valores nominales o ajustes que cumplan lo establecido en 430-52, o por un protector de motores contra cortocircuito, de acuerdo con 430-52.

Excepción: Cuando estén aprobados para su instalación en grupo y marcados con el tamaño máximo del fusible o interruptor automático de tiempo inverso mediante el cual deben estar protegidos, los dispositivos de protección contra sobrecarga se deben proteger de acuerdo con este marcado.

430-42. Motores conectados a circuitos derivados de uso general. La protección contra sobrecarga de los motores conectados a circuitos derivados de uso general, tal como lo permite el Artículo 210, se debe brindar como se especifica en (a) hasta (d) siguientes:

a) No mayores de 746 watts (1 hp). Se permitirá conectar uno o más motores sin dispositivos individuales de protección contra sobrecarga a un circuito derivado de uso general, únicamente si la instalación cumple las condiciones limitantes especificadas en 430-32(b) y 430-32(d) y 430-53(a)(1) y (a)(2).

b) De más de 746 watts (1 hp). Se permitirá conectar motores de valor nominal mayor al especificado en 430-53(a) a circuitos derivados de uso general, únicamente cuando cada motor esté protegido por un dispositivo de protección contra sobrecarga seleccionado para proteger el motor según lo especificado en 430-32. Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar aprobados para instalarlos en grupo con los dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra seleccionados de acuerdo con 430-53.

c) Conectados con cordón y clavija. Cuando un motor sea conectado a un circuito derivado por medio de una clavija a un contacto y no tenga instalado un dispositivo individual de protección contra sobrecarga como se especifica en 430-42(a), el valor nominal del contacto y de la clavija de conexión no debe ser mayor de 15 amperes a 125 volts ó 250 volts. Cuando se exija un dispositivo individual de protección contra sobrecarga según lo establece 430-42(b) para un motor o aparato operado a motor conectado al circuito derivado mediante una clavija a un contacto, el dispositivo de protección contra sobrecarga debe formar parte integral del motor o del aparato. El valor nominal de la clavija de conexión y del contacto o del conector de cordón debe determinar el valor nominal del circuito al que se puede conectar el motor, tal como se establece en 210-21(b).

d) Retardo de tiempo. El dispositivo protector del circuito derivado contra cortocircuito y fallas a tierra al cual está conectado el motor o el aparato operado a motor debe tener un tiempo de retardo suficiente para permitir que el motor arranque y acelere su carga.

430-43. Rearranque automático. No se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecarga de motores que pueda volver a arrancar automáticamente el motor después de dispararse, a no ser que dicho dispositivo esté aprobado para uso con el motor que protege. No se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecarga de motores que pueda rearmar automáticamente un motor después de un disparo por sobrecarga, si el rearmar automático puede ocasionar lesiones a las personas.

430-44. Parada programada. Si la parada automática inmediata de un motor mediante un dispositivo de protección contra sobrecarga pudiera producir riesgos mayores o adicionales para las personas y se necesita la operación continua del motor para que la parada de los equipos o procesos sea segura, se permitirá conectar uno o varios dispositivos de detección de sobrecarga del motor que cumplan con lo establecido en la Parte C de este Artículo, a una alarma supervisada, en lugar de interrumpir inmediatamente el circuito del motor, con el fin de realizar una parada programada o tomar las medidas correctivas.

Parte D. Protección de circuitos derivados para motores contra cortocircuito y fallas a tierra

430-51. Generalidades. La Parte D especifica los dispositivos proyectados para proteger los conductores de los circuitos derivados de motores, los controladores de motores y los motores, contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o fallas a tierra. Estas reglas complementan o modifican lo establecido en el Artículo 240. Los dispositivos especificados en la Parte D no incluyen los tipos de dispositivos exigidos en 210-8, 230-95 y 590-6. Las disposiciones de la Parte D no se deben aplicar a los circuitos de motores de más de 1000 volts nominales.

NOTA 1: Para tensiones de más de 1000 volts nominales, véase la Parte K.

430-52. Capacidad nominal o ajuste para circuitos de un solo motor.

a) Generalidades. Los dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de los circuitos derivados de motores deben cumplir lo establecido en (b) y (c) o (d) siguientes, según sea aplicable.

b) Todos los motores. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado del motor debe ser capaz de soportar la corriente de arranque del motor.

c) Capacidad nominal o ajuste.

1) De acuerdo con la Tabla 430-52. Se debe emplear un dispositivo de protección con valor nominal o un ajuste que no exceda el valor calculado de acuerdo con los valores dados en la Tabla 430-52.

Excepción 1: Cuando los valores de los dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de los circuitos derivados determinados según la Tabla 430-52, no correspondan a los tamaños o valores nominales estándar de los fusibles, interruptores automáticos y dispositivos térmicos de protección no ajustables o posibles ajustes de disparo de los interruptores automáticos ajustables, se permitirá utilizar el tamaño, valor nominal o posible ajuste que no exceda el valor nominal estándar de corriente inmediatamente superior.

Excepción 2: Cuando el valor nominal especificado en la Tabla 430-52, o el valor nominal modificado por la Excepción 1, no sea suficiente para la corriente de arranque del motor:

(1) Se permitirá aumentar el valor nominal de un fusible sin retardo de tiempo que no exceda de 600 amperes o de un fusible con retardo de tiempo de Clase C, pero en ningún caso debe exceder el 400 por ciento de la corriente de plena carga.

(2) Se permitirá aumentar el valor nominal de un fusible de acción retardada (de elemento dual), pero en ningún caso debe exceder el 225 por ciento de la corriente de plena carga.

(3) Se permitirá aumentar el valor nominal de un interruptor automático de tiempo inverso, pero sin que en ningún caso exceda el 400 por ciento para corrientes de plena carga de 100 amperes o menos, o el 300 por ciento para corrientes de plena carga de más de 100 amperes.

(4) Se permitirá aumentar la capacidad nominal de un fusible clasificado entre 601 a 6000 amperes, pero sin que en ningún caso exceda el 300 por ciento de la corriente de plena carga.

Tabla 430-52.- Ajuste máximo de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra para circuitos derivados de motores

Tipo de motor	En porcentaje de la corriente a plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo ¹	Fusible de dos elementos ¹ (con retardo de tiempo)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso ²
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores polifásicos de corriente alterna distintos a los de rotor devanado	300	175	800	250
De jaula de ardilla: diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes	300	175	800	250
De diseño B energéticamente eficientes	300	175	1100	250
Síncronos ³	300	175	800	250

Con rotor devanado	150	150	800	150
De corriente continua (tensión constante)	150	150	250	150

Para algunas excepciones a los valores especificados, ver 430-54.

¹ Los valores de la columna fusible sin retardo de tiempo se aplican a fusibles de Clase CC de acción retardada.

² Los valores de la última columna también cubren los valores nominales de los interruptores automáticos de tiempo inverso no ajustables, que se pueden modificar como se describe en 430-52(c)(1), Excepción 1 y 2.

³ Los motores sincrónicos de bajo par y baja velocidad (usualmente 450 rpm o menos), como los utilizados para accionar compresores alternativos, bombas, etc. que arrancan sin carga, no requieren que el valor nominal de los fusibles o el ajuste de los interruptores automáticos sea mayor al 200 por ciento de la corriente a plena carga.

2) Tabla del relevador de sobrecarga. Cuando la capacidad nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado se muestre en la tabla que proporciona el fabricante del relevador de sobrecarga para su uso con el controlador del motor, o esté marcada de cualquier otra forma en el equipo, ese valor no se debe exceder aun cuando se permitan valores superiores en las disposiciones anteriores.

3) Interruptor automático de disparo instantáneo. Sólo se debe utilizar un interruptor automático de disparo instantáneo si es ajustable y forma parte de una combinación aprobada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecarga y cortocircuito y falla a tierra en cada conductor, y si el ajuste se regula a no más del valor especificado en la Tabla 430-52.

NOTA: Para el propósito de este Artículo, los interruptores automáticos de disparo instantáneo pueden incorporar un medio de amortiguación de corrientes transitorias de irrupción o de energización (Inrush current) del motor, sin disparos inconvenientes del interruptor automático.

Excepción 1: Cuando el ajuste especificado en la Tabla 430-52 no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, se permitirá aumentar el ajuste del interruptor automático de disparo instantáneo, pero sin que en ningún caso exceda el 1300 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores distintos de los de diseño B energéticamente eficientes, ni más del 1700 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores de diseño B energéticamente eficientes. Se permitirán ajustes de disparo mayores al 800 por ciento para otros motores distintos de los del diseño B energéticamente eficientes y mayor al 1100 por ciento para los motores del diseño B energéticamente eficientes, cuando su necesidad se haya demostrado por evaluación de ingeniería. En tales casos, no será necesario aplicar primero un interruptor automático con disparo instantáneo al 800 por ciento o al 1100 por ciento.

Excepción 2: Cuando la corriente de plena carga del motor sea de 8 amperes o menos, se permitirá aumentar hasta el valor marcado en el controlador el ajuste del interruptor automático de disparo instantáneo con una corriente nominal continua de 15 amperes o menos, en una combinación aprobada de controlador de motor que proporcione protección coordinada del circuito derivado del motor contra sobrecarga, cortocircuito y fallas a tierra.

4) Motor de velocidades múltiples. Para motores de varias velocidades se permitirá instalar un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra para dos o más devanados del motor, siempre que el valor nominal del dispositivo de protección no exceda los porcentajes aplicables anteriores del valor nominal en la placa de datos del devanado más pequeño protegido.

Excepción: En un motor de varias velocidades se permitirá utilizar un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra, dimensionado de acuerdo con la corriente de plena carga del devanado de mayor corriente, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- Cada devanado está equipado con protección individual contra sobrecargas dimensionada de acuerdo con su corriente de plena carga.
- Los conductores del circuito derivado que alimentan a cada devanado están dimensionados de acuerdo con la corriente de plena carga del devanado de mayor corriente de plena carga.
- El controlador de cada devanado tiene un valor nominal en caballos de fuerza no menor a la exigida para el devanado que posee el mayor valor nominal en caballos de fuerza.

5) Dispositivos electrónicos de potencia. Fusibles semiconductores destinados a la protección de dispositivos electrónicos se permitirán, en lugar de los dispositivos indicados en la Tabla 430-52 para dispositivos electrónicos de potencia, dispositivos electromecánicos asociados (como contactores de

desviación (bypass) y contactores de aislamiento), y conductores de sistemas de controladores de estado sólido, siempre que los datos técnicos de los fusibles de repuesto se coloquen al lado de los fusibles.

6) Controlador combinado auto-protégido. Se permitirá un controlador combinado auto-protégido aprobado, en lugar de los dispositivos especificados en la Tabla 430-52. Los ajustes de disparo instantáneo regulables no deben exceder el 1300 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes, ni más de 1700 por ciento de la corriente de plena carga de un motor, para motores de diseño B energéticamente eficientes.

NOTA: Aplicación adecuada de combinación de controladores auto-protégidos en sistemas trifásicos, distintos de los puestos a tierra sólidamente en conexión estrella, particularmente en los sistemas de conexión delta puestos a tierra en una esquina, considerados los controladores de combinación auto-protégidos de polo individual con habilidad de interrupción.

7) Protector del motor contra cortocircuito. Se permitirá un protector contra cortocircuito del motor en lugar de los dispositivos especificados en la Tabla 430-52, si dicho protector es parte de una combinación aprobada de controlador de motor que posee protección coordinada contra sobrecarga del motor y protección contra cortocircuito y fallas a tierra en cada conductor, y que abrirá el circuito a corrientes que exceden el 1300 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes y el 1700 por ciento de la corriente de plena carga para motores de diseño B energéticamente eficientes.

d) Motores de alto par. Los circuitos derivados de los motores de alto par se deben proteger a la corriente nominal de la placa de datos del motor, según 240-4(b)

430-53. Varios motores o cargas en un circuito derivado. Se permitirá conectar al mismo circuito derivado dos o más motores o uno o más motores y otras cargas, bajo las condiciones especificadas a continuación. El dispositivo de protección del circuito derivado debe tener fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso.

a) No mayor de 746 watts (1 hp). En un circuito derivado de 120 volts nominales protegido a no más de 20 amperes o en un circuito derivado de 1000 volts nominales o menos, protegido a no más de 15 amperes, se permitirá conectar varios motores, ninguno de los cuales exceda de 1 hp de potencia nominal, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) La corriente nominal de plena carga de cada motor no excede los 6 amperes.
- (2) No se excede el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, marcada en cualquiera de los controladores.
- (3) La protección individual contra sobrecarga cumple lo establecido en 430-32.

b) Si se protege el motor de menor potencia nominal. Si se elige el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, de modo que no exceda el valor permitido en 430-52 para el motor más pequeño de valor nominal, se permitirá conectar al circuito derivado dos o más motores o uno o más motores y otra carga, siempre que cada motor tenga protección individual contra sobrecarga y cuando se pueda determinar que el dispositivo protector contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado no se abrirá en las condiciones normales de servicio más fuertes que puedan darse.

c) Otras instalaciones en grupos. Se permitirá conectar dos o más motores de cualquier valor nominal o uno o más motores y otra carga, con cada motor con protección individual contra sobrecarga, a un circuito derivado cuando el controlador o controlador del motor y el dispositivo de sobrecarga: (1) estén instalados como un conjunto de fábrica aprobado y el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado sea parte del conjunto o esté especificado por el marcado en el ensamble; o (2) el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado del motor, el controlador o controladores de los motores y el o los dispositivos de sobrecarga sean instalados en sitio como conjuntos separados aprobados para tal uso y con instrucciones del fabricante para usarse entre sí; y (3) se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) Cada dispositivo de protección contra sobrecarga de motor esté ya sea: (a) aprobado para su instalación en grupo con un fusible o con un interruptor automático de tiempo inverso con valores nominales máximos especificados, o ambos, o (b) seleccionado de tal forma que el valor nominal de corriente del dispositivo de protección contra fallas a tierra y el corto circuito derivado del motor no exceda el valor nominal permitido en 430-52 para ese dispositivo individual de protección contra sobrecarga del motor y la carga del motor correspondiente.

(2) Todos los controladores de los motores estén ya sea: (a) aprobados para instalación en grupo con un fusible o con un interruptor automático con valores nominales máximos especificados, o ambos, o (b) seleccionados de tal forma que el valor nominal de corriente del dispositivo de protección contra fallas a tierra y el corto circuito derivado del motor no exceda el valor nominal permitido en 430-52 para ese controlador individual y la carga del motor correspondiente.

(3) Todos los interruptores automáticos sean del tipo de tiempo inverso y estén aprobados.

(4) El circuito derivado debe estar protegido por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso con un valor nominal que no exceda lo especificado en 430-52 para el motor de mayor valor nominal conectado al circuito derivado más una cantidad igual a la suma de los valores de corriente nominales de plena carga de todos los demás motores y los valores nominales de las otras cargas conectadas al circuito. Cuando este cálculo dé como resultado un valor nominal menor a la ampacidad de los conductores de circuitos derivados, se permitirá aumentar el valor nominal máximo de los fusibles o del interruptor automático hasta un valor que no exceda el permitido por 240-4(b).

(5) Los fusibles del circuito derivado o los interruptores automáticos de tiempo inverso no sean mayores que los permitidos por 430-40 para el relevador de sobrecarga que protege el motor de menor valor nominal del grupo.

(6) La protección contra sobrecorriente para las cargas diferentes de las de motor debe estar de acuerdo con las Partes A hasta G del Artículo 240.

NOTA: Respecto a la impedancia y otras características del circuito, véase 110-10.

d) Derivación para un solo motor. Para las instalaciones en grupo descritas anteriormente, no se exigirá que los conductores de cualquier derivación que alimenten un solo motor tengan un dispositivo individual de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, siempre que cumpla con alguna de las condiciones siguientes:

(1) Ningún conductor al que vaya conectado el motor debe tener ampacidad menor que la de los conductores del circuito derivado.

(2) Ningún conductor al que vaya conectado el motor debe tener ampacidad menor de un tercio de la de los conductores del circuito derivado, con un mínimo de acuerdo con 430-22; los conductores que van desde el punto de derivación hasta el dispositivo contra sobrecarga del motor no deben ser de una longitud mayor de 7.50 metros y deben estar protegidos contra daños físicos al estar encerrados en una canalización aprobada o por el uso de otros medios aprobados.

(3) Se permitirá que los conductores desde el punto de la derivación del circuito derivado hasta el controlador de motor manual, aprobado y adicionalmente marcado como "Adecuado para protección del conductor de derivación en instalaciones en grupo", o a un dispositivo de protección del circuito derivado, tengan ampacidad no menor a un décimo del valor nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado. Los conductores que van desde el controlador hasta el motor deben tener ampacidad de acuerdo con 430-22. Los conductores que van desde el punto de derivación hasta los controladores deben: (1) Estar protegidos adecuadamente contra daños físicos y encerrados bien sea por un controlador cerrado o una canalización y tener una longitud máxima de 3.00 metros o (2) tener ampacidad no menor a la de los conductores del circuito derivado.

(4) Se permitirá que los conductores de la derivación del circuito derivado a un controlador de motor manual aprobado adicionalmente marcado como "Adecuado para la protección del conductor de derivación en instalaciones en grupo" o a un dispositivo de protección de circuito derivado tengan una ampacidad no inferior a un tercio de los conductores del circuito derivado. Los conductores que van desde el controlador hasta el motor deben tener ampacidad de acuerdo con 430-22. Los conductores que van desde el punto de derivación hasta los controladores deben: (1) Estar protegidos adecuadamente protegidos contra daños físicos y encerrados bien sea por un controlador cerrado o por una canalización y no deben tener más de 7.5 m de largo o (2) tienen una ampacidad no menor que la de los conductores del circuito derivado.

430-54. Equipo con varios motores y cargas combinadas. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado para equipos con varios motores y cargas combinadas no debe ser mayor al valor nominal marcado en el equipo, según 430-7(d).

430-55. Protección combinada contra sobrecorriente. Se permitirá combinar en un solo dispositivo la protección contra cortocircuito, fallas a tierra y sobrecarga del circuito derivado de motores, siempre que el valor nominal o el ajuste del dispositivo proporcione la protección contra sobrecarga especificada en 430-32.

430-56. Conductores en los que se deben instalar dispositivos de protección del circuito derivado. Los dispositivos de protección de los circuitos derivados deben cumplir lo establecido en 240-15.

430-57. Tamaño del portafusibles. Cuando se utilicen fusibles para la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado de motores, los portafusibles deben ser de un tamaño no menor al necesario para alojar los fusibles especificados en la Tabla 430-52.

Excepción: Cuando se utilicen fusibles que tengan un retardo de tiempo apropiado para las características de arranque del motor, se permitirá utilizar portafusibles dimensionados para ajustarse a los fusibles que se usen.

430-58. Capacidad nominal del interruptor automático. Un interruptor automático para la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado de motores debe tener una capacidad nominal de corriente de acuerdo con 430-52 y 430-110.

Parte E. Protección del alimentador de motores contra cortocircuito y fallas a tierra

430-61. Generalidades. En la Parte E se especifican los dispositivos de protección proyectados para proteger los conductores del alimentador de los motores contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o fallas a tierra.

430-62. Capacidad o ajuste (carga del motor).

a) Carga específica. Un circuito alimentador que se utilice para la alimentación de unas cargas fijas específicas de motores y que conste de conductores dimensionados en base a 430-24, debe estar dotado de un dispositivo de protección con un valor nominal o ajuste no mayor al mayor valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado para cualquier motor alimentado por el alimentador [con base en el valor máximo permitido para el tipo específico de uno de los dispositivos protectores de acuerdo con 430-52 ó 440-22(a) para motocompresores con circuito hermético del refrigerante], más la suma de todas las corrientes de plena carga de los demás motores del grupo. Para los cálculos anteriores, cuando en dos o más de los circuitos derivados del grupo se utilice un dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado del mismo valor nominal o ajuste, uno de los dispositivos de protección se debe considerar como el de mayor corriente.

Excepción 1: Cuando se utilicen uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores contra cortocircuito de motores para la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado de motores, tal como lo permite 430-52(c), se debe aplicar el procedimiento descrito anteriormente para determinar el valor nominal máximo del dispositivo de protección del alimentador, con la siguiente prevención: Para efectos del cálculo, se debe asumir que todos los interruptores automáticos de disparo instantáneo o dispositivos de protección contra cortocircuito del motor tienen un valor nominal que no excede el porcentaje máximo de la corriente de plena carga del motor que permite la Tabla 430-52 para el tipo de dispositivo protector del alimentador empleado.

Excepción 2: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador también proporciona protección contra sobrecorriente para un centro de control de motores, se deben aplicar las disposiciones de 430-94.

b) Otras instalaciones. Cuando los conductores del alimentador tengan una ampacidad mayor a la exigida en 430-24, se permitirá que el valor nominal o de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador se base en la ampacidad de los conductores del alimentador.

430-63. Capacidad o ajuste - Cargas de motor y otras cargas. Cuando un alimentador alimente una carga de motor y otra carga, el dispositivo protector del alimentador debe tener un valor nominal no menor al requerido para la suma de otra carga, más las siguientes:

- (1) Para un solo motor, el valor nominal permitido en 430-52.
- (2) para un motocompresor hermético con refrigerante, el valor nominal permitido en 440-22.
- (3) Para dos o más motores, el valor nominal permitido en 430-62.

Excepción: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador proporciona la protección contra sobrecorriente para un centro de control de motores, se deben aplicar las disposiciones de 430-94.

Parte F. Circuitos de control de motores

430-71. Generalidades. La Parte F contiene las modificaciones a los requisitos generales que se aplican a las condiciones particulares de los circuitos de control de motores.

430-72. Protección contra sobrecorriente.

a) Generalidades. Un circuito de control de motores derivado del lado de la carga de un dispositivo o dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado de motores y que funcione para controlar el motor o motores conectados a ese circuito derivado, debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con 430-72. Dicho circuito de control conectado en derivación no se debe considerar como un circuito derivado y se permitirá que esté protegido ya sea por un(os) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente del circuito derivado o por dispositivos de protección suplementaria. Un circuito de control de motores distinto del conectado en derivación debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con 725-43 o con las Notas de las Tablas 11(a) y 11(b) del Capítulo 10, según sea aplicable.

b) Protección de los conductores. La protección contra sobrecorriente de los conductores se debe suministrar como se especifica en 430-72(b)(1) o (b)(2).

Excepción 1: Cuando la apertura del circuito de control pudiera crear una situación de peligro, por ejemplo, el circuito de control de una bomba contra incendios y similares, los conductores de los circuitos de control requerirán solamente protección contra cortocircuitos y fallas a tierra y se permitirá que estén protegidos por el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de los circuitos derivados.

Excepción 2: Se permitirá que los conductores alimentados por el lado secundario de un transformador monofásico con secundario de sólo 2 hilos (una sola tensión) estén protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado primario (alimentación) del transformador, siempre que esa protección no exceda el valor determinado al multiplicar el valor nominal máximo adecuado del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el conductor del secundario, según la Tabla 430-72(b), por la relación de transformación de tensión del secundario al primario. Los conductores del secundario del transformador (distintos de los de 2 hilos) no se deben considerar protegidos por la protección contra sobrecorriente del primario.

Tabla 430-72(b).- Ajuste máximo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en amperes

Conductores del circuito de control		Columna A Regla básica		Protección brindada por el dispositivo de protección de circuitos derivados del motor			
				Columna B Conductores dentro del envolvente		Columna C Conductores que se extienden más allá del envolvente	
mm ²	AWG	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre
0.824	18	7	—	25	—	7	—
1.31	16	10	—	40	—	10	—
2.08	14	Nota 1	—	100	—	45	—
3.31	12	Nota 1	Nota 1	120	—	60	—
5.26	10	Nota 1	Nota 1	160	—	90	—
Mayor que 5.26	Mayor que 10	Nota 1	Nota 1	Nota 2	Nota 2	Nota 3	Nota 3

NOTA 1. Valor especificado en 310-15, según sea aplicable.

NOTA 2. 400 por ciento del valor especificado en la Tabla 310-15(b)(17) para conductores a 60 °C.

NOTA 3. 300 por ciento del valor especificado en la Tabla 310-15(b)(16) para conductores a 60 °C.

1) Protección independiente contra sobrecorriente. Cuando el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor no brinda protección de acuerdo con 430-72(b)(2), se debe suministrar una protección independiente contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente no debe exceder los valores especificados en la columna A de la Tabla 430-72(b).

2) Dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Se permitirá que los conductores estén protegidos por el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor y se requerirá solamente protección contra cortocircuitos y fallas a tierra. Cuando los

conductores no se extienden más allá del envoltente del equipo de control del motor, el valor nominal del(los) dispositivo de protección no debe exceder el valor especificado en la columna B de la Tabla 430-72(b). Cuando los conductores se extienden más allá del envoltente del equipo de control del motor, el valor nominal del dispositivo de protección no debe exceder el valor especificado en la columna C de la Tabla 430-72(b).

c) Transformador del circuito de control. Cuando se suministre un transformador para el circuito de control de motores, dicho transformador debe estar protegido de acuerdo con lo siguiente:

Excepción: La protección contra sobrecorriente se debe omitir cuando la apertura del circuito de control pudiera crear una situación de riesgo, como, por ejemplo, el circuito de control de un motor de una bomba contra incendios y similares.

1) Conformidad con el Artículo 725. Cuando el transformador alimenta un circuito con potencia limitada Clase 1, un circuito de control remoto Clase 2 o Clase 3 que cumple los requisitos del Artículo 725, la protección debe cumplir con el Artículo 725.

2) Conformidad con el Artículo 450. Se permitirá proporcionar la protección de acuerdo con 450-3.

3) Menos de 50 voltamperes. Se permitirá que los transformadores de circuitos de control de menos de 50 voltamperes nominales, que son parte integral del controlador del motor y que están ubicados dentro del envoltente del controlador del motor, estén protegidos por los dispositivos de protección contra sobrecorriente del primario, medios de limitación por impedancia u otros medios de protección inherentes.

4) Primario de menos de 2 amperes. Cuando la corriente nominal del primario del transformador del circuito de control es menor a 2 amperes, en el circuito primario se permitirá un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajustado para máximo el 500 por ciento de la corriente nominal del primario.

5) Otros medios. Se permitirá brindar protección por otros medios aprobados.

430-73. Protección de conductores contra daños físicos. Cuando el daño al circuito de control de motores se constituya en un riesgo, todos los conductores de dicho circuito de control remoto de motores que estén fuera del propio dispositivo de control deben estar instalados en una canalización o estar protegidos de otra manera contra daños físicos.

430-74. Disposición eléctrica de los circuitos de control. Cuando un conductor del circuito de control del motor esté puesto a tierra, ese circuito debe estar dispuesto de modo que una falla a tierra del circuito de control remoto del controlador del motor:

(1) no arranque el motor y

(2) no evite la acción de los dispositivos manuales de parada o de los dispositivos de seguridad de parada automática.

430-75. Desconexión.

a) Generalidades. Los circuitos de control del motor deben estar instalados de modo que queden desconectados de todas las fuentes de alimentación cuando los medios de desconexión estén en la posición abierta. Se permitirá que los medios de desconexión consten de dos o más dispositivos independientes, uno de los cuales desconecte el motor y el controlador de la fuente de alimentación del motor, y los demás desconecten el circuito de control de motores de su fuente de alimentación. Cuando se utilicen dispositivos separados, deben estar ubicados inmediatamente adyacentes entre sí.

Excepción 1: Cuando se requiera desconectar más de 12 conductores del circuito de control del motor, se permitirá que los medios de desconexión no estén localizados inmediatamente adyacentes entre sí, cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

a. El acceso a las partes energizadas esté limitado a personas calificadas, de acuerdo con la Parte L de este Artículo.

b. Se coloque una señal permanente de advertencia en el exterior de todas las puertas o cubiertas de los envoltentes de equipos que den acceso a partes vivas del circuito o circuitos de control de motores, que adviertan que el medio de desconexión del circuito de control del motor está ubicado a distancia y especifique la ubicación e identificación de cada medio de desconexión. Cuando las partes energizadas no estén en un envoltente de equipos, tal como lo permiten 430-232 y 430-233, se deben colocar una o más señales adicionales de advertencia en lugar visible para las personas que puedan estar trabajando en el área donde haya partes energizadas.

Excepción 2: Se permitirá que el medio de desconexión del circuito de control del motor esté separado del medio de desconexión de la alimentación del controlador del motor, cuando la apertura de uno o más de los medios de desconexión del circuito de control del motor sea capaz de resultar en condiciones

potencialmente inseguras para el personal o la propiedad, y se cumplan las condiciones de los incisos (a) y (b) de la Excepción 1 anterior.

b) Transformador de control en el envoltente del controlador. Cuando se use un transformador u otro dispositivo para obtener una tensión reducida para el circuito de control del motor y esté ubicado en el envoltente del controlador, dicho transformador o dispositivo debe estar conectado al lado de la carga del medio de desconexión del circuito de control del motor.

Parte G. Controladores de motores

430-81. Generalidades. En la Parte G se especifican los controladores adecuados para todo tipo de motores.

a) Motores estacionarios de 93 watts ($\frac{1}{8}$ hp) o menos. Se permitirá que los medios de desconexión del circuito derivado sirvan como controlador de motores estacionarios de 93 watts ($\frac{1}{8}$ hp) o menos que normalmente se dejan funcionando y que estén contruidos de modo que no se puedan dañar por sobrecargas o fallas al arrancar, tal como los motores de relojes y similares.

b) Motores portátiles de 249 watts ($\frac{1}{3}$ hp) o menos. Para un motor portátil de 249 watts ($\frac{1}{3}$ hp) o menos, se permitirá que el controlador sea una clavija de conexión y un contacto o un conector de cordón.

430-82. Diseño del controlador.

a) Arranque y paro. Cada controlador debe tener la capacidad de arrancar y parar el motor que controla y de interrumpir la corriente de rotor bloqueado del motor.

b) Autotransformador. Un arranque mediante autotransformador debe tener una posición de abierto "off", una posición de marcha y como mínimo una posición de arranque, y debe estar diseñado de modo que no pueda permanecer en la posición de arranque o en cualquier otra posición que pueda dejar inoperante el dispositivo de protección contra sobrecarga del circuito.

c) Reóstatos. Los reóstatos deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) Los reóstatos de arranque del motor deben estar diseñados de modo que el brazo de contacto no pueda quedar sobre segmentos intermedios. El punto o placa en la cual descansa el brazo cuando está en posición de arranque no debe estar conectado eléctricamente con la resistencia.

(2) Los reóstatos de arranque para motores de corriente continua operados desde una fuente de alimentación de tensión constante, deben estar equipados con dispositivos automáticos que interrumpan la alimentación antes de que la velocidad del motor haya caído a menos de $\frac{1}{3}$ de su valor nominal normal.

430-83. Capacidades nominales. El controlador debe tener un valor nominal tal como se especifica a continuación bajo las condiciones especificadas.

a) Generalidades.

1) Capacidades nominales en kilowatts (hp) a la tensión de suministro. Los controladores, diferentes de los interruptores automáticos de tiempo inverso y de los interruptores de caja moldeada, deben tener una capacidad nominal, a la tensión de suministro, no menor a la potencia nominal del motor.

2) Interruptor automático. Se permitirá como controlador para todos los motores un interruptor automático de tiempo inverso del circuito derivado, clasificado en amperes. Cuando este interruptor automático se usa también para protección contra sobrecarga, debe cumplir con las disposiciones correspondientes de este Artículo concernientes a la protección contra sobrecarga.

3) Interruptor de caja moldeada. Se permitirá un interruptor de caja moldeada clasificado en amperes como controlador para todos los tipos de motores.

b) Motores pequeños. Se permitirá instalar como controladores dispositivos como los especificados en 430-81(a) y (b).

c) Motores estacionarios de 1.5 kilowatts (2 hp) o menos. Para los motores estacionarios de 1.5 kW (2 hp) nominales o menos y 300 volts o menos, se permitirá que funcione como controlador cualquiera de los siguientes:

(1) Un interruptor para uso general con un valor nominal en amperes no menor al doble del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

(2) En circuitos de corriente alterna, un interruptor de acción rápida para uso general, adecuado solamente para uso en corriente alterna (no interruptores de acción rápida de corriente alterna y corriente

continua para uso general), cuando el valor nominal de corriente de plena carga del motor no es mayor del 80 por ciento del valor nominal del interruptor, en amperes.

d) Motores de alto par. Para motores de alto par, el controlador debe tener un valor nominal de corriente de plena carga en servicio continuo no menor al valor nominal de corriente de la placa de datos del motor. Para un controlador de motor clasificado en caballos de fuerza, pero no marcado con el anterior valor nominal de corriente, el valor nominal de corriente equivalente se debe determinar a partir del valor nominal en caballos de fuerza, utilizando las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 ó 430-250.

e) Tensión nominal. Se permitirá instalar un controlador de una sola tensión nominal, por ejemplo, 240 volts ó 480 volts, en un circuito en el que la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no exceda el valor nominal de tensión del controlador. Si el controlador fuera de tensión dual, por ejemplo: 120/240 volts ó 480Y/277 volts, sólo se debe instalar en un circuito sólidamente puesto a tierra cuya tensión nominal entre cualquier conductor y tierra no sea mayor al menor de los dos valores de valor nominal del controlador, y la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no exceda el valor más alto del valor nominal de tensión del controlador.

430-84. No es necesario que abra todos los conductores. No se exigirá que el controlador abra todos los conductores del motor.

Excepción: Cuando el controlador se utilice también como medio de desconexión, debe abrir todos los conductores de fase del motor, según establece 430-111.

430-85. En conductores puestos a tierra. Se permitirá que un polo del controlador esté ubicado en un conductor puesto a tierra permanentemente, siempre que el controlador esté diseñado de modo que el polo del conductor puesto a tierra no se pueda abrir sin que se abran simultáneamente todos los demás conductores del circuito.

430-87. Número de motores alimentados por cada controlador. Cada motor debe tener su propio controlador individual.

Excepción 1: Para motores de 1000 volts nominales o menos, se permitirá utilizar un solo controlador de valor nominal no menor al valor en caballos de fuerza equivalente de todos los motores del grupo, determinada de acuerdo con 430-110(c)(1), bajo cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) Cuando varios motores accionen distintas partes de una sola máquina o pieza de aparato, como máquinas herramientas para el trabajo del metal o de la madera, grúas, montacargas y aparatos similares.

(2) Cuando un grupo de motores esté protegido por un solo dispositivo de sobrecorriente, como se permite en 430-53(a).

(3) Cuando un grupo de motores esté ubicado en un solo cuarto al alcance de la vista desde la ubicación del controlador.

Excepción 2: Se permitirá que el medio de desconexión del circuito derivado que sirve como controlador, tal como lo permite 430-81(a), alimente a más de un motor.

430-88. Motores de velocidad ajustable. Los motores de velocidad ajustable que son controlados por medio de un regulador de campo deben estar equipados y conectados de modo que no se puedan arrancar con un campo reducido.

Excepción: Se permitirá arrancar con un campo reducido, cuando el motor esté diseñado para arrancar de esa forma.

430-89. Limitación de la velocidad. Las máquinas de los siguientes tipos deben estar provistas de dispositivos u otros medios limitadores de velocidad:

(1) Motores de corriente continua excitados separadamente.

(2) Motores en serie.

(3) Grupos motor - generador y convertidores que puedan ser accionados a una velocidad excesiva del lado de corriente continua, ya sea por invertirse el sentido de la corriente o por una reducción de la carga.

Excepción: No se exigirán dispositivos o medios de limitación de velocidad separados bajo ninguna de las condiciones siguientes:

(1) Cuando las características intrínsecas de las máquinas, del sistema o de la carga y sus conexiones mecánicas sean tales que limiten la velocidad con seguridad.

(2) Cuando la máquina esté siempre bajo el control manual de un operario calificado.

430-90. Combinación de portafusibles y desconectador como controlador. El valor nominal de cualquier combinación de portafusibles y desconectador que se utilice como controlador de un motor debe ser

tal que el portafusibles admita el tamaño de fusible especificado en la Parte C de este Artículo para la protección contra sobrecargas del motor.

Excepción: Cuando se utilicen fusibles con un tiempo de retardo adecuado para las características de arranque del motor, se permitirá utilizar portafusibles de menor tamaño al especificado en la Parte C de este Artículo.

Parte H. Centros de control de motores

430-92. Generalidades. La Parte H trata de los centros de control de motores instalados para el control de motores, alumbrado y circuitos de potencia.

430-94. Protección contra sobrecorriente. Los centros de control de motores deben estar dotados con protección contra sobrecorriente de acuerdo con las Partes A, B y G del Artículo 240. El valor nominal en amperes o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe exceder el valor nominal de la barra conductora común de potencia. Esta protección debe ser proporcionada por:

- (1) Un dispositivo de protección contra sobrecorriente ubicado antes del centro de control de motores o
- (2) un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente ubicado dentro del centro de control de motores.

430-95. Equipo de acometida. Si se utiliza como equipo de acometida, cada centro de control de motores debe estar equipado de un solo medio principal de desconexión que desconecte todos los conductores de fase de acometida.

Excepción: Se permitirá un segundo medio de desconexión de acometida para alimentar equipos adicionales.

Cuando se proporcione un conductor puesto a tierra, el centro de control de motores debe tener un puente de unión principal, dimensionado de acuerdo con 250-28(d), dentro de una de las secciones para la conexión del conductor puesto a tierra, en el lado de alimentación, a la barra conductora de puesta a tierra de equipos del centro de control de motores.

Excepción: Se permitirá que se conecte como se indica en 250-36 los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia.

430-96. Puesta a tierra. Los centros de control de motores que consten de varias secciones deben estar conectados entre sí con un conductor de puesta a tierra de equipos o a una barra equivalente de puesta a tierra de equipos dimensionada de acuerdo con la Tabla 250-122. Los conductores de puesta a tierra de equipos se deben conectar a esta barra de puesta a tierra de equipos o a un punto terminal de puesta a tierra instalado en un centro de control de motores de una sola sección.

430-97. Barras colectoras y conductores.

a) Soporte y disposición. Las barras colectoras deben estar protegidas contra daños físicos y sostenidas firmemente en su sitio. En una sección vertical sólo deben estar ubicados los conductores proyectados para terminar en esa sección, además de los necesarios para las interconexiones y el alambrado de control.

Excepción: Se permitirá que los conductores atraviesen horizontalmente las secciones verticales siempre que estén separados de las barras colectoras, por una barrera.

b) Disposición de las fases. La disposición de las fases en las barras conductoras comunes de potencia trifásica, horizontales y verticales, debe ser A, B y C del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha vistas desde la parte frontal del centro de control de motores. La fase B debe ser la fase que tiene la mayor tensión a tierra en sistemas trifásicos 4 hilos conectados en delta. Se permitirán otras disposiciones de las barras colectoras para adiciones a instalaciones existentes, y se deben marcar.

Excepción: Se permitirá que las unidades montadas por detrás conectadas a una barra conductora vertical que es común a las unidades montadas por el frente tengan las fases en orden C, B, A, siempre que estén debidamente identificadas.

c) Espacio mínimo para el doblado de los cables. El espacio mínimo para el doblado de las terminales en el centro de control de motores y el espacio mínimo en las canales, deben ser los requeridos en el Artículo 312.

d) Separación. La separación entre las terminales de la barra conductora del centro de control de motores y otras partes metálicas desnudas, no debe ser menor a lo especificado en la Tabla 430-97.

e) Barreras. En todos los centros de control de motores de acometida se deben instalar barreras que separen las barras colectoras de acometida y las terminales del resto del centro de control de motores.

430-98. Marcado.

a) Centros de control de motores. Los centros de control de motores deben estar marcados según 110-21, y tales marcas deben estar claramente visibles después de la instalación. Las marcas deben incluir

también el valor nominal de corriente de las barras conductoras comunes de potencia y el valor nominal de cortocircuito del centro de control de motores.

b) Unidades de control de motores. Las unidades de control de motores instaladas en un centro de control de motores deben cumplir lo establecido en 430-8.

430-99. Corriente de falla disponible. La corriente de corto circuito disponible en el centro de control de motores y la fecha en que se realizó el cálculo de la corriente de cortocircuito, deberán ser documentadas y estar disponibles para las personas autorizadas para la verificación de la instalación

Tabla 430-97.- Espacio mínimo entre partes metálicas desnudas

Tensión nominal	Entre partes vivas de polaridad opuesta.		Partes vivas a tierra
	Sobre la superficie	Libres en el aire	
	milímetros		
120 volts nominales máximo	19	12	12
250 volts nominales máximo	31	19	12
600 volts nominales máximo	51	25	25

Parte I. Medios de desconexión

430-101. Generalidades. La Parte I está prevista para exigir los medios de desconexión capaces de desconectar los motores y controladores del circuito.

430-102. Ubicación.

a) Controlador. Se debe proporcionar un medio de desconexión individual para cada controlador. El medio de desconexión se debe ubicar al alcance de la vista desde el lugar en que se encuentra el controlador.

Excepción 1: En los circuitos de motores de más de 1000 volts nominales, se permitirá un medio de desconexión que pueda ser bloqueado de acuerdo con lo establecido en 110-25 que esté fuera del alcance de la vista desde el controlador, siempre que el controlador esté marcado con una etiqueta de advertencia que indique la ubicación del medio de desconexión.

Excepción 2: Se permitirá un solo medio de desconexión para un grupo de controladores coordinados que accionan varias partes de una sola máquina o pieza de un aparato. El medio de desconexión debe estar ubicado al alcance de la vista desde los controladores, y tanto el medio de desconexión como los controladores deben estar ubicados al alcance de la vista desde la máquina o aparato.

Excepción 3: No se exigirá que el medio de desconexión esté al alcance de la vista desde ensambles de válvulas activadas por motor que contengan el controlador donde tal ubicación introduce riesgos adicionales o los incrementa para las personas o la propiedad y se cumplan las condiciones de los literales (a) y (b).

a. El ensamble de válvulas activadas por motor está marcado con una etiqueta de advertencia que indica la ubicación del medio de desconexión.

b. El medio de desconexión pueda ser bloqueado de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

b) Motor. Se debe proporcionar un medio de desconexión para un motor de acuerdo con (b)(1) o (b)(2).

1) Desconectador independiente para el motor. Un medio de desconexión para el motor se debe ubicar al alcance de la vista desde el motor y la maquinaria accionada.

2) Desconectador controlador. Se permitirá que el medio de desconexión del controlador que se exige según 430-102(a) sirva como el medio de desconexión para el motor si está al alcance de la vista desde la ubicación del motor y de la maquinaria accionada.

Excepción para (1) y (2): No se exigirá el medio de desconexión para el motor bajo la condición (a) o la condición (b), que se describen a continuación, siempre que el medio de desconexión del controlador que se exige según 430-102(a) se pueda bloquear de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

a. Cuando dicha ubicación del medio de desconexión para el motor no es factible o introduce peligros adicionales o los incrementa para las personas o la propiedad.

NOTA 1: Algunos ejemplos de peligros adicionales o incrementados incluyen, pero no se limitan a motores con valor nominal mayor a 74.6 kW (100 hp), equipos de múltiples motores, motores sumergibles, motores asociados con accionamientos de velocidad ajustable y motores ubicados en lugares (clasificados) peligrosos.

b. En instalaciones industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y de supervisión garantizan por medio de procedimientos de seguridad escritos, que únicamente personas calificadas prestan servicio al equipo.

430-103. Operación. El medio de desconexión debe abrir todos los conductores de fase de la alimentación y debe estar diseñado de modo que ningún polo se pueda operar independientemente. Se permitirá que el medio de desconexión esté en el mismo envoltorio con el controlador. El medio de desconexión debe estar diseñado de modo que no se pueda cerrar automáticamente.

430-104. Indicadores. El medio de desconexión debe indicar claramente si está en la posición abierta (off) o cerrada (on).

430-105. Conductores puestos a tierra. Se permitirá que un polo del medio de desconexión desconecte un conductor puesto permanentemente a tierra, siempre que el medio de desconexión esté diseñado de modo que el polo del conductor puesto a tierra no se pueda abrir sin desconectar simultáneamente todos los conductores del circuito.

430-107. Fácilmente accesible. Por lo menos uno de los medios de desconexión debe ser fácilmente accesible.

430-108. Todos los medios de desconexión. Cada medio de desconexión en el circuito del motor entre el punto de unión al alimentador o al circuito derivado y el punto de conexión al motor, deben cumplir los requisitos de 430-109 y 430-110.

430-109. Tipos de medios de desconexión. El medio de desconexión debe ser de uno de los tipos especificados en (a) siguiente a menos que se permita algo diferente en (b) hasta (g), bajo las condiciones especificadas.

a) Generalidades.

1) Interruptor del circuito del motor. Un interruptor aprobado de circuito de motor de valor nominal en caballos de fuerza.

2) Interruptor automático de caja moldeada. Un interruptor automático aprobado de caja moldeada.

3) Interruptor de caja moldeada. Un interruptor de caja moldeada aprobado.

4) Interruptor automático de disparo instantáneo. Un interruptor automático de disparo instantáneo que sea parte de una combinación aprobada de controlador de motor.

5) Combinación de controlador autoprotegido. Una combinación aprobada de controlador autoprotegido.

6) Controlador manual de motor. Como medios de desconexión se permitirán controladores manuales aprobados de motores, marcados adicionalmente como "adecuados como desconectores de motores", cuando estén instalados entre el dispositivo final de protección contra cortocircuito del circuito derivado del motor y el motor. Como medios de desconexión se permitirán controladores manuales aprobados de motores, marcados adicionalmente como "adecuados como desconectores de motores", en el lado de alimentación de los fusibles permitidos en 430-52(c)(5). En este caso, los fusibles permitidos en 430-52(c)(5) se deben considerar fusibles suplementarios, y se deben instalar dispositivos adecuados de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado en el lado de alimentación de los controladores manuales de motores, marcados adicionalmente como "adecuados como desconectores de motores".

7) Equipo de seccionamiento del sistema. El equipo de seccionamiento del sistema debe estar aprobado para fines de desconexión. El equipo de seccionamiento del sistema se debe instalar en el lado de carga de la protección contra sobrecorriente y su medio de desconexión. El medio de desconexión debe ser uno de los tipos permitidos por 430-109 (a)(1) hasta (a)(3).

b) Motores estacionarios de 93 watts (1/8 hp) o menos. Para motores estacionarios de 93 watts (1/8 hp) o menos, se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado sirva como el medio de desconexión.

c) Motores estacionarios de 1.50 kilowatts (2 hp) o menos. Para motores estacionarios de 1.50 kilowatts (2 hp) o menos y 300 volts o menos, se permitirá que el medio de desconexión sea uno de los dispositivos especificados en (1), (2) o (3).

(1) Un interruptor de uso general con un valor nominal en amperes no menor al doble del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

(2) En circuitos de corriente alterna, un interruptor de acción rápida para uso general adecuado solamente para uso en corriente alterna (no interruptores de acción rápida de corriente alterna y corriente

continua para uso general), cuando el valor nominal de corriente de plena carga del motor no sea mayor del 80 por ciento del valor nominal del interruptor, en amperes.

(3) Un controlador manual aprobado de un motor, con un valor de potencia nominal no menor al valor nominal del motor, y marcado como “adecuado como desconectador del motor”.

d) Motores con controladores tipo autotransformador. Para motores de más de 1.50 kilowatts (2 hp) hasta 74.60 kilowatts (100 hp) inclusive, se permitirá que el medio de desconexión separado exigido para un motor con un controlador de tipo autotransformador, sea un interruptor para uso general, si se cumplen todas las disposiciones siguientes:

(1) El motor acciona un generador equipado con protección contra sobrecarga.

(2) El controlador es capaz de interrumpir la corriente de rotor bloqueado del motor, está provisto de un relevador por falla de tensión eléctrica, y posee un dispositivo de protección contra sobrecarga del motor con ajuste no mayor que el 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

(3) En el circuito derivado del motor, se proporcionan fusibles separados o un interruptor automático de tiempo inverso con valor nominal o ajustado a máximo el 150 por ciento de la corriente de plena carga del motor.

e) Desconectador de aislamiento (seccionador). Para motores estacionarios de más de 30 kilowatts (40 hp) en corriente continua o de 75 kilowatts (100 hp) en corriente alterna, se permitirá que el medio de desconexión sea un interruptor para uso general o un desconectador, si están marcados claramente con la advertencia: “No operar bajo carga”.

f) Motores conectados con cordón y clavija. Para motores conectados con cordón y clavija, se permitirá que sirva como medio de desconexión una clavija de conexión y un contacto clasificados en caballos de fuerza, unas entradas superficiales con brida y un conector de cordón, o una clavija de conexión y un conector de cordón, cuyos valores nominales no sean menores a los del motor. No se requiere clavija de conexión, entradas superficiales con brida, contactos o conectores de cordón con valor nominal en caballos de fuerza, para un aparato conectado con cordón y clavija, de acuerdo con 422-33, un aire acondicionado para habitación, de acuerdo con 440-63, o un motor portátil con valor nominal de 248.66 watts (1/3 de hp) o menos.

g) Motores de alto par. Para los motores de alto par, se permitirá que el medio de desconexión sea un interruptor para uso general.

430-110. Capacidad nominal de corriente y capacidad de interrupción.

a) Generalidades. El medio de desconexión para los circuitos de motores de 1000 volts nominales o menos debe tener un valor nominal de corriente que sea como mínimo el 115 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

Excepción: Se permitirá que un interruptor de circuito de motor, sin fusibles, con un valor nominal de potencia en caballos de fuerza no menor a la potencia del motor en caballos de fuerza, tenga un valor nominal en amperes menor al 115 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

b) Para motores de alto par. El medio de desconexión para un motor de alto par debe tener un valor nominal de corriente que sea como mínimo el 115 por ciento de la corriente que aparece en la placa de datos del motor.

c) Para cargas combinadas. Cuando se usen juntos dos o más motores o cuando uno o más motores se usen en combinación con otras cargas, tales como calefactores de resistencia, y la carga combinada pueda estar simultáneamente sobre un solo medio de desconexión, el valor nominal de corriente y de potencia nominal en caballos de fuerza de la carga combinada se debe calcular como sigue:

1) Valor nominal en caballos de fuerza. El valor nominal del medio de desconexión se debe calcular sumando todas las corrientes, incluidas las cargas resistivas, en la condición de plena carga y también en la condición de rotor bloqueado. Para los propósitos de este requisito, la corriente combinada a plena carga y la corriente combinada con rotor bloqueado así obtenida, se deben considerar como un solo motor de acuerdo con lo siguiente:

La corriente de plena carga equivalente al valor de potencia nominal en caballos de fuerza de cada motor se debe seleccionar de las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 ó 430-250. Estas corrientes de plena carga se deben sumar al valor nominal de corriente en amperes de las demás cargas, para obtener la corriente equivalente de plena carga para la carga combinada.

La corriente con rotor bloqueado equivalente al valor de potencia nominal en caballos de fuerza de cada motor se debe seleccionar de las Tablas 430-251(a) o 430-251(b). Las corrientes con rotor bloqueado se deben sumar al valor nominal en amperes de las demás cargas, para obtener una corriente equivalente con rotor bloqueado para la carga combinada.

Cuando no se puedan arrancar simultáneamente dos o más motores u otras cargas, se permitirá utilizar la mayor suma de corrientes con rotor bloqueado de un motor o grupo de motores que se puedan arrancar simultáneamente, y las corrientes de plena carga de otras cargas concurrentes, para determinar la corriente equivalente con rotor bloqueado, de las cargas combinadas simultáneamente. En los casos en que se obtienen corrientes nominales diferentes al aplicar estas tablas, se debe utilizar el valor más grande obtenido.

Excepción: Cuando parte de la carga concurrente es una carga resistiva y cuando el medio de desconexión es un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza y en amperes, se permitirá que el interruptor utilizado tenga un valor de potencia nominal en caballos de fuerza no menor a la carga combinada de los motores, siempre que el valor nominal del interruptor en amperes no sea menor que la corriente con rotor bloqueado del motor o motores más la carga resistiva.

2) Valor nominal en amperes. El valor nominal en amperes del medio de desconexión no debe ser menor al 115 por ciento de la suma de todas las corrientes de la condición de plena carga determinada de acuerdo con 430-110(c)(1).

Excepción: Se permitirá que un interruptor aprobado de circuito de motor, sin fusibles, con un valor de potencia nominal en caballos de fuerza igual o mayor a la potencia equivalente de las cargas combinadas, determinada de acuerdo con 430-110(c)(1), tenga un valor nominal en amperes menor al 115 por ciento de la suma de todas las corrientes de la condición de plena carga.

3) Motores pequeños. Para los motores pequeños no tratados en las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 ó 430-250, se debe asumir que la corriente con rotor bloqueado es seis veces la corriente de plena carga.

430-111. Desconectador o interruptor automático utilizado como controlador y como medio de desconexión. Se permitirá utilizar como controlador y como medio de desconexión un desconectador o interruptor automático que cumpla lo establecido en 430-111(a) y que sea de uno de los tipos especificados en 430-111(b).

a) Generalidades. El desconectador o interruptor automático cumple los requisitos para controladores especificados en 430-83, abre todos los conductores de fase del motor, y está protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente (el cual se permitirá que sea los fusibles del circuito derivado) en cada conductor de fase. Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege al controlador, sea parte del conjunto del controlador, o sea separado. Un controlador de tipo autotransformador se debe suministrar con un medio de desconexión separado.

b) Tipo. El dispositivo debe ser de uno de los tipos especificados a continuación:

(1) Interruptor de ruptura en aire. Un interruptor de ruptura en aire que se accione directamente al jalar de una palanca o manija.

(2) Interruptor automático de tiempo inverso. Un interruptor automático de tiempo inverso que se accione directamente al jalar de una palanca o manija. Se permitirá que el interruptor automático sea operable tanto manualmente como eléctricamente.

(3) Interruptor en aceite. Un interruptor en aceite usado en un circuito cuyo valor nominal no exceda los 1000 volts o 100 amperes, o en un circuito que exceda ese valor, cuando esté supervisado por personal experto. Se permitirá que el interruptor en aceite sea operable tanto manualmente como eléctricamente.

430-112. Motores con un solo medio de desconexión. Cada motor debe estar equipado con un medio de desconexión individual.

Excepción: Se permitirá que un solo medio de desconexión alimente a un grupo de motores si se cumple cualquiera de las condiciones (a), (b) o (c). El medio de desconexión debe tener un valor nominal de acuerdo con 430-110(c).

(a) Cuando varios motores accionen distintas partes de una sola máquina o pieza de aparato, tales como máquinas herramientas para el trabajo del metal o de la madera, grúas y montacargas.

(b) Cuando un grupo de motores esté protegido por un conjunto de dispositivos para protección del circuito derivado, como lo permite 430-53(a).

(c) Cuando un grupo de motores esté ubicado en un solo cuarto al alcance de la vista desde el lugar donde se encuentran los medios de desconexión.

430-113. Energía desde más de una fuente. Los motores y los equipos accionados por motores que reciban energía eléctrica desde más de una fuente deben estar dotados de medios de desconexión en cada una de las fuentes de alimentación, ubicado inmediatamente al lado del equipo alimentado. Se permitirá que cada fuente tenga un medio de desconexión separado.

Cuando se suministran múltiples medios de desconexión, se debe proporcionar un anuncio permanente de advertencia sobre o adyacente a cada medio de desconexión.

Excepción 1: Cuando un motor reciba energía eléctrica desde más de una fuente, no se exigirá que el medio de desconexión de la fuente principal de alimentación al motor esté colocado inmediatamente al lado del motor, siempre que el medio de desconexión del controlador pueda ser bloqueado de acuerdo a lo establecido en 110-25.

Excepción 2: No se exigirá un medio de desconexión separado para circuitos de control remoto de Clase 2 que cumplan con el Artículo 725, que no tengan más de 30 volts nominales, estén aislados y no puestos a tierra.

Parte J. Sistemas de accionamiento de velocidad ajustable

430-120. Generalidades. Las disposiciones de instalación de las Partes A hasta I son aplicables a menos que estén modificadas o complementadas por la Parte J:

NOTA: Se puede presentar resonancia eléctrica como resultado de la interacción de corrientes no sinusoidales de este tipo de carga con capacitores de corrección del factor de potencia.

430-122. Conductores - ampacidad y tamaño mínimos.

a) Conductores del alimentador/circuito derivado. Los conductores del circuito que alimentan equipos de conversión de potencia incluidos como parte de un sistema de accionamiento de velocidad ajustable deben tener una ampacidad no menor a 125 por ciento de la corriente de entrada nominal al equipo de conversión de potencia.

NOTA: El equipo de conversión de potencia puede tener valores nominales múltiples de potencia y corrientes de entradas correspondientes.

b) Dispositivo para derivación (bypass). Para un sistema de accionamiento de velocidad ajustable que utiliza un dispositivo para derivación (bypass), la ampacidad del conductor no debe ser menor a la exigida por 430-6. La ampacidad de los conductores del circuito que alimentan al equipo de conversión de potencia incluido como parte de un sistema de accionamiento de velocidad ajustable que utiliza un dispositivo para derivación (bypass) debe ser la mayor de las siguientes:

- (1) 125 por ciento de la corriente de entrada nominal al equipo de conversión de fuerza.
- (2) 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga del motor tal como se determina en 430-6.

430-124. Protección contra sobrecarga. Se debe suministrar protección contra sobrecarga del motor.

a) Incluida en el equipo de conversión de potencia. Cuando el equipo de conversión de potencia está marcado para indicar que se incluye la protección contra sobrecarga del motor, no se exigirá protección adicional contra sobrecarga.

b) Circuitos de desviación (bypass). Para sistemas de accionamiento de velocidad ajustable que utilizan un dispositivo de desviación para permitir el funcionamiento del motor a la velocidad nominal de plena carga, se debe suministrar protección contra sobrecarga del motor, como la descrita en el Artículo 430, Parte C, en el circuito de desviación.

c) Aplicaciones con múltiples motores. Para aplicaciones con múltiples motores, se debe proporcionar protección individual contra sobrecarga del motor de acuerdo con el Artículo 430, Parte C.

430-126. Protección contra sobretemperatura del motor.

a) Generalidades. Los sistemas de accionamiento de velocidad ajustable deben proteger contra condiciones de sobretemperatura del motor cuando el motor no tiene el valor nominal para operar a la corriente nominal de la placa de datos en el intervalo de velocidad exigido por la aplicación. Esta protección se debe suministrar además de la protección del conductor exigida en 430-32. La protección se debe brindar por uno de los siguientes medios:

- (1) Protector térmico del motor, de acuerdo con 430-32.
- (2) Sistema de accionamiento de velocidad ajustable con protección contra sobrecarga sensible a la velocidad y a la carga y memoria de retención de la temperatura a la parada o la pérdida de la energía.

Excepción para (2): Para las cargas de servicio continuo no se exigirá memoria de retención de la temperatura a la parada o la pérdida de la energía.

(3) Relevador de protección contra sobret temperatura que utilice detectores térmicos en el motor y que cumple con los requisitos de 430-32(a)(2) o (b)(2).

(4) Detector térmico en el motor cuyas comunicaciones son recibidas por el sistema de accionamiento de velocidad ajustable que actúa de acuerdo con éstas.

NOTA: La relación entre la corriente del motor y la temperatura del motor cambia cuando el motor es operado por un accionamiento de velocidad ajustable. En algunas aplicaciones, el sobrecalentamiento de los motores se puede presentar cuando operan a velocidad reducida, incluso en niveles de corriente menores a la corriente nominal de plena carga de los motores. El sobrecalentamiento puede ser el resultado de la reducida refrigeración disminuida del motor cuando el ventilador montado en su eje funciona a una velocidad menor de las revoluciones por minuto de la placa de datos. Como parte del análisis para determinar si se producirá sobrecalentamiento, es necesario considerar las curvas de capacidad de par continuo del motor dadas las condiciones de la aplicación. Esto facilitará el determinar si la protección contra sobrecarga del motor podrá, por sí misma, brindar la protección contra el sobrecalentamiento. Estos requisitos de protección contra el sobrecalentamiento están previstos únicamente para aplicaciones en las que se usan accionamientos de velocidad ajustable, tal como se define en el Artículo 100.

Para motores que emplean sistemas externos de refrigeración por líquido o aire forzado, se puede presentar sobret temperatura si el sistema de refrigeración no está funcionando.

Aunque este problema no es único de las aplicaciones de velocidad ajustable, con más frecuencia se encuentran motores con refrigeración externa con tales aplicaciones. En estos casos, se recomienda la protección contra sobret temperatura que usa la detección directa de la temperatura [por ejemplo, 430-126(a)(1), (a)(3) o (a)(4)], o deben suministrar medios adicionales para garantizar que el sistema de refrigeración esté funcionando (detección de flujo o presión, enclavamiento del sistema de accionamiento de velocidad ajustable y el sistema de refrigeración, etc.)

b) Aplicaciones de múltiples motores. Para aplicaciones de múltiples motores, se debe proporcionar protección individual contra sobret temperatura del motor, según se requiere en 430-126(a).

c) Rearranque automático y parada sistemática. Las disposiciones de 430-43 y 430-44 se deben aplicar a los medios de protección contra sobret temperatura del motor.

430-128. Medios de desconexión. Se permitirá que los medios de desconexión estén en la línea de entrada al equipo de conversión y deben tener un valor nominal no menor al 115 por ciento de la corriente nominal de entrada de la unidad de conversión.

430-130. Protección contra fallas a tierra y cortocircuitos de un circuito derivado para circuitos de un solo motor que contengan equipos de conversión de potencia.

a) Circuitos que contienen equipos de conversión de potencia. Los circuitos que contengan equipos de conversión de potencia deben estar protegidos mediante un dispositivo de protección contra fallas a tierra y cortocircuitos de circuitos derivados, de acuerdo con lo siguiente:

(1) El valor nominal y tipo de protección deben determinarse según lo establecido en las secciones 430-52(c)(1), (c)(3), (c)(5) o (c)(6), mediante la aplicación del valor nominal de la corriente de plena carga de la carga del motor, según se determina en 430-6.

(2) Donde los valores máximos nominales de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado estén estipulados para tipos de dispositivos específicos en las instrucciones del fabricante para los equipos de conversión de potencia o estén de algún otro modo marcados en el equipo, no se deben exceder, aún si se permiten valores más altos en la sección 430-130(a)(1).

(3) Se permitirá un controlador combinado autoprotegido únicamente donde esté específicamente identificado en las instrucciones del fabricante para equipos de conversión de potencia o si estuviera marcado de algún otro modo en el equipo.

NOTA: El tipo de dispositivo de protección, su valor nominal y sus ajustes generalmente están marcados o se suministran en el equipo de conversión de potencia.

(4) Cuando un interruptor de disparo instantáneo o fusibles semiconductores estén permitidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante del variador para su uso como dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado para equipos de conversión de potencia, deben ser provistos como parte integral de un solo conjunto aprobado que incorpora tanto el dispositivo de protección como el equipo de conversión de potencia.

b) Dispositivo de circuito en derivación (bypass). La protección contra cortocircuito y fallas a tierra de un circuito derivado también debe ser provista para uno o más dispositivos/de circuitos en derivación (bypass). Donde un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de un circuito derivado esté provisto para circuitos que contengan tanto equipos de conversión de potencia como un circuito en derivación (bypass), el tipo de dispositivo de protección del circuito derivado y su valor nominal o ajuste debe cumplir con lo determinado para el equipo de conversión de potencia y para el equipo del dispositivo del circuito en derivación (bypass).

430-131. Varios motores o cargas en un circuito derivado que incluye equipos de conversión de potencia. Para instalaciones que cumplan con todos los requisitos establecidos en la sección 430-53, que incluyan uno o más convertidores de potencia, los fusibles de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de un circuito derivado o los interruptores automáticos de circuitos de tiempo inverso deben ser de un tipo y un valor nominal o ajuste que estén permitidos para uso con equipos de conversión de potencia, mediante la aplicación del valor nominal de corriente de plena carga de la carga del motor conectado de acuerdo con lo establecido en la sección 430-53. Para los fines de las secciones 430-53 y 430-131, el equipo de conversión de potencia debe ser considerado un controlador de motor.

Parte K. Circuitos de motores de más de 1000 volts nominales

430-221. Generalidades. La Parte K considera los riesgos adicionales debidos al uso de tensiones altas. Complementa o modifica las otras disposiciones de este Artículo.

430-222. Identificación de los controladores. Además del marcado que requiere 430-8, el controlador debe tener identificado la tensión de control.

430-223. Conexión de la canalización a los motores. Se permitirá emplear tubo conduit metálico flexible o tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, que no tenga más de 1.80 metros de longitud, para la conexión de las canalizaciones al envoltorio de las terminales del motor.

430-224. Tamaño de los conductores. Los conductores que alimentan los motores deben tener una ampacidad no menor a la corriente a la cual se ajusta el disparo del dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores.

430-225. Protección contra sobrecorriente del circuito del motor.

a) Generalidades. Todos los circuitos de motor deben incluir protección coordinada para interrumpir automáticamente las corrientes de falla y de sobrecarga en el motor, los conductores del circuito del motor y los aparatos de control del motor.

Excepción: Cuando un motor sea crítico para una operación y el motor deba funcionar hasta que falle, si fuera necesario, para evitar un riesgo mayor a las personas, se permitirá conectar el dispositivo de detección a un indicador o alarma supervisados, en lugar de interrumpir el circuito del motor.

b) Protección contra sobrecarga.

1) Tipo del dispositivo de protección contra sobrecarga. Todos los motores deben estar protegidos contra el calentamiento peligroso debido a sobrecargas o fallas al arrancar el motor, mediante un protector térmico integrado en el motor o dispositivos exteriores detectores de corriente, o ambos. Se deben determinar bajo supervisión de ingeniería los ajustes del dispositivo de protección para cada circuito de motor.

2) Motores de corriente alterna de rotor devanado. Se debe considerar que los circuitos del secundario de los motores de corriente alterna de rotor devanado, incluidos sus conductores, controladores y resistencias, clasificados para esta aplicación, están protegidos contra sobrecorriente por los medios de protección contra sobrecarga del motor.

3) Operación. La operación del dispositivo de interrupción de sobrecarga debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase.

4) Restablecimiento automático. Los dispositivos detectores de sobrecarga no se deben restablecer automáticamente después de dispararse, a menos que su restablecimiento no produzca un re arranque automático del motor o no exista riesgo para las personas si se re arranca el motor y su maquinaria conectada.

c) Protección contra corrientes de falla.

1) Tipo de protección. Todos los circuitos de motores deben estar protegidos contra corrientes de falla tal como se especifica en (1)(a) o (1)(b).

a) Un interruptor automático de un tipo y valor nominal adecuados y dispuesto de modo que pueda recibir servicio sin ningún riesgo. El interruptor automático debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase. Se permitirá que el interruptor automático detecte la corriente de falla por medio de elementos sensores integrados o externos.

b) Fusibles de un tipo y valor nominal adecuados, instalados en cada conductor de fase. Los fusibles se deben usar con un medio de desconexión adecuado, o deben ser de un tipo que permita usarlos también como el medio de desconexión. Deben estar instalados de modo que no se pueda efectuar su servicio mientras estén energizados.

2) Recierre. Los dispositivos de interrupción de la corriente de falla no deben volver a cerrar automáticamente el circuito.

Excepción: Se permitirá el recierre automático de un circuito cuando el circuito esté expuesto a fallas transitorias y cuando su recierre automático no cree peligro para las personas.

3) Protección combinada. Se permitirá que el mismo dispositivo proporcione la protección contra sobrecargas y contra corrientes de falla.

430-226. Capacidad nominal de los dispositivos de control de motores. La corriente máxima de disparo de los relevadores de sobrecorriente (sobrecarga) o de otros dispositivos de protección de los motores no debe exceder el 115 por ciento del valor nominal continuo de corriente del controlador. Cuando el medio de desconexión del circuito derivado del motor sea independiente del controlador, el valor nominal de corriente del medio de desconexión no debe ser menor la corriente máxima de disparo de los relevadores de sobrecorriente que haya en el circuito.

430-227. Medio de desconexión. El medio de desconexión del controlador debe ser capaz de ser bloqueado de acuerdo con lo establecido en 110-25.

Parte L. Protección de partes vivas para todas las tensiones

430-231. Generalidades. La Parte L especifica que las partes vivas deben estar protegidas de una manera que se considere aprobada para los peligros involucrados.

430-232. Donde se requiera. Las partes vivas expuestas de los motores y controladores que funcionen a 50 volts o más entre terminales, deben estar resguardadas contra contactos accidentales, mediante una envolvente o por su ubicación, como se indica a continuación:

- (1) Mediante su instalación en un local o envolvente que sea accesible sólo a personas calificadas.
- (2) Mediante su instalación en un balcón, galería o plataforma elevadas y que no permitan el acceso a personas no calificadas.
- (3) Mediante su elevación a una altura de 2.50 metros o más sobre el piso.

Excepción: No se exigirá que las partes vivas de los motores que operan a más de 50 volts entre terminales tengan protección adicional para motores estacionarios que tienen conmutadores, colectores y montajes de escobillas ubicados dentro de los soportes del extremo del motor y no conectados conductivamente a circuitos de alimentación que operan a más de 150 volts a tierra.

430-233. Protección para operadores. Cuando las partes vivas de los motores o controladores que funcionen a más de 50 volts a tierra, estén resguardadas contra el contacto accidental sólo por su ubicación tal como se especifica en 430-232, y cuando sea necesario hacer ajustes u otros trabajos de mantenimiento durante el funcionamiento de los aparatos, se deben instalar tapetes o tarimas aislantes de modo que la persona encargada no pueda tocar fácilmente las partes vivas a menos que esté parada sobre el tapete o la tarima aislada.

NOTA: En cuanto al espacio de trabajo, véase 110-26 y 110-34.

Parte M. Puesta a tierra para todas las tensiones

430-241. Generalidades. La Parte M especifica la puesta a tierra de las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente que se puedan llegar a energizar, de los bastidores de los motores y controladores, para evitar una tensión mayor con respecto a tierra en el caso de un contacto accidental entre las partes energizadas y los bastidores. El aislamiento, la separación o el resguardo son alternativas adecuadas para la puesta a tierra de motores bajo ciertas condiciones.

430-242. Motores estacionarios. Los armazones de los motores estacionarios se deben poner a tierra en cualquiera de las circunstancias siguientes:

- (1) Cuando estén alimentados por conductores con envolvente metálico.
- (2) Cuando estén en un lugar mojado y no estén aislados o resguardados.
- (3) Cuando estén en un lugar (clasificado) peligroso.
- (4) Si el motor funciona con algún terminal a más de 150 volts a tierra. Cuando el armazón del motor no esté puesto a tierra, debe estar aislado de la tierra en forma permanente y eficaz.

430-243. Motores portátiles. Los armazones de los motores portátiles que funcionen a más de 150 volts a tierra se deben poner a tierra o resguardar.

NOTA 1: Para la puesta a tierra de aparatos portátiles en lugares no residenciales, véase 250-114(4).

NOTA 2: Para el color de los conductores de puesta a tierra de los equipos, véase 250-119(c).

Excepción 1: No se exigirá que las herramientas aprobadas accionadas por motor, los aparatos aprobados accionados por motor y el equipo aprobado accionado por motor estén puestos a tierra si están protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente. El equipo con doble aislamiento debe estar marcado.

Excepción 2: Las herramientas aprobadas accionadas por motor, los aparatos aprobados accionados por motor y el equipo aprobado accionado por motor conectados con cordón y clavija de conexión diferentes a los que se exige poner a tierra de acuerdo con 250-114.

430-244. Controladores. Las cubiertas o gabinetes de los controladores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, independientemente de la tensión. Los envoltentes de los controladores deben tener medios para conectar una terminación de un conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con 250-8.

Excepción: No se exigirá poner a tierra los envoltentes unidos a equipos portátiles no puestos a tierra.

430-245. Método de puesta a tierra. La conexión al conductor de puesta a tierra de equipos se debe hacer según se especifica en la Parte F del Artículo 250.

a) Puesta a tierra a través de la caja de terminales. Cuando el alambrado a un motor conste de cables con envoltente metálico o canalizaciones metálicas, se deben instalar cajas de empalme para alojar las terminales de los motores, y la armadura del cable o las canalizaciones metálicas se deben conectar a ellas de la manera especificada en 250-96(a) y 250-97.

b) Separación entre la caja de empalmes y el motor. Se permitirá que la caja de empalme exigida en 430-245(a) esté separada del motor a no más de 1.80 m, siempre que las terminales hasta el motor sean conductores trenzados dentro de un cable tipo AC, cable tipo MC de cinta metálica entrelazada, si están aprobados e identificados de acuerdo con 250-118(10)(a), o cordones armados o sean terminales trenzadas encerradas en tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico pesado o Tubo conduit metálico ligero con Designación métrica no menor al 12 (tamaño comercial 3/8 de pulgada), con la armadura o canalización conectados tanto al motor como a la caja. Se permitirá utilizar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos y tubo conduit no metálico pesado, para encerrar las terminales hasta el motor, siempre que esas terminales sean trenzadas y que el conductor exigido para la puesta a tierra de equipos esté conectado tanto al motor como a la caja.

Cuando se utilicen conductores terminales trenzadas, protegidas como se indica anteriormente, cada hilo dentro del conductor no debe ser de un tamaño mayor al 5.26 mm² (10 AWG) y deben cumplir los demás requisitos de esta NOM relativos a los conductores usados en canalizaciones.

c) Puesta a tierra de los dispositivos instalados en controladores. Los secundarios de los transformadores para instrumentos y las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente u otras partes conductoras o las cajas de los transformadores para instrumentos, medidores, instrumentos y relevadores, se deben poner a tierra tal como se especifica en 250-170 hasta 250-178.

Parte N. Tablas

Tabla 430-247.- Corriente a plena carga para motores de corriente continua

Los siguientes valores de corriente a plena carga* son para motores que funcionan a su velocidad básica.

Valor nominal en		Tensión nominal de armadura		
kW	hp	120 volts	240 volts	500 volts
		Amperes		
0.19	¼	3.1	1.6	—
0.25	⅓	4.1	2	—
0.37	½	5.4	2.7	—

0.56	$\frac{3}{4}$	7.6	3.8	—
0.75	1	9.5	4.7	—
1.12	$1 \frac{1}{2}$	13.2	6.6	—
1.5	2	17	8.5	—
2.25	3	25	12.2	—
3.75	5	40	20	—
5.6	$7 \frac{1}{2}$	58	29	13.6
7.5	10	76	38	18
11.2	15	—	55	27
14.9	20	—	72	34
18.7	25	—	89	43
22.4	30	—	106	51
29.8	40	—	140	67
37.3	50	—	173	83
44.8	60	—	206	99
56	75	—	255	123
75	100	—	341	164
93	125	—	425	205
112	150	—	506	346
149	200	—	675	330

* Estos valores son promedios para corriente continua.

Tabla 430-248.- Corriente a plena carga de motores monofásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corriente a plena carga corresponden a motores que funcionan a la velocidad usual y motores con características normales de par. Las tensiones listadas son las nominales de los motores. Las corrientes listadas deben utilizarse para sistemas de tensiones nominales de 110 a 120 volts y de 220 a 240 volts.

kW	hp	115 volts	127 volts	208 volts	230 volts
		Amperes			
0.12	$\frac{1}{6}$	4.4	4	2.4	2.2
0.19	$\frac{1}{4}$	5.8	5.3	3.2	2.9
0.25	$\frac{1}{3}$	7.2	6.5	4	3.6
0.37	$\frac{1}{2}$	9.8	8.9	5.4	4.9
0.56	$\frac{3}{4}$	13.8	11.5	7.6	6.9
0.75	1	16	14	8.8	8
1.12	$1 \frac{1}{2}$	20	18	11	10
1.5	2	24	22	13.2	12
2.25	3	34	31	18.7	17
3.75	5	56	51	30.8	28
5.6	$7 \frac{1}{2}$	80	72	44	40
7.5	10	100	91	55	50

Tabla 430-249.- Corriente a plena carga para motores de dos fases de corriente alterna (4 hilos)

Los siguientes valores de corriente a plena carga corresponden a motores que funcionan a las velocidades usuales de motores con bandas y a motores con características normales de par. La corriente en el conductor común de un sistema de dos fases de 3 hilos será de 1.41 veces el valor dado. Las tensiones relacionadas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con intervalos de tensión de 110 a 120 volts, 220 a 240 volts, 440 a 480 volts y 550 a 600 volts.

kW	hp	Tipo de inducción de jaula de ardilla y de rotor devanado				
		115 volts	230 volts	460 volts	575 volts	2300 volts
		Amperes				
0.37	½	4	2	1	0.8	—
0.56	¾	4.8	2.4	1.2	1	—
0.75	1	6.4	3.2	1.6	1.3	—
1.12	1 ½	9	4.5	2.3	1.8	—
1.5	2	11.8	5.9	3	2.4	—
2.25	3	—	8.3	4.2	3.3	—
3.75	5	—	13.2	6.6	5.3	—
5.6	7 ½	—	19	9	8	—
7.5	10	—	24	12	10	—
11.2	15	—	36	18	14	—
14.9	20	—	47	23	19	—
18.7	25	—	59	29	24	—
22.4	30	—	69	35	28	—
29.8	40	—	90	45	36	—
37.3	50	—	113	56	45	—
44.8	60	—	133	67	53	14
56	75	—	166	83	66	18
75	100	—	218	109	87	23
93	125	—	270	135	108	28
120	150	—	312	156	125	32
149	200	—	416	208	167	43

Tabla 430-250.- Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corrientes de plena carga son típicos para motores que funcionan a las velocidades usuales de motores con bandas y motores con características normales de par.

Las tensiones enumeradas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con intervalos de tensión de 110 a 120 volts, 220 a 240 volts, 440 a 480 volts y 550 a 600 volts.

kW	hp	Tipo de inducción de jaula de ardilla y de rotor devanado. (amperes)							Tipo síncrono de factor de potencia unitario* (amperes)			
		115 volts	200 volts	208 volts	230 volts	460 volts	575 volts	2300 volts	230 volts	460 volts	575 volts	2300 volts
0.37	½	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	—	—	—	—	—
0.56	¾	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—
0.75	1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	—	—	—	—	—
1.12	1 ½	12	6.9	6.6	6	3	2.4	—	—	—	—	—
1.5	2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	—	—	—	—	—

2.25	3	—	11	10.6	9.6	4.8	3.9	—	—	—	—	—
3.75	5	—	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	—	—	—	—	—
5.6	7 ½	—	25.3	24.2	22	11	9	—	—	—	—	—
7.5	10	—	32.2	30.8	28	14	11	—	—	—	—	—
11.2	15	—	48.3	46.2	42	21	17	—	—	—	—	—
14.9	20	—	62.1	59.4	54	27	22	—	—	—	—	—
18.7	25	—	78.2	74.8	68	34	27	—	53	26	21	—
22.4	30	—	92	88	80	40	32	—	63	32	26	—
29.8	40	—	120	114	104	52	41	—	83	41	33	—
37.3	50	—	150	143	130	65	52	—	104	52	42	—
44.8	60	—	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
56	75	—	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
75	100	—	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
93	125	—	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
112	150	—	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
150	200	—	552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
187	250	—	---	---	---	302	242	60	—	—	—	—
224	300	—	—	—	—	361	289	72	—	—	—	—
261	350	—	—	—	—	414	336	83	—	—	—	—
298	400	—	—	—	—	477	382	95	—	—	—	—
336	450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
373	500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

*Para factores de potencia de 90 por ciento y 80 por ciento, las cifras anteriores se deben multiplicar respectivamente por 1.10 y 1.25

Tabla 430-251(a).- Conversión de corrientes monofásicas a rotor bloqueado, para la selección de los medios de desconexión y controladores de los motores, de acuerdo a los valores nominales de tensión y potencia en kW

Para su uso solamente con 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8(c).

kW	hp	Corriente monofásica máxima a rotor bloqueado		
		115 volts	208 volts	230 volts
		Amperes		
0.37	½	58.8	32.5	29.4
0.56	¾	82.8	45.8	41.4
0.75	1	96	53	48
1.12	1 ½	120	66	60
1.5	2	144	80	72
2.25	3	204	113	102
3.75	5	336	186	168
5.6	7 ½	480	265	240
7.5	10	600	332	300

Tabla 430-251(b).- Conversión de corriente polifásica máxima a rotor bloqueado, diseños B, C, y D, para la selección de medios de desconexión y controladores, determinados a partir del valor nominal de potencia en caballos de fuerza y la letra de diseño

Para su uso solamente con 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8(c).

kW	hp	Corriente máxima a rotor bloqueado, en amperes motores de dos y tres fases de diseño B, C y D*					
		115 volts	200 volts	208 volts	230 volts	460 volts	575 volts
		B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D
		Amperes					
0.37	½	40	23	22.1	20	10	8
0.56	¾	50	28.8	27.6	25	12.5	10
0.75	1	60	34.5	33	30	15	12
1.12	1 ½	80	46	44	40	20	16
1.5	2	100	57.5	55	50	25	20
2.25	3	—	73.6	71	64	32	25.6
3.75	5	—	105.8	102	92	46	36.8
5.6	7 ½	—	146	140	127	63.5	50.8
7.5	10	—	186.3	179	162	81	64.8
11.2	15	—	267	257	232	116	93
14.9	20	—	334	321	290	145	116
18.7	25	—	420	404	365	183	146
22.4	30	—	500	481	435	218	174
29.8	40	—	667	641	580	290	232
37.3	50	—	834	802	725	363	290
44.8	60	—	1001	962	870	435	348
56	75	—	1248	1200	1085	543	434
75	100	—	1668	1603	1450	725	580
93	125	—	2087	2007	1815	908	726
112	150	—	2496	2400	2170	1085	868
150	200	—	3335	3207	2900	1450	1160
187	250	—	—	—	—	1825	1460
224	300	—	—	—	—	2200	1760
261	350	—	—	—	—	2550	2040
298	400	—	—	—	—	2900	2320
336	450	—	—	—	—	3250	2600
373	500	—	—	—	—	3625	2900

*Los motores de diseño A no están limitados a una corriente máxima de arranque o una corriente de rotor bloqueado.

ARTÍCULO 440

EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACIÓN

Parte A. Generalidades

440-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a los equipos de aire acondicionado y de refrigeración accionados por motor y a los circuitos derivados y controladores de dichos equipos. En este Artículo se establecen las consideraciones especiales necesarias para los circuitos de alimentación de motocompresores herméticos de refrigeración y de todos los equipos de aire acondicionado o refrigeración alimentados desde un circuito derivado que alimenta un motocompresor hermético de refrigeración.

440-2. Definiciones.

Corriente de carga nominal. La corriente para un motocompresor hermético de refrigeración es la corriente resultante cuando es operado a la carga nominal, tensión nominal y frecuencia nominal del equipo que acciona.

Corriente para selección del circuito derivado. Valor en amperes que se utiliza en lugar de la corriente de la carga nominal, para calcular los valores nominales de los conductores del circuito derivado para motores, medios de desconexión, controladores y dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de los circuitos derivados, siempre que el dispositivo de protección en funcionamiento contra

sobrecargas permita una corriente sostenida mayor al porcentaje especificado de la corriente de la carga nominal. El valor de la corriente de selección del circuito derivado será siempre igual o mayor que la corriente de carga nominal marcada.

Interruptor/detector de corriente de fuga. Dispositivo provisto en un cordón de alimentación de fuerza o un conjunto de cordones, que detecta la corriente de fuga que fluye entre o desde los conductores del cordón e interrumpe el circuito en un nivel predeterminado de la corriente de fuga.

440-3. Otros Artículos.

a) Artículo 430. Estas disposiciones son adicionales o modifican las disposiciones del Artículo 430 y otros Artículos de esta NOM, que se aplican excepto como se modifican en este Artículo.

b) Artículos 422, 424 ó 430. Las reglas de los Artículos 422, 424 ó 430, según el caso, se deben aplicar a los equipos de aire acondicionado y refrigeración que no incluyen un motorcompresor hermético de refrigeración. Este equipo incluye dispositivos que emplean compresores de refrigeración accionados por motores convencionales, hornos con serpentines evaporadores para aire acondicionado, unidades manejadoras de aire, condensadores remotos enfriados por aire a circulación forzada, refrigeradores comerciales remotos, etc.

c) Artículo 422. Los equipos tales como los aparatos de aire acondicionado para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, se deben considerar como aparatos, por lo que se les debe aplicar también las disposiciones del Artículo 422.

d) Otros Artículos aplicables. Los motorcompresores herméticos de refrigeración, circuitos, controladores y equipos deben cumplir también las disposiciones de la Tabla 440-3(d).

Tabla 440-3(d).- Otros artículos

Equipo/ocupación	Artículo	Sección
Capacitores		460-9
Estudios de cine, televisión y lugares similares	530	
Talleres automotrices, hangares de aviones, gasolineras y estaciones de servicio, plantas de almacenamiento a granel, procesos de aplicación por pulverización, inmersión y recubrimiento, y lugares donde se inhalen gases anestésicos	511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte D	
Lugares peligrosos (clasificados)	500-503, 505 y 506	
Resistencias y reactancias	470	

440-4. Placa de datos de motorcompresores herméticos de refrigeración y equipos

a) Placa de datos de motorcompresores herméticos de refrigeración. Un motorcompresor hermético de refrigeración debe estar dotado de una placa de datos que indique el nombre del fabricante, la marca o símbolo comercial, la designación de identificación, el número de fases, la tensión y la frecuencia. El fabricante del equipo con el que se utiliza el motorcompresor debe marcar la corriente de carga nominal en amperes del motorcompresor en la placa de datos de éste o del equipo, o en ambas. En la placa de datos de los motorcompresores se debe marcar también la corriente con rotor bloqueado de cada motorcompresor monofásico con una corriente de carga nominal de más de 9 amperes a 115 volts, o más de 4.50 amperes a 230 volts y de todos los motorcompresores polifásicos.

Cuando se utilice un protector térmico que cumpla lo establecido en 440-52(a)(2) y (b)(2), en la placa de datos del motorcompresor o del equipo se deben marcar también con las palabras "Protegido térmicamente". Cuando se utilice un sistema de protección que cumpla lo establecido en 440-52(a)(4) y (b)(4) y se suministra con el equipo, la placa de datos del equipo se debe marcar también con las palabras "Sistema protegido térmicamente". Cuando se especifique un sistema de protección que cumpla con lo establecido en 440-52(a)(4) y (b)(4), la placa de datos del equipo debe estar marcada adecuadamente.

b) Equipos con varios motores y carga combinada. Los equipos con varios motores y carga combinada deben tener una placa de datos visible, marcada con el nombre del fabricante, la tensión nominal del equipo, la frecuencia y el número de fases, la ampacidad de los conductores del circuito de alimentación, el valor nominal máximo del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado y el valor nominal de corriente de cortocircuito de los controladores del motor o del panel de control industrial.

La ampacidad se debe calcular de acuerdo con la Parte D, contando todos los motores y otras cargas que operen al mismo tiempo. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del

circuito derivado no debe exceder el valor calculado según la Parte C. Si se utilizan equipos con varios motores o carga combinada conectados a dos o más circuitos, deben estar marcados con la anterior información para cada uno de los circuitos.

Excepción 1: Se permitirá que un equipo con varios motores y carga combinada que es adecuado bajo las disposiciones de este Artículo, para conectarlo a un solo circuito derivado monofásico de 15 o 20 amperes, 120 o 127 volts o de 15 amperes, 208, 220 o 240 volts, en circuito de una fase, esté marcado como una sola carga.

Excepción 2: No se exigirá marcar la ampacidad mínima de los conductores del circuito de alimentación y el valor nominal máximo del dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado, en un acondicionador de aire para habitaciones que cumpla con 440-62(a).

Excepción 3: No se exigirá que los equipos con varios motores y carga combinada usados en viviendas unifamiliares o bifamiliares, los equipos conectados con cordón y clavija de conexión estén marcados con el valor nominal de corriente de corto circuito.

c) Corriente de selección del circuito derivado. Un motocompresor hermético de refrigeración o un equipo que incluya un compresor de ese tipo, con sistema de protección aprobado para su uso con el motocompresor que protege, y que permita una corriente permanente mayor al porcentaje especificado de la corriente de carga nominal que aparece en la placa de datos dada en 440-52(b)(2) o (b)(4), debe también estar marcado con la corriente de selección del circuito derivado que cumpla lo establecido en 440-52(b)(2) o (b)(4). Este marcado lo debe proporcionar el fabricante del equipo en la(s) placa(s) de datos en las que aparezca(n) la(s) corriente de carga nominal.

440-5. Marcado en los controladores. Un controlador se debe marcar con el nombre del fabricante, marca o símbolo comercial, designación de identificación, tensión, número de fases, corriente nominal de plena carga (o caballos de fuerza) y de rotor bloqueado; y con los demás datos que sean necesarios para indicar claramente el motocompresor con el cual se pueden utilizar.

440-6. Ampacidad y valor nominal. El tamaño de los conductores de los equipos a los que se refiere este Artículo, se debe seleccionar de las Tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), o calcular según 310-15, según corresponda. La ampacidad exigida para los conductores y el valor nominal de los equipos se debe determinar de acuerdo con 440-6(a) y 440-6(b).

a) Motocompresor hermético de refrigeración. Para un motocompresor hermético de refrigeración, la corriente de carga nominal que aparezca en la placa de datos del equipo en el que esté instalado el motocompresor, se debe usar para determinar la ampacidad nominal o de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del controlador, del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado y del dispositivo separado de protección contra sobrecarga del motor. Cuando no se indique la corriente de carga nominal en la placa de datos del equipo, se debe usar la corriente de carga nominal marcada en la placa de datos del motocompresor.

Excepción 1: Cuando esté así marcado, se debe usar la corriente de selección del circuito derivado en lugar de la corriente de carga nominal, para determinar la ampacidad o valor nominal de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del controlador y del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado.

Excepción 2: Para equipos conectados con cordón y clavija, se debe usar el dato de la placa de datos de acuerdo con 440-22(b), Excepción 2.

b) Equipos con varios motores. Para determinar la ampacidad o el valor nominal del medio de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del controlador, del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado y del dispositivo independiente de protección contra sobrecarga del motor, en los equipos con varios motores que utilicen un motor para ventilador o soplador del tipo de inducción de polos sombreados o de inducción de fase dividida con capacitores, se debe usar la corriente de plena carga de dicho motor indicada en la placa de datos del equipo en el que se utilice el motor del ventilador o del soplador, en lugar de la potencia nominal en kilowatts o (en caballos de fuerza). Este dato en la placa de datos del equipo no debe ser menor a la corriente indicada en la placa de datos del motor del ventilador o del soplador.

440-7. Motor de potencia nominal más grande. Al determinar la conformidad con este Artículo y con las secciones 430-24, 430-53(b) y (c) y 430-62(a), se debe considerar que el motor con el mayor valor nominal (el más grande) es el que tiene la mayor corriente de carga nominal. Cuando haya dos o más motores que tengan la misma y más alta corriente de carga nominal, sólo uno de ellos se debe considerar como el motor de más alto valor nominal de corriente (el más grande). Para motores distintos de los de motocompresores

herméticos de refrigeración y los de ventiladores o sopladores, a los que se refiere 440-6(b), la corriente de plena carga usada para determinar el motor del más alto valor nominal debe ser el valor equivalente y correspondiente a la potencia nominal del motor en caballos de fuerza, seleccionado de las Tablas 430-248, 430-249 ó 430-250.

Excepción: Cuando así se indique, se debe usar la corriente de selección del circuito derivado en lugar de la corriente de carga nominal, para determinar cuál es el motocompresor con el valor nominal más alto (el más grande).

440-8. Una sola máquina. Para efectos de lo establecido en 430-87, Excepción 1 y 430-112, Excepción, un sistema de aire acondicionado o de refrigeración se debe considerar como una sola máquina. Se permitirá que los motores estén ubicados remotamente uno del otro.

440-9. Puesta a tierra y unión. Cuando el equipo con varios motores y carga combinada se instala al aire libre sobre un techo, se instalará un conductor de puesta a tierra del equipo del tipo de alambre en porciones exteriores de sistemas de canalizaciones metálicas que utilicen accesorios sin rosca.

440-10. Corriente de cortocircuito nominal.

a) Instalación. No se instalarán controladores de motores de equipos de varios motores y de carga combinada cuando la corriente de cortocircuito disponible exceda su corriente de cortocircuito nominal marcada de acuerdo con 440.4(b).

b) Documentación. Cuando los controladores de motor o los tableros de control de motores de los equipos con varios motores y carga combinada se requieran sean marcados con un valor nominal de la corriente de cortocircuito, la corriente de cortocircuito disponible y la fecha en que se realizó el cálculo de la corriente de cortocircuito deberán documentarse y ponerse a disposición de las personas autorizadas para inspeccionar la instalación.

Parte B. Medios de desconexión

440-11. Generalidades. Las disposiciones de la Parte B especifican los medios de desconexión con capacidad para desconectar los equipos de aire acondicionado y refrigeración incluidos los motocompresores y controladores.

440-12. Capacidad nominal y capacidad de interrupción.

a) Motocompresor hermético de refrigeración. Un medio de desconexión para un motocompresor hermético de refrigeración se debe seleccionar con base en la corriente de carga nominal o en la corriente de selección del circuito derivado, que aparezcan en la placa de datos, la que sea mayor, y en la corriente a rotor bloqueado, respectivamente, del motocompresor, de acuerdo con lo siguiente:

1) Valor nominal en amperes. El valor nominal en amperes debe ser como mínimo el 115 por ciento de la corriente de carga nominal o de la corriente de selección del circuito derivado, tomadas de la placa de datos, la que sea mayor.

Excepción: Se permitirá que un interruptor aprobado de circuito de motor, sin fusibles y sin portafusibles, que tenga un valor nominal en caballos de fuerza no menor a la potencia en caballos de fuerza equivalente determinada de acuerdo con 440-12(a)(2), tenga un valor nominal en amperes menor al 115 por ciento de la corriente especificada.

2) Caballos de fuerza equivalentes. Para determinar los kilowatts o caballos de fuerza equivalentes de acuerdo con los requisitos de 430-109, el valor nominal en kilowatts o caballos de fuerza se debe seleccionar en las Tablas 430-248, 430-249 ó 430-250 correspondiente a la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito derivado, el que sea mayor, y también el valor nominal de kilowatts o caballos de fuerza según las Tablas 430-251(a) ó 430-251(b) correspondiente a la corriente de rotor bloqueado. Cuando la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito derivado y la corriente con rotor bloqueado, de la placa de datos, no correspondan a las corrientes de las Tablas 430-248, 430-249, 430-250, 430-251(a) ó 430-251(b), se debe seleccionar el valor nominal en kilowatts o caballos de fuerza correspondiente al valor inmediatamente superior. En caso de que se obtengan valores nominales diferentes en kilowatts o caballos de fuerza al aplicar estas tablas, se debe seleccionar uno que como mínimo sea igual al mayor de los valores obtenidos.

b) Cargas combinadas. Cuando la carga combinada de dos o más motocompresores herméticos de refrigeración o uno o más motocompresores herméticos de refrigeración con otros motores o cargas puedan estar conectadas simultáneamente a un solo medio de desconexión, el valor nominal del medio de desconexión se debe determinar de acuerdo con (1) y (2) siguientes.

1) Valor nominal en kilowatts o en caballos de fuerza. El valor nominal en kilowatts o en caballos de fuerza del medio de desconexión se debe determinar sumando todas las corrientes, incluidas las cargas resistivas, en la condición de carga nominal y también en la condición con rotor bloqueado. Para los propósitos de este requisito, la corriente de carga nominal combinada y la corriente con rotor bloqueado combinada, así calculadas, se deben considerar como un solo motor, tal como se exige en (a) y (b) siguientes.

a. La corriente de plena carga equivalente al valor en caballos de fuerza de cada motor, diferente de los motocompresores herméticos de refrigeración, y de los motores para ventilador o soplador tratados en 440-6(b), se debe seleccionar de las Tablas 430-248, 430-249 ó 430-250. Estas corrientes de plena carga se deben sumar al mayor de los siguientes valores: la corriente o corrientes de los motocompresores a carga nominal o a la corriente o corrientes de selección del circuito derivado, y además al valor nominal en amperes de las demás cargas, para obtener una corriente equivalente de plena carga para la carga combinada.

b. La corriente con rotor bloqueado equivalente al valor nominal en kilowatts o en caballos de fuerza de cada motor, diferente de los motocompresores herméticos de refrigeración, se debe seleccionar de Tablas 430-251(a) ó 430-251(b), y para los motores del tipo polos sombreados o de inducción de fase dividida con capacitor para ventiladores y sopladores, identificados con la corriente con rotor bloqueado, se debe usar el valor indicado. Las corrientes de rotor bloqueado se deben sumar a la corriente o corrientes de rotor bloqueado de los motocompresores y a la corriente nominal en amperes de las demás cargas, para obtener una corriente equivalente de rotor bloqueado para la carga combinada. Un método aceptable para calcular la corriente equivalente de rotor bloqueado para la carga combinada simultánea, cuando no se puedan arrancar simultáneamente dos o más motores u otras cargas, tales como calentadores con resistencias, o ambos, debe ser el tomar las combinaciones adecuadas de las corrientes de rotor bloqueado y las corrientes de cargas nominales, o las corrientes de selección del circuito derivado, la que sea mayor.

Excepción: Cuando parte de las cargas concurrentes sea una carga resistiva y el medio de desconexión sea un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza y amperes, se permitirá que el interruptor usado tenga un valor nominal en caballos de fuerza no menor a las cargas combinadas de los motocompresores y otros motores en la condición de rotor bloqueado, si el valor nominal en amperes del interruptor no es menor a esta carga con rotor bloqueado más la carga resistiva.

2) Equivalente de la corriente de plena carga. El valor en amperes nominal del medio de desconexión debe ser como mínimo el 115 por ciento de la suma de todas las corrientes en la condición de carga nominal, determinada de acuerdo con 440-12(b)(1).

Excepción: Se permitirá que un interruptor aprobado de circuito de motor, sin fusible y sin portafusibles, que tenga un valor nominal en caballos de fuerza no menor al equivalente, en caballos de fuerza, determinada de acuerdo con 440-12(b)(1), tenga un valor nominal en amperes menor al 115 por ciento de la suma de todas las corrientes.

c) Motocompresores pequeños. Para motocompresores pequeños que no tienen marcada en su placa de datos la corriente con rotor bloqueado, o para motores pequeños no incluidos en las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 ó 430-250, se debe asumir que la corriente de rotor bloqueado es seis veces la corriente de carga nominal.

d) Medios de desconexión. Todos los medios de desconexión del circuito del motocompresor de refrigeración, instalados entre el punto de conexión al alimentador y el punto de conexión al motocompresor, deben cumplir lo establecido en 440-12.

e) Medio de desconexión con valor nominal mayor a 75 kilowatts (100 hp). Cuando la corriente con rotor bloqueado o la corriente de carga nominal, calculada según los anteriores apartados, indique que el medio de desconexión tiene un valor nominal de más de 75 kilowatts (100 hp), se debe aplicar lo establecido en 430-109(e).

440-13. Equipos conectados con cordón. Para los equipos conectados con cordón, tales como acondicionadores de aire para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, se permitirá utilizar como medio de desconexión un conector separable o una clavija de conexión y un contacto.

NOTA: Con relación a los acondicionadores de aire para habitación, véase 440-63.

440-14. Ubicación. El medio de desconexión debe estar ubicado a la vista desde el equipo de aire acondicionado o de refrigeración y debe ser fácilmente accesible desde éstos. Se permitirá que el medio de desconexión esté instalado en o dentro del equipo de aire acondicionado o refrigeración. El medio de desconexión no se debe ubicar en los paneles diseñados para permitir el acceso al equipo de aire acondicionado o de refrigeración, ni de modo que la placa de datos quede oculta.

Excepción 1: Cuando el medio de desconexión suministrado de acuerdo con 430-102(a), pueda ser bloqueado conforme a lo descrito en 110-25, y el equipo de refrigeración o aire acondicionado sea esencial para un proceso industrial en una instalación con procedimientos escritos de seguridad, y cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que los equipos sólo son atendidos por personas calificadas, no se exigirá un medio de desconexión que esté a la vista desde el equipo.

Excepción 2: Cuando se utilizan una clavija de conexión y un contacto como el medio de desconexión de acuerdo con 440-13, su ubicación debe ser accesible, pero no se requerirá que sea fácilmente accesible.

NOTA 1: Para otros requisitos adicionales, véase el Artículo 430 Partes G e I.

NOTA 2: Véase 110-26.

Parte C. Protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado

440-21. Generalidades. Las disposiciones de la Parte C especifican los dispositivos para proteger los conductores del circuito derivado, aparatos de control y motores de circuitos que alimentan motocompresores herméticos de refrigeración, contra la sobrecorriente debida a cortocircuitos y fallas a tierra. Estas disposiciones son complementarias o modifican las del Artículo 240.

440-22. Aplicación y selección.

a) Capacidad nominal o ajuste para motocompresores individuales. El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado debe ser capaz de conducir la corriente de arranque del motor. Se permitirá un dispositivo de protección cuya corriente nominal o de ajuste no exceda el 175 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor, o la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor, cuando la protección especificada no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, se permitirá aumentar la corriente nominal o ajuste, pero sin exceder el 225 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor o de la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor.

Excepción: No se exigirá que el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado sea menor a 15 amperes.

b) Capacidad nominal o ajuste para los equipos. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado debe ser capaz de conducir la corriente de arranque de los equipos. Cuando la única carga del circuito sea un motocompresor hermético de refrigeración, la protección debe cumplir lo establecido en 440-22(a). Cuando el equipo incluya más de un motocompresor hermético de refrigeración o un motocompresor hermético de refrigeración y otros motores o cargas, la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del equipo debe cumplir lo establecido en 430-53 y 440-22(b)(1) y (b)(2).

1) El motocompresor es la carga más grande. Cuando la carga más grande conectada al circuito sea un motocompresor hermético de refrigeración, el valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra el circuito derivado no debe exceder el valor especificado en 440-22(a) para el motocompresor más grande, más la suma de la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito derivado, la que sea mayor, de todos los demás motocompresores y las capacidades nominales de las otras cargas alimentadas.

2) El motocompresor no es la carga más grande. Cuando la carga más grande conectada al circuito no sea un motocompresor hermético de refrigeración, el valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado no debe exceder un valor igual a la suma de la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el mayor, el valor nominal del motocompresor, más el valor especificado en 430-53(c)(4) cuando se alimenten otras cargas de motores, o el valor especificado en 240-4, cuando solamente se alimenten cargas que no sean de motores, además del motocompresor o motocompresores.

Excepción 1: Se permitirá que un equipo conectado a un circuito derivado monofásico, que arranque y funcione a 15 ó 20 amperes, 120 volts o a 15 amperes, 208 ó 240 volts, esté protegido por el dispositivo de protección contra sobrecorriente de 15 ó 20 amperes del circuito derivado, pero si la corriente nominal máxima del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, marcada en el equipo, es menor a estos valores, el dispositivo de protección del circuito no debe exceder el valor marcado en la placa de datos del equipo.

Excepción 2: Para determinar los requisitos del circuito derivado se deben utilizar los valores nominales marcados en la placa de datos de los equipos conectados con cordón y clavija, para circuitos monofásicos de máximo 250 volts, tales como refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, y cada unidad se debe considerar como un solo motor, excepto si se indica otra cosa en la placa de datos.

c) Valor nominal de los dispositivos de protección que no exceda los valores del fabricante. Cuando el valor nominal máximo del dispositivo de protección, que aparece en la tabla de relevadores de sobrecarga

suministrada por el fabricante para uso con un controlador de motor, sea menor al valor nominal o de ajuste seleccionado de acuerdo con 440-22(a) y (b), la corriente nominal del dispositivo de protección no debe exceder los valores marcados por el fabricante en el equipo.

Parte D. Conductores del circuito derivado

440-31. Generalidades. Las disposiciones de la Parte D y del Artículo 310 especifican la ampacidad de los conductores, necesaria para conducir la corriente del motor sin sobrecalentamiento bajo las condiciones especificadas, excepto lo modificado por 440-6(a), Excepción 1. Las disposiciones de estos Artículos no se deben aplicar a los conductores integrales de los motores, controladores de motores y similares, ni a los conductores que formen parte integral de un equipo aprobado.

440-32. Un solo motocompresor. Los conductores de los circuitos derivados que alimentan un solo motocompresor deben tener una ampacidad no menor al 125 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor o de la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor.

Para un motocompresor de arranque en estrella y funcionamiento en delta, se permitirá que la selección de los conductores del circuito derivado entre el controlador y el motocompresor se base en el 72 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor o de la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor.

NOTA: Los conductores individuales del circuito del motor de un motocompresor de arranque en estrella y funcionamiento en delta conducen el 58 por ciento de la corriente de carga nominal. El multiplicador de 72 por ciento se obtiene al multiplicar 58 por ciento por 1.25.

440-33. Motocompresor con o sin cargas adicionales de motores. Los conductores que alimenten uno o más motocompresores con o sin carga adicional de motores, deben tener una ampacidad no menor que la suma de cada uno de los siguientes:

(1) La suma de los valores de carga nominal o del valor de corriente nominales de selección del circuito derivado, de estos valores el que sea mayor, de todos los motocompresores,

(2) La suma de las corrientes nominales de plena carga de los demás motores,

(3) El 25 por ciento de la corriente a plena carga del motor o motocompresor más grande en el grupo.

Excepción 1: Cuando el circuito esté bloqueado, de manera que se impida el arranque y funcionamiento de un segundo motocompresor o grupo de motocompresores, el tamaño de los conductores se debe determinar a partir del mayor motocompresor o grupo de motocompresores que pueda estar funcionando en un momento dado.

Excepción 2: Los conductores de circuitos derivados de acondicionadores de aire para cuartos, deben estar de acuerdo con la Parte G del Artículo 440.

440-34. Cargas combinadas. Los conductores que alimenten una carga de motocompresores, adicional a otra carga de alumbrado o de aparatos, tal como se calcula en el Artículo 220 y otros Artículos aplicables, deben tener una ampacidad suficiente para la otra carga de alumbrado o de aparatos más la ampacidad necesaria para la carga del motocompresor, determinada de acuerdo con 440-33 o, si se trata de un solo motocompresor, 440-32.

Excepción: Cuando el circuito esté bloqueado, de manera que se impida la operación simultánea del motocompresor y todas las demás cargas conectadas, el tamaño de los conductores se debe determinar a partir del mayor tamaño exigido para que el motocompresor o motocompresores y otras cargas puedan operar en un momento dado.

440-35. Equipos con varios motores y cargas combinadas. La ampacidad de los conductores que alimentan equipos con varios motores y cargas combinadas no debe ser menor a la ampacidad mínima del circuito, indicada en la placa de datos del equipo, de acuerdo con 440-4(b).

Parte E. Controladores para motocompresores

440-41. Capacidad nominal.

a) Controlador de un motocompresor. Un controlador de un motocompresor debe tener un valor nominal de corriente de plena carga y servicio continuo y un valor nominal de corriente con rotor bloqueado, no menores a la corriente de carga nominal de la placa de datos o a la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor, y a la corriente de rotor bloqueado del motocompresor, respectivamente. Si el valor nominal del controlador del motor está dado en caballos de fuerza y no se dan uno o los dos de los anteriores valores nominales de corriente equivalente, se deben determinar a partir de los valores nominales como se indica a continuación. Se deben usar las Tablas 430-248, 430-249 ó 430-250,

para determinar el valor nominal de corriente equivalente de plena carga. Y se deben usar las Tablas 430-251(a) y (b), para determinar la corriente nominal equivalente de rotor bloqueado.

b) Controlador que sirve a más de una carga. Un controlador que sirve a más de un motocompresor o a un motocompresor y otras cargas, debe tener un valor nominal de corriente de plena carga a servicio continuo y un valor nominal de corriente de rotor bloqueado no menor a las cargas combinadas, determinadas de acuerdo con 440-12(b).

Parte F. Protección contra sobrecarga del motocompresor y del circuito derivado

440-51. Generalidades. Las disposiciones de la Parte F especifican los dispositivos proyectados para proteger el motocompresor, los aparatos de control del motor y los conductores del circuito derivado, contra el calentamiento excesivo debido a sobrecargas del motor y fallas al arrancar.

NOTA: Véase 240-4(g) con relación a las aplicaciones de las Partes C y F del Artículo 440.

440-52. Aplicación y selección.

a) Protección del motocompresor. Todos los motocompresores deben estar protegidos contra sobrecargas y fallas al arrancar, por uno de los siguientes medios:

(1) Un relevador de sobrecarga separado que sea sensible a la corriente del motocompresor. Este dispositivo se debe seleccionar para que se dispare a una corriente no mayor al 140 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor.

(2) Un dispositivo de protección térmica integrado con el motocompresor, aprobado para su uso con el motocompresor que protege, de modo que prevenga el sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecargas o a fallas al arrancar. Si el dispositivo de interrupción de corriente está separado del motocompresor y su circuito de control es operado por un dispositivo de protección integrado en el motocompresor, se debe instalar de modo que al abrirse el circuito de control se produzca una interrupción de la corriente hacia el motocompresor.

(3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso que sea sensible a la corriente del motor, al que también se le permitirá servir como dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado. Este dispositivo debe tener un valor nominal no mayor al 125 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor. Debe tener un tiempo de retardo suficiente para permitir que el motocompresor arranque y acelere su carga. El equipo o el motocompresor deben estar identificados con valor nominal máximo del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso del circuito derivado.

(4) Un sistema de protección suministrado o especificado y aprobado para su uso con el motocompresor que protege, de modo que prevenga el sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecargas o fallas al arrancar. Si el dispositivo de interrupción de corriente está separado del motocompresor y su circuito de control es operado por un dispositivo de protección que no está integrado al dispositivo de interrupción de corriente, se debe instalar de modo que al abrirse el circuito de control se produzca una interrupción de la corriente hacia el motocompresor.

b) Protección de los aparatos de control de los motocompresores y de los conductores del circuito derivado.

Los controladores, los medios de desconexión y los conductores de los circuitos derivados de motocompresores, se deben proteger contra sobrecorrientes debidas a sobrecargas y fallas al arrancar del motor, por uno de los siguientes medios. Se permitirá que estos medios de protección sean el mismo dispositivo o sistema de protección del motocompresor, de acuerdo con 440-52(a).

Excepción: Se permitirá que la protección contra sobrecarga de los motocompresores y equipos conectados a circuitos derivados monofásicos de 15 ó 20 amperes, estén de acuerdo con 440-54 y 440-55.

(1) Un relevador de sobrecarga seleccionado de acuerdo con 440-52(a)(1).

(2) Un protector térmico aplicado de acuerdo con 440-52(a)(2) y que no permita una corriente permanente mayor al 156 por ciento de las corrientes de carga nominal o de selección del circuito derivado marcadas.

(3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso, seleccionado de acuerdo con 440-52(a)(3).

(4) Un sistema de protección de acuerdo con 440-52(a)(4), que no permita una corriente permanente mayor al 156 por ciento de la corriente de carga nominal o de la corriente de selección del circuito derivado marcadas.

440-53. Relevadores de sobrecarga. Los relevadores de sobrecarga y otros dispositivos para la protección contra sobrecarga de los motores, que no son capaces de abrir cortocircuitos, deben estar protegidos por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso cuya corriente nominal o ajuste cumplan lo establecido en la Parte C, a menos que estén identificados para su instalación en grupo o para motores con devanado dividido y marcados de modo que se indique el tamaño máximo del fusible o interruptor automático de tiempo inverso por los cuales deben estar protegidos.

Excepción: Se permitirá que el tamaño del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso esté marcado en la placa de datos de los equipos en los que se usen relevadores u otro dispositivo de protección contra sobrecarga.

440-54. Motocompresores y equipos en circuitos derivados de 15 ó 20 amperes, no conectados con cordón y clavija.

Se permitirá la protección contra sobrecarga, tal como se indica en 440-54(a) y 440-54(b), para motocompresores y equipos conectados a circuitos derivados monofásicos de 15 ó 20 amperes, 120 volts o 15 amperes, 208 ó 240 volts, tal como se permite en el Artículo 210.

a) Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe tener protección contra sobrecarga, seleccionada tal como se especifica en 440-52(a). Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar identificados para su instalación con el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado al cual esté conectado el equipo.

b) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra que protege al circuito derivado debe tener un retardo de tiempo suficiente para permitir que el motocompresor y otros motores arranquen y aceleren sus cargas.

440-55. Motocompresores y equipos en circuitos derivados de 15 ó 20 amperes, conectados mediante cordón y clavija. Se permitirá la protección contra sobrecarga tal como se indica en 440-55(a), (b) y (c), para motocompresores y equipos conectados con cordón y clavija a circuitos derivados monofásicos de 15 ó 20 amperes, 120 volts o 15 amperes, 208 ó 240 volts, según se permite en el Artículo 210.

a) Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe estar equipado con protección contra sobrecarga, tal como se especifica en 440-52(a). Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar identificados para su instalación con el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado al cual esté conectado el equipo.

b) Capacidad de la clavija y del contacto o del conector de cordón. El valor nominal de la clavija y del contacto o del conector de cordón no debe ser mayor a 20 amperes para 120 volts o 15 amperes para 250 volts.

c) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra que protege al circuito derivado debe tener un retardo de tiempo suficiente para permitir que el motocompresor y otros motores arranquen y aceleren sus cargas.

Parte G. Disposiciones para acondicionadores de aire para habitación

440-60. Generalidades. Las disposiciones de la Parte G se deben aplicar a los acondicionadores de aire eléctricos para habitación, que controlan la temperatura y la humedad. Para el propósito de esta Parte G, se debe considerar que un acondicionador de aire para habitación (con o sin previsiones para calefacción) es un aparato de corriente alterna, de tipo de ventana, de consola o de pared, que se instala en la habitación que debe acondicionar y que incluye uno o más motocompresores herméticos de refrigeración. Las disposiciones de la Parte G se aplican a los equipos monofásicos hasta de 250 volts máximo y se permitirá que estos equipos estén conectados con cordón y clavija.

Un acondicionador de aire para habitación, trifásico o para más de 250 volts nominales debe ir conectado directamente a un método de alambrado reconocido en el Capítulo 3 y no se deben aplicar las disposiciones de la Parte G.

440-61. Puesta a tierra. Los envoltentes de los acondicionadores de aire para habitación se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-110, 250-112 y 250-114.

440-62. Requisitos de los circuitos derivados.

a) Acondicionadores de aire para habitación como unidad con un solo motor. Al determinar los requisitos de sus circuitos derivados, un acondicionador de aire para habitación se debe considerar como una sola unidad de motor cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) Está conectado con cordón y clavija.

(2) Su valor nominal no es mayor a 40 amperes y 250 volts, monofásico.

(3) En su placa de datos se muestra la corriente total de carga nominal, en lugar de las corrientes individuales del motor.

(4) El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado no excede la ampacidad de los conductores del circuito derivado o el valor nominal del contacto, de estos valores el que sea menor.

b) Cuando no se alimentan otras cargas. Cuando no se alimenten otras cargas, el valor nominal de corriente total marcado de los acondicionadores de aire para cuartos conectados con cordón y clavija, no debe exceder el 80 por ciento de valor nominal del circuito derivado.

c) Cuando también se alimentan unidades de alumbrado u otros aparatos. Cuando se alimenten salidas de alumbrado, otros aparatos o contactos para uso general, el valor nominal total marcado de los acondicionadores de aire para habitación, conectados con cordón y clavija, no debe exceder el 50 por ciento de valor del circuito derivado. Cuando el circuito está bloqueado para evitar el funcionamiento simultáneo del acondicionador de aire para habitación y la energización de otras salidas en el mismo circuito derivado, un acondicionador de aire para habitación conectado con cordón y clavija no debe exceder el 80 por ciento de valor nominal del circuito derivado.

440-63. Medios de desconexión. Se permitirá que la clavija de conexión y el contacto o el conector de cordón de un acondicionador de aire para habitación, monofásico a 250 volts o menos, sirvan como el medio de desconexión, si:

(1) los controles manuales del acondicionador de aire para habitación son fácilmente accesibles y están ubicados a una distancia no mayor de 1.80 metros del piso, o

(2) se instala un medio de desconexión manual, en un lugar fácilmente accesible y al alcance de la vista desde el acondicionador de aire para habitaciones.

440-64. Cordones de alimentación. Cuando se utilice un cordón flexible para alimentar un acondicionador de aire para habitación, su longitud no debe ser mayor que 3.00 metros para acondicionadores de 120 volts nominales, o de 1.80 metros para una tensión nominal de 208 ó 240 volts.

440-65. Dispositivos de protección. Los acondicionadores de aire para habitación monofásicos conectados con cordón y clavija estarán equipados con uno de los siguientes dispositivos instalados en fábrica:

(1) Interruptor/detector de corriente de fuga (LCDI)

(2) interruptor de circuito por falla de arco (AFCI)

(3) Interruptor de circuito por detección de calor (HDCI)

El dispositivo de protección debe ser parte integral de la clavija de conexión o estar ubicada en el cordón de alimentación a una distancia máxima de 30 centímetros de la clavija de conexión.

ARTÍCULO 445

GENERADORES

445-1. Alcance. Este Artículo contiene la instalación y los requisitos para los generadores.

445-10. Ubicación. Los generadores deben ser de un tipo adecuado para el lugar donde vayan a estar instalados. Además, deben cumplir los requisitos para motores que establece 430-14.

445-11. Marcado. Todos los generadores deben tener una placa de datos en la que conste el nombre del fabricante, la frecuencia nominal, el factor de potencia, el número de fases si son de corriente alterna, el valor nominal en kilowatt o kilovoltampere, la tensión y corriente normales correspondientes a su valor nominal, la temperatura ambiente nominal y el aumento de temperatura nominal.

Las placas de datos o la ficha técnica proporcionarán la información siguiente para todos los generadores estacionarios y generadores portátiles, de un valor nominal de más de 15 kW

(1) Reactancias subtransitorias, transitorias, síncrona y de secuencia cero

(2) Clasificación de potencia nominal

(3) Clase del sistema de aislamiento

(4) Indicación si el generador está protegido contra sobrecargas por propio diseño, un relé de protección de sobrecorriente, un cortacircuitos o fusible

(5) Corriente de cortocircuito máxima para los generadores basados en inversores, en lugar de las reactancias síncrona, subtransitoria y transitoria

El marcado debe ser hecho por el fabricante, con el fin de indicar si el neutro del generador está o no unido al bastidor del generador. Cuando la unión de un generador sea modificada en campo, deben requerirse marcas adicionales para indicar si el neutro del generador está o no unido al bastidor del generador.

445-12. Protección contra sobrecorriente.

a) Generadores de tensión constante. Los generadores de tensión constante, excepto los excitadores de generadores de corriente alterna, deben estar protegidos contra sobrecargas por su propio diseño, con interruptores automáticos, fusibles, relevadores de protección u otro medio identificado de protección contra sobrecorriente adecuado para las condiciones de uso.

b) Generadores de 2 hilos. Se permitirá que los generadores de 2 hilos de corriente continua estén protegidos contra sobrecorriente en sólo un conductor, si el dispositivo de protección es accionado por toda la corriente generada distinta de la del campo en derivación. El dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe abrir el campo en derivación.

c) De 65 volts o menos. Los generadores que operen a 65 volts o menos y son accionados por motores individuales, se deben considerar como protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del motor si ese dispositivo opera cuando los generadores estén entregando no más del 150 por ciento de su corriente nominal de plena carga.

d) Sistemas compensadores. Los generadores de 2 hilos de corriente continua que se utilicen junto con sistemas compensadores para obtener puntos neutros para sistemas de 3 hilos deben estar equipados con dispositivos de protección contra sobrecorriente que desconecten el sistema de 3 hilos si se produce un desequilibrio excesivo de tensiones o corrientes.

e) Generadores de 3 hilos de corriente continua. Los generadores de 3 hilos de corriente continua, ya sea con devanado compuesto o en derivación, deben estar equipados con dispositivos de protección contra sobrecorriente, uno en cada punta de la armadura y conectadas de modo que sean accionados por toda la corriente de la armadura. Dichos dispositivos de protección contra sobrecorriente deben ser interruptores automáticos bipolares y de doble bobina, o de 4 hilos conectados a las terminales principales y del compensador y que sean disparados por dos dispositivos de protección contra sobrecorriente, uno en cada punta de la armadura. Dichos dispositivos de protección deben estar bloqueados de modo que no se pueda abrir ningún polo sin que se desconecten simultáneamente del sistema las dos terminales de la armadura.

Excepción para (a) hasta (e): Cuando se considere que un generador es vital para el funcionamiento de una instalación eléctrica y debe funcionar hasta que falle, para evitar mayores riesgos a las personas, se permitirá que el dispositivo sensor de sobrecarga esté conectado a un indicador o alarma supervisados por personal autorizado, en lugar de interrumpir el circuito del generador.

445-13. Ampacidad de los conductores.

a) General. La ampacidad de los conductores, desde las terminales de salida del generador hasta el primer dispositivo de distribución que contiene protección contra sobrecorriente, no debe ser menor al 115 por ciento de la corriente nominal marcada en la placa de datos del generador. Se permitirá dimensionar los conductores del neutro de acuerdo con 220-61. Los conductores que deban conducir las corrientes de falla a tierra no deben ser más pequeños de lo requerido en 250-30(a). Los conductores del neutro de generadores de corriente continua que deban conducir las corrientes de falla a tierra no deben tener un tamaño menor al tamaño mínimo requerido al conductor más grande.

Excepción: Cuando el diseño y funcionamiento del generador eviten las sobrecargas, la ampacidad de los conductores no debe ser menor al 100 por ciento de la corriente nominal indicada en la placa de datos del generador.

b) Protección de sobrecorriente proporcionada. Cuando el grupo generador esté equipado con un dispositivo de protección contra sobrecorriente o una combinación de un transformador de corriente y un relé de sobrecorriente, se permitirá que los conductores sean derivados desde el lado de la carga de los terminales protegidos de acuerdo con 240-21(b).

No se admitirán derivaciones de conductores para generadores portátiles de potencia nominal igual o inferior a 15 kW cuando no estén accesibles los terminales de conexión del cableado de campo.

445-14. Protección de las partes vivas. Las partes vivas de los generadores que funcionen a más de 50 volts de corriente alterna o 60 volts de corriente directa a tierra, no deben estar expuestas a contactos accidentales cuando sean accesibles a personas no calificadas.

445-15. Protección para los operadores. Cuando sea necesario para la seguridad de las personas encargadas del equipo, se deben aplicar los requisitos de 430-233.

445-16. Pasacables. Cuando el cableado instalado en campo pase por la abertura de un envolvente, una caja de conexiones del equipo o una barrera, se deben proteger de los bordes cortantes de dicha abertura mediante un pasacables. La superficie del pasacables que pueda estar en contacto con los cables, debe ser lisa y redondeada. Si el pasacables se usa en lugares donde pueda haber aceite, grasa u otros contaminantes, el pasacables debe estar hecho de un material que no resulte afectado por ellos.

445-17. Cajas de las terminales de los generadores. Las cajas de las terminales de los generadores deben cumplir con 430-12. Cuando se necesite el valor nominal en caballos de fuerza para determinar el tamaño mínimo requerido de la caja de las terminales del generador, la corriente de plena carga del generador se debe comparar con motores similares en las Tablas 430-247 hasta 430-250. Se debe usar el valor nominal en caballos de fuerza más alto de las Tablas 430-247 y 430-250 siempre que la selección del generador esté entre dos valores nominales.

Excepción: Esta sección no debe aplicarse a generadores de más de 600 volts nominales.

445-18. Medios de desconexión y parada del primo motor.

a) Medios de desconexión. Los generadores portátiles que no sean conectados con cordón y clavija deberán tener uno o más medios de desconexión. Cada medio de desconexión debe abrir simultáneamente todos los conductores no conectados a tierra asociados. Cada medio de desconexión deberá poder bloquearse en la posición abierta de acuerdo con 110-25.

b) Apagado del primo motor. Los generadores tendrán disposiciones para apagar el primo motor. Los medios de apagado deberán cumplir con lo siguiente:

(1) Estar equipado con disposiciones para desactivar todos los circuitos de control de arranque del primo motor para hacer que el primo motor sea capaz de arrancar.

(2) Iniciar un mecanismo de apagado que requiere un restablecimiento mecánico

Se permitirá que las disposiciones para apagar el primo motor cumplan con los requisitos de 445-18 (a) cuando pueda ser bloqueada en la posición abierta de acuerdo con 110-25.

Los generadores con una potencia superior a 15 kW deberán disponer de un requisito adicional para apagar el primo motor. Estos medios de apagado adicionales deberán estar ubicados fuera de la sala de equipos o del recinto del generador y cumplir también con los requisitos de 445-18(b)(1) y (b)(2).

c) Generadores instalados en paralelo. Cuando un generador esté instalado en paralelo con otros generadores, las disposiciones del inciso (a) inmediato anterior deberán ser capaces de aislar las terminales de salida del generador del equipo paralelo. No se requerirá que los medios de desconexión estén situados en el generador.

445-20. Protección con interruptores de circuito por falla a tierra para contactos de generadores portátiles de 15 kW o menos. Todas las salidas de contactos que sean parte de un generador portátil de 15 kW o menos deben tener protección para el personal mediante un interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI), integrada al generador o al contacto como se indica en cualquiera de los dos (a) y (b) siguientes:

a) Generadores no unidos (neutro flotante). Los generadores no unidos con salidas para contactos de 125 y 250 volts deben tener una protección GFCI para el personal integrado en el generador o en el contacto en todas las salidas para contactos de 125 volts, 15 y 20 amperes.

Excepción: No se requerirá protección GFCI cuando las salidas de contacto de 125 volts estén enclavadas de tal manera que no estén disponibles para su uso cuando se utilice un contacto de 125/250 volts.

b) Generadores con neutros unidos. Los generadores unidos deben estar provistos de protección GFCI en todas las salidas para contactos de 125 volts, 15 y 20 amperes.

NOTA: Refiérase a 590-6(a)(3) para requerimientos de GFCI para generadores portátiles de 15 kW o menos usados para energía eléctrica temporal e iluminación.

Excepción a (a) y (b): Se permitirán los juegos de cables o los dispositivos que incorporen la protección GFCI para el personal identificado para uso portátil.

ARTÍCULO 450

TRANSFORMADORES Y BÓVEDAS PARA TRANSFORMADORES (INCLUIDOS LOS ENLACES DEL SECUNDARIO)

Parte A. Generalidades

450-1. Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación de todos los transformadores.

Excepción 1: Los transformadores de corriente.

Excepción 2: Los transformadores de tipo seco que formen parte de otro aparato y cumplan los requisitos para tal aparato.

Excepción 3: Los transformadores que formen parte integral de aparatos de rayos X, de alta frecuencia o de galvanizado.

Excepción 4: Los transformadores utilizados con circuitos Clase 2 y Clase 3 que cumplan con el Artículo 725.

Excepción 5: Los transformadores de anuncios luminosos e iluminación de contorno que cumplan con el Artículo 600.

Excepción 6: Los transformadores de equipos de alumbrado por descarga eléctrica que cumplan con el Artículo 410.

Excepción 7: Los transformadores utilizados con circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada que cumplan con la Parte C del Artículo 760.

Excepción 8: Los transformadores utilizados en investigación, desarrollo o pruebas cuando se hayan tomado las medidas necesarias para proteger a las personas del contacto con sus partes energizadas.

Este Artículo comprende la instalación de transformadores dedicados al suministro de potencia a instalaciones de bombas contra incendios, según las modificaciones del Artículo 695.

Este Artículo trata también de la instalación de transformadores en lugares (clasificados) peligrosos, según las modificaciones de los Artículos 501 a 504.

450-2. Definiciones. Para el propósito de este Artículo, se debe aplicar la siguiente definición.

Transformador. Mientras no se indique otra cosa en este Artículo, transformador individual, monofásico o polifásico, identificado por una sola placa de datos.

450-3. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los transformadores debe cumplir (a), (b) o (c) siguientes. Tal como se usa en esta sección, la palabra transformador significará un transformador o un banco polifásico de dos o más transformadores monofásicos que funcionan como una unidad.

NOTA 1: Para la protección contra sobrecorriente de los conductores véase 240-4, 240-21, 240-100 y 240-101.

NOTA 2: Las cargas no lineales pueden aumentar el calentamiento de un transformador sin que opere su dispositivo de protección contra sobrecorriente.

a) Transformadores de más de 1000 volts nominales. La protección contra sobrecorriente se debe suministrar de acuerdo con la Tabla 450-3(a).

b) Transformadores de 1000 volts nominales o menos. La protección contra sobrecorriente se debe suministrar de acuerdo con la Tabla 450-3(b).

Excepción: Cuando el transformador esté instalado como un transformador del circuito de control de motores, de acuerdo con 430-72(c)(1) hasta (c)(5).

c) Transformadores de potencial. Los transformadores de potencial instalados en interiores o en envolventes, deben estar protegidos con fusibles en el primario.

NOTA: Para la protección de circuitos de instrumentos que incluyen transformadores de potencial, véase 408-52.

450-4. Autotransformadores de 1000 volts nominales o menos.

a) Protección contra sobrecorriente. Todos los autotransformadores de 1000 volts nominales o menos deben estar protegidos por dispositivos separados de protección contra sobrecorriente instalados en serie con cada conductor de entrada no puesto a tierra. Este dispositivo de protección debe tener un valor nominal o ajuste no mayor al 125 por ciento de la corriente de entrada nominal de plena carga del autotransformador.

Cuando este cálculo no corresponda al valor nominal estándar de un fusible o interruptor automático no ajustable, y la corriente nominal de entrada sea de 9 amperes o más, se permitirá elegir el valor nominal estándar inmediatamente superior descrito en 240-6. No se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente en serie con el devanado en derivación (el devanado común a los circuitos de entrada y de salida) del autotransformador, es decir, entre los puntos A y B como se ilustra en la Figura 450-4.

Excepción: Cuando la corriente nominal de entrada del autotransformador sea menor a 9 amperes, se permitirá instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de corriente nominal o ajuste no mayor al 167 por ciento de la corriente de entrada.

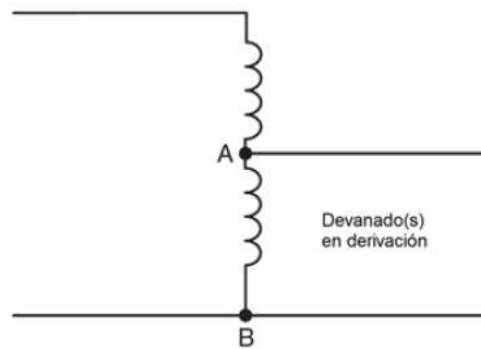


Figura 450-4.- Autotransformador

Tabla 450-3(a).- Valor nominal o ajuste máximo de la protección contra sobrecorriente para transformadores de más de 1000 volts (como porcentaje de la corriente nominal del transformador).

Limitaciones sobre el lugar	Impedancia nominal del transformador	Protección del secundario (ver la Nota 2)				
		Protección del primario, más de 1000 volts		Protección del secundario (ver la Nota 2)		
		Interruptor automático (ver Nota 4)	Valor nominal del fusible	Más de 1000 volts	1000 volts o menos	Valor nominal del interruptor automático o fusible
Cualquier lugar	No más del 6%	600% (ver Nota 1)	300% (ver Nota 1)	300% (ver Nota 1)	250% (ver Nota 1)	125% (ver Nota 1)
	Más del 6%, pero máximo el 10%	400% (ver Nota 1)	300% (ver Nota 1)	250% (ver Nota 1)	225% (ver Nota 1)	125% (ver Nota 1)
Solo lugares supervisados (ver Nota 3).	Cualquiera	300% (ver Nota 1)	250% (ver Nota 1)	No se exige	No se exige	No se exige
	No más del 6%	600%	300%	300% (ver Nota 5)	250% (ver Nota 5)	250% (ver Nota 5)
	Más del 6% pero máximo el 10%	400%	300%	250% (ver Nota 5)	225% (ver Nota 5)	250% (ver Nota 5)

NOTAS:

1. Cuando el valor nominal del fusible o el ajuste del interruptor automático exigido no correspondan a un valor nominal o ajuste normalizado, se permitirá tomar el valor nominal o ajuste más alto que no exceda de:

- El siguiente valor nominal o ajuste normalizado más alto para fusibles e interruptor automático de 1000 volts y menos, o
- El siguiente valor nominal o ajuste más alto comercialmente disponible para fusibles e interruptores de circuitos de más de 1000 volts.

2. Cuando se exija protección contra sobrecorriente del secundario, se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente del secundario esté compuesto por un máximo de seis interruptores automáticos o seis grupos de fusibles agrupados en un lugar. Cuando se utilicen dispositivos múltiples de protección contra sobrecorriente, el total de los valores nominales de los dispositivos no debe exceder el valor permitido para un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente. Si como dispositivo de protección contra sobrecorriente se utilizan tanto interruptores como fusibles, el total de los valores nominales del dispositivo no debe exceder el permitido para los fusibles.

3. Un lugar supervisado es aquel en que las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado supervisará y prestará servicio a la instalación de transformadores.

4. Los fusibles accionados electrónicamente que se puedan ajustar para abrir a una corriente específica se deben ajustar de acuerdo con los ajustes para interruptores automáticos.

5. Se permitirá que un transformador equipado por el fabricante con protección térmica coordinada contra sobrecarga no tenga protección independiente del secundario.

b) Transformador conectado en campo como autotransformador. Un transformador conectado en campo como un autotransformador, debe estar identificado para su uso a una tensión elevada.

NOTA: Para más información sobre los usos permitidos de los autotransformadores, véase 210-9 y 215-11.

450-5. Autotransformadores para puesta a tierra. Los autotransformadores de puesta a tierra de los que trata esta sección son transformadores conectados en zigzag o en T y conectados a sistemas trifásicos, 3 conductores de fase, con el fin de crear un sistema de distribución trifásico, 4 hilos, o para proporcionar un

punto neutro para fines de puesta a tierra. Estos transformadores deben tener un valor de corriente nominal permanente por cada fase y un valor de corriente nominal permanente del neutro. Los transformadores conectados en zigzag no se deben instalar en el lado carga de cualquier conexión de puesta a tierra del sistema, incluso aquellos elaborados de acuerdo con 250-24(b), 250-30(a)(1) o 250-32(b), Excepción 1.

NOTA: La corriente de fase en un autotransformador de puesta a tierra es un tercio de la corriente del neutro.

a) Sistemas trifásicos de 4 hilos. Un autotransformador de puesta a tierra usado para crear un sistema de distribución trifásico 4 hilos a partir de un sistema trifásico y de 3 conductores de fase, debe cumplir con (1) hasta (4) siguientes:

1) Conexiones. El transformador se debe conectar directamente a los conductores de fase y no se debe conectar o equipar con un interruptor o un sistema de protección contra sobrecorriente que sea independiente del interruptor principal y del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común del sistema de 3 fases, 4 hilos.

2) Protección contra sobrecorriente. Se debe instalar un dispositivo de detección de sobrecorriente, que cause la apertura del interruptor principal o del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común especificado en 450-5(a)(1), cuando la carga del autotransformador alcance o exceda el 125 por ciento de su corriente nominal permanente por fase o su valor nominal del neutro. Se permitirá el disparo retardado cuando se detecten sobrecorrientes transitorias en el dispositivo de protección contra sobrecorriente del autotransformador, con el propósito de permitir la operación adecuada de los dispositivos de protección del alimentador o del derivado en los sistemas de 4 hilos.

Tabla 450-3(b).- Valor nominal o ajuste máximo de la protección contra sobrecorriente para los transformadores de 1000 volts y menos (como un porcentaje de la corriente nominal del transformador)

Método de protección	Protección del primario			Protección del secundario (ver Nota 2)	
	Corrientes de 9 amperes o más	Corrientes de menos de 9 amperes	Corrientes de menos de 2 amperes	Corrientes de 9 amperes o más	Corrientes de menos de 9 amperes
Protección del primario solamente	125 % (Ver NOTA 1)	167%	300%	No se requiere	No se requiere
Protección del primario y secundario	250 % (Ver NOTA 3)	250 % (Ver NOTA 3)	250 % (Ver NOTA 3)	125 % (Ver NOTA 1)	167 %

NOTAS:

1. Cuando el 125 por ciento de la corriente no corresponde a un valor estándar de un fusible o interruptor automático no ajustable, se permitirá elegir el valor nominal estándar inmediatamente superior.

2. Cuando se exija protección contra sobrecorriente en el secundario, se permitirá que el dispositivo de sobrecorriente del secundario esté compuesto por máximo seis interruptores automáticos o seis grupos de fusibles agrupados en un lugar. Cuando se utilicen dispositivos múltiples de protección contra sobrecorriente, el total de todos los valores nominales de los dispositivos no deben exceder el valor permitido para un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente.

3. Se permitirá que un transformador equipado por el fabricante con protección térmica coordinada contra sobrecarga y dispuesta para interrumpir la corriente del primario, tenga protección contra sobrecorriente en el primario con valor nominal o ajuste a un valor de corriente que no sea más de seis veces la corriente nominal del transformador, para transformadores que no tienen una impedancia de más del 6 por ciento y no más de cuatro veces la corriente nominal del transformador, para transformadores que tienen una impedancia de más del 6 por ciento pero no más del 10 por ciento.

3) Detección de fallas del transformador. En los sistemas trifásicos de 4 hilos se debe instalar un sistema de detección de fallas que ocasione la apertura del interruptor principal o del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común para proteger la instalación contra fallas monofásicas o internas.

NOTA: Esta protección se puede conseguir mediante el uso de dos transformadores de corriente, tipo toroidal (dona), conectados sustractivamente e instalados de modo que detecten e indiquen si se produce un desequilibrio en la corriente de línea al autotransformador de 50 por ciento o más de la corriente nominal.

4) Capacidad nominal. El autotransformador debe tener un valor nominal de corriente permanente del neutro no menor que la corriente máxima posible de carga de desbalanceo del neutro en los sistemas de 4 hilos.

b) Referencia de puesta a tierra para los dispositivos de protección contra fallas. Un autotransformador de puesta a tierra que se utilice para suministrar una magnitud especificada de corriente de falla a tierra para la operación de un dispositivo de protección sensible a fallas a tierra en sistemas trifásicos 3 hilos no puestos a tierra, debe cumplir los requisitos de (b)(1) y (b)(2) siguientes.

1) Capacidad nominal. El autotransformador debe tener un valor nominal permanente de corriente del neutro no menor que la corriente de falla a tierra especificada.

2) Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe cumplir lo indicado en los literales (a) y (b) siguientes:

a. Capacidad nominal de operación e interrupción. En el circuito derivado de un autotransformador de puesta a tierra se debe aplicar un dispositivo de protección contra corriente, que tenga una capacidad nominal de interrupción conforme con 110-9 y que cuando opere abra simultáneamente todos los conductores de fase.

b. Capacidad nominal en amperes. La protección contra sobrecorriente debe tener un valor nominal o ajuste de un valor de corriente que no exceda el 125 por ciento de la capacidad de corriente nominal permanente por fase del autotransformador, o del 42 por ciento del valor de corriente nominal permanente de cualquier dispositivo conectado en serie con el neutro del autotransformador. Se permitirá el disparo retardado para corrientes temporales, con el fin de permitir la correcta operación de los dispositivos de disparo sensibles a fallas a tierra del sistema principal, pero no debe exceder los valores que serían mayores que un valor nominal de corriente de corta duración del autotransformador de puesta a tierra, o de cualquier dispositivo conectado en serie con el neutro del mismo.

Excepción: Para los sistemas puestos a tierra con alta impedancia tratados en 250-36, en donde se diseña la corriente máxima de falla a tierra para que sea como máximo de 10 amperes, y cuando el autotransformador de puesta a tierra y la impedancia de puesta a tierra están clasificadas para servicio continuo, se permitirá instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente, con valor nominal máximo de 20 amperes y que abra simultáneamente todos los conductores de fase, en el lado de alimentación del autotransformador de puesta a tierra.

c) Referencia de puesta a tierra para la amortiguación de sobretensiones transitorias. Un autotransformador de puesta a tierra utilizado para limitar sobretensiones transitorias debe tener un valor nominal adecuado y debe estar conectado de acuerdo con 450-5(a)(1).

450-6. Enlaces del secundario. Tal como se usa en este Artículo, un enlace del secundario es un circuito que funciona a 1000 volts nominales o menos entre fases, que conecta dos fuentes de alimentación o puntos de alimentación de potencia, tales como los secundarios de dos transformadores. Se permitirá que el enlace conste de uno o más conductores por fase o neutro. Los conductores que conectan los secundarios de los transformadores de acuerdo con 450-7 no se deben considerar enlaces del secundario. Como se usa en esta sección, la palabra "transformador" hace referencia a un transformador o a un banco de transformadores que funcionan como una unidad.

a) Circuitos de enlace. Los circuitos de enlace deben estar equipados con protección contra sobrecorriente en cada extremo, tal como se exige en las partes A, B y H del Artículo 240. En las condiciones descritas en 450-6(a)(1) y 450-6(a)(2) se permitirá que la protección contra sobrecorriente esté de acuerdo con lo que se establece en 450-6(a)(3).

1) Cargas conectadas sólo en los puntos de alimentación del transformador. Cuando todas las cargas estén conectadas en los puntos de alimentación del transformador en cada extremo del enlace y no se proporcione protección contra sobrecorriente según las Partes A, B y H del Artículo 240, la ampacidad del enlace no debe ser menor al 67 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador con un valor nominal más grande que alimente al sistema de enlace del secundario.

2) Cargas conectadas entre los puntos de alimentación del transformador. Cuando haya una carga conectada al enlace en cualquier punto entre los puntos de alimentación del transformador y no se proporcione protección contra sobrecorriente según las Parte A, B y H del Artículo 240, la ampacidad nominal del enlace no debe ser menor al 100 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador con el valor nominal más grande que alimente al sistema de enlace del secundario.

Excepción: Se permitirá que los circuitos de enlace que constan de múltiples conductores por fase estén dimensionados y protegidos de acuerdo con 450-6(a)(4).

3) Protección del circuito de enlace. Bajo las condiciones descritas en 450-6(a)(1) y (a)(2), los dos extremos de alimentación de cada conductor no puesto a tierra del enlace deben estar equipados con un dispositivo de protección que se abra a una temperatura predeterminada del conductor del enlace bajo condiciones de cortocircuito. Esta protección debe consistir en uno de los siguientes:

(1) Un conector de cable, terminal o lengüeta con un enlace fusible, conocido como un limitador, de un tamaño correspondiente al del conductor y de construcción y características de acuerdo con la tensión de funcionamiento y el tipo de aislamiento de los conductores del enlace, o

(2) Interruptores automáticos accionados por dispositivos con características comparables de corriente - tiempo.

4) Interconexión de los conductores de fase entre los puntos de alimentación del transformador. Cuando el enlace consta de más de un conductor por fase o neutro, los conductores de cada fase o del neutro deben cumplir con una de las siguientes disposiciones:

a. Interconectados. Los conductores se deben interconectar para establecer un punto de alimentación de la carga y se debe proporcionar el dispositivo protector especificado en 450-6(a)(3) en cada conductor no puesto a tierra del enlace en ese punto en ambos lados de la interconexión. Los medios de interconexión deben tener una ampacidad no menor a la carga que se va a alimentar.

b. No interconectados. Las cargas se deben conectar a uno o más conductores individuales de un enlace con conductores en paralelo, sin interconectar los conductores de cada fase o neutro y sin la protección especificada en 450-6(a)(3) en los puntos de conexión de la carga. Cuando se hace esto, los conductores de enlace de cada fase o neutro deben tener una ampacidad de capacidad combinada no menor al 133 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador con el valor nominal más grande que alimenta al sistema de enlace del secundario; la carga total de estas derivaciones no debe exceder la corriente nominal del secundario del transformador con el valor nominal más grande y las cargas deben estar divididas equitativamente entre cada fase y entre los conductores individuales de cada fase, en la medida de lo posible.

5) Control del circuito de enlace. Cuando la tensión de operación exceda los 150 volts a tierra, los enlaces del secundario equipados con limitadores deben tener un interruptor en cada extremo que, cuando se abran, desenergicen los conductores de enlace y los limitadores asociados. La ampacidad del interruptor no debe ser menor a la ampacidad de la corriente nominal de los conductores conectados al mismo. El interruptor debe ser capaz de interrumpir su corriente nominal y debe estar construido de modo que no se abra por las fuerzas magnéticas resultantes de la corriente de cortocircuito.

b) Protección contra sobrecorriente para las conexiones del secundario. Cuando se utilicen enlaces del secundario, en las conexiones del secundario de cada transformador que alimenta al sistema de enlace, se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente con valor nominal o ajuste no mayor al 250 por ciento de la corriente nominal del secundario de los transformadores. Además, en la conexión del secundario de cada transformador se debe instalar un interruptor automático accionado por un relevador de corriente inversa ajustado para que abra el circuito a una corriente no mayor a la corriente nominal del secundario del transformador.

c) Puesta a tierra. Cuando el sistema de enlace del secundario esté puesto a tierra, el secundario de cada transformador que alimenta al sistema de enlace debe estar puesto a tierra de acuerdo con los requisitos de 250-30 para sistemas derivados separados.

450-7. Funcionamiento en paralelo. Se permitirá que los transformadores funcionen en paralelo y desconectados como una unidad, siempre que el dispositivo de protección contra sobrecorriente para cada transformador cumpla los requisitos de 450-3(a) para dispositivos de protección del primario y del secundario de más de 1000 volts, o con 450-3(b) para dispositivos de protección del primario y del secundario de 1000 volts o menos.

450-8. Resguardo. Los transformadores se deben resguardar según se especifica en (a) hasta (d).

a) Protección mecánica. Cuando los transformadores estén expuestos a daños físicos, se deben adoptar las medidas adecuadas para reducir al mínimo la posibilidad de daños a los transformadores por causas externas.

b) Caja o envoltente. Los transformadores tipo seco deben estar instalados en un tanque o en un envoltente no combustible y resistente a la humedad que ofrezca protección contra la inserción accidental de objetos extraños.

c) Partes energizadas expuestas. Se permitirá que los interruptores u otros equipos que funcionen a 1000 volts nominales o menos y que estén conectados únicamente a equipos dentro del tanque del transformador, estén instalados dentro de este tanque si sólo son accesibles a personas calificadas.

Todas las partes energizadas se deben resguardar según lo establecido en 110-27 y 110-34.

d) Advertencia de tensión. La tensión de funcionamiento de las partes vivas expuestas en las instalaciones de transformadores se debe indicar por anuncios o marcas visibles colocadas en los equipos o estructuras.

450-9. Ventilación. La ventilación debe eliminar las pérdidas del transformador a plena carga sin provocar aumentos de temperatura que excedan sus valores nominales.

450-10. Puesta a tierra.

a) Envoltentes de transformadores de tipo seco. Donde se instalen conductores de puesta a tierra de equipos y puentes de unión del lado de la alimentación separados, debe ser fijada una barra de terminal, para todas las conexiones de conductores de puesta a tierra y de unión, de manera segura en el interior del envoltente del transformador. La barra del terminal se debe unir al envoltente de acuerdo con lo establecido en la sección 250-12 y no debe ser instalada ni en ni sobre ningún sector ventilado del envoltente.

Excepción: Donde un transformador de tipo seco esté equipado con conexiones de tipo cable, debe permitirse que las conexiones de puesta a tierra y de unión se conecten mediante la aplicación de cualquiera de los métodos descritos en 250-8 y deben estar unidas al envoltente, si es de metal.

b) Otras piezas metálicas. Cuando estén puestas a tierra, las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de las instalaciones de transformadores, incluidas las cercas, barreras, protecciones, etc., se deben poner a tierra y unirse en las condiciones y con los métodos especificados en las Partes E, F y G del Artículo 250 para los equipos eléctricos y otras partes metálicas expuestas. Para puesta a tierra de cercas metálicas ver además la sección 921-26.

450-11. Marcado.

a) General. Todos los transformadores deben tener una placa de datos en la que conste la siguiente información:

- (1) Nombre del fabricante,
- (2) Valor nominal en kilovoltamperes,
- (3) Frecuencia,
- (4) Tensión del primario y del secundario,
- (5) Impedancia de los transformadores de 25 kilovoltamperes y mayores,
- (6) Distancias necesarias para los transformadores con aberturas de ventilación,
- (7) Cantidad y el tipo del líquido de aislamiento, cuando se use y
- (8) Para transformadores de tipo seco se debe incluir la clase de temperatura del sistema de aislamiento.

b) Marcado de origen. Se permitirá que un transformador sea alimentado a la tensión secundaria marcada, siempre que la instalación cumpla con lo establecido en las instrucciones del fabricante.

450-12. Espacio para el alambrado de las terminales. El espacio mínimo para el doblado y alambrado en las terminales fijas de conexión de la alimentación y de la carga de los transformadores de 1000 volts nominales y menos debe ser como se requiere en 312-6. El espacio de alambrado para conexiones flexibles debe cumplir lo establecido en la Tabla 314-16(b).

450-13. Accesibilidad. Todos los transformadores y las bóvedas para transformadores deben ser fácilmente accesibles al personal calificado para su inspección y mantenimiento, o deben cumplir los requisitos de (a) o (b):

a) Instalaciones abiertas. No se exigirá que los transformadores tipo seco de 1000 volts nominales o menos, instalados en lugares abiertos sobre paredes, columnas o estructuras, sean fácilmente accesibles.

b) Instalaciones en espacios huecos. Se permitirá instalar transformadores tipo seco de 1000 volts nominales o menos y que no excedan los 50 kilovoltamperes, en espacios huecos de edificios no cerrados permanentemente por la estructura, siempre que cumplan los requisitos de ventilación de 450-9 y los requisitos sobre separación de materiales combustibles de 450-21(a). No se exigirá que los transformadores así instalados sean fácilmente accesibles.

450-14. Medios de desconexión. Los transformadores, diferentes a los transformadores Clase 2 o Clase 3, deben tener un medio de desconexión localizado ya sea a la vista del transformador o en un lugar remoto. Cuando esté localizado en un lugar remoto, el medio de desconexión debe poder bloquearse de acuerdo con la sección 110-25, y la ubicación debe ser marcada en campo en el transformador.

Parte B. Disposiciones específicas aplicables a diferentes tipos de transformadores

450-21. Transformadores tipo seco instalados en interiores.

a) No más de 112.5 kilovoltamperes. Los transformadores de tipo seco instalados en interiores y de 112.5 kilovoltamperes nominales o menos, deben instalarse con una separación mínima de 30 centímetros de materiales combustibles, a menos que estén separados de ellos por una barrera resistente al fuego y aislante del calor.

Excepción: Esta regla no se debe aplicar a transformadores para 1000 volts nominales o menos que están completamente encerrados, excepto por las aberturas de ventilación.

b) De más de 112.5 kilovoltamperes. Los transformadores individuales de tipo seco de más de 112.5 kilovoltamperes nominales se deben instalar en un cuarto de transformadores de construcción resistente al fuego. A menos que se especifique algo diferente en este Artículo, el término resistente al fuego significa una construcción con un valor nominal mínimo de 1 hora de resistencia al fuego.

Excepción 1: Los transformadores con sistemas de aislamiento Clase 155 o mayor, y separados de materiales combustibles por una barrera resistente al fuego y aislante del calor, o por no menos de 1.83 metros horizontalmente y 3.70 metros verticalmente.

Excepción 2: Los transformadores con sistemas de aislamiento Clase 155 o mayor y encerrados completamente, excepto por las aberturas de ventilación.

c) Para más de 35 000 volts. Los transformadores de tipo seco de más de 35 000 volts nominales se deben instalar en una bóveda que cumpla lo establecido en la Parte C de este Artículo.

450-22. Transformadores de tipo seco instalados en exteriores. Los transformadores de tipo seco instalados en exteriores deben tener un envoltorio a prueba de la intemperie. Los transformadores de más de 112.5 kilovoltamperes no se deben ubicar a una distancia menor de 30 centímetros de los materiales combustibles de los edificios, a menos que el transformador tenga sistemas de aislamiento Clase 155 o mayores y esté encerrado completamente, excepto por las aberturas de ventilación.

450-23. Transformadores aislados con líquidos de baja inflamabilidad. Se permitirá instalar transformadores aislados con líquidos aprobados cuyo punto de inflamación no sea menor a 300 °C, de acuerdo con (a) o (b) siguientes:

a) Instalaciones en interiores. Las instalaciones en interiores se permitirán de acuerdo con una de las siguientes:

- (1) En edificios Tipo I o Tipo II, en áreas donde se cumplan todos los requisitos siguientes:
 - a. El transformador sea para 35 000 volts nominales o menos.
 - b. No se almacenen materiales combustibles.
 - c. Se proporcione un área de confinamiento de líquidos.
 - d. La instalación cumpla todas las restricciones previstas en el aprobado del líquido.

NOTA: Estas restricciones pueden incluir, pero no están limitadas a: presión máxima del tanque, uso de una válvula de alivio de presión, tipos de fusibles apropiados y dimensionamiento adecuado de protección contra sobrecorriente.

(2) Con un sistema automático de extinción de incendios y un área de confinamiento de líquidos, siempre que el transformador sea para 35 000 volts nominales o menos.

(3) De acuerdo con 450-26.

b) Instalaciones en exteriores. Se permitirá instalar transformadores aislados con líquidos de baja inflamabilidad en exteriores, sujetos a, adyacentes a, o sobre el techo de edificios, siempre que estén instalados de acuerdo con (1) ó (2):

(1) En edificios Tipo I y Tipo II, la instalación debe cumplir todas las restricciones previstas en el aprobado del líquido.

NOTA 1: Las instalaciones adyacentes a materiales combustibles, salidas de incendios o a las aberturas de puertas y ventanas, pueden requerir protección adicional tal como se indica en 450-27.

Nota 2: Estas restricciones pueden incluir, pero no están limitadas a: presión máxima del tanque, uso de una válvula de alivio de presión, tipos de fusibles apropiados y dimensionamiento adecuado de protección contra sobrecorriente.

(2) De acuerdo con 450-27.

NOTA: Véase la definición de aprobado en el Artículo 100.

450-24. Transformadores aislados en líquidos no inflamables. Se permitirá instalar transformadores aislados con fluidos dieléctricos, identificados como no inflamables, tanto en interiores como en exteriores. Tales transformadores instalados en interiores y de más de 35 000 volts nominales deben estar instalados en una bóveda. Cuando tales transformadores estén instalados en interiores, deben estar provistos con un área para confinamiento de líquidos y una válvula de alivio de presión. Los transformadores deben estar equipados con un medio para absorber los gases generados por cualquier arco eléctrico que se produzca dentro del tanque, o la válvula de alivio de presión debe estar conectada a una chimenea o salida de humos que dirija estos gases a un área ambientalmente segura.

NOTA: La seguridad se puede aumentar si se hacen análisis de riesgo de incendio para dichas instalaciones de transformadores. Para los propósitos de esta sección, un fluido dieléctrico no inflamable es el que no tiene punto de inflamación o punto de chispa y no es inflamable en el aire.

450-25. Transformadores aislados con Askarel. No se permite el uso de bifenilos policlorados (Askarel) como medio aislante en transformadores.

450-26. Transformadores aislados con aceite instalados en interiores. Los transformadores aislados con aceite e instalados en interiores, se deben instalar en una bóveda construida como se indica en la Parte C de este Artículo.

Excepción 1: Cuando la capacidad total no exceda los 112.5 kilovoltamperes, se permitirá que la bóveda especificada en la Parte C de este Artículo esté hecha en concreto reforzado de no menos de 10 centímetros de espesor.

Excepción 2: Cuando la tensión nominal no exceda los 1000 volts, no se exigirá una bóveda si se toman las medidas adecuadas para evitar que el fuego del aceite del transformador encienda otros materiales y si la capacidad total de una instalación no excede los 10 kilovoltamperes en una sección del edificio clasificada como combustible, o 75 kilovoltamperes si la estructura que rodea al transformador está clasificada como construcción resistente al fuego.

Excepción 3: Se permitirá que los transformadores de hornos eléctricos con un valor nominal total que no exceda los 75 kilovoltamperes, se instalen sin bóveda en un edificio o cuarto de construcción resistente al fuego, siempre que se tomen las medidas necesarias para evitar que el fuego del aceite del transformador se propague a otros materiales combustibles.

Excepción 4: Se permitirá instalar sin bóveda un transformador con un valor nominal total que no exceda los 75 kilovoltamperes y una tensión de alimentación de 1000 volts o menos que sea parte integral de un equipo de aceleración de partículas cargadas, en un edificio o cuarto de construcción no combustible o resistente al fuego, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para evitar que el fuego del aceite del transformador se propague a otros materiales combustibles.

Excepción 5: Se permitirá instalar transformadores en un edificio separado que no cumpla con la Parte C de este Artículo si tanto el edificio como su contenido no presentan riesgo de incendio para otros edificios o propiedades, y si el edificio se utiliza únicamente para suministrar el servicio de electricidad y su interior es accesible sólo a personas calificadas.

Excepción 6: Se permitirá utilizar transformadores con aislamiento de aceite sin bóveda, en equipos portátiles y móviles de minería de superficie (tales como excavadoras eléctricas) si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- a. Existen medidas para drenar las fugas de líquido al suelo.
- b. Existe un medio de salida seguro para el personal.
- c. Se dispone de una barrera de acero de 6 milímetros de espesor, como mínimo, para la protección de las personas.

450-27. Transformadores con aislamiento de aceite instalado en exteriores. Los materiales combustibles, edificios combustibles y partes de edificios, las salidas de incendios y las aperturas de las puertas y ventanas, se deben resguardar contra los incendios originados en transformadores con aislamiento de aceite, instalado en techos y asegurados o próximos a edificios o materiales combustibles. En los casos en que la instalación del transformador presente peligro de incendio, se debe utilizar una o más de las siguientes protecciones, de acuerdo con el grado de peligro involucrado:

- (1) Espacios de separación
- (2) Barreras resistentes al fuego
- (3) Sistemas automáticos de supresión de incendios
- (4) Envoltentes que confinen el aceite de un tanque roto de un transformador.

Se permitirá que los envoltentes para el de aceite sean diques, áreas con reborde o estanques resistentes al fuego, o zanjas rellenas de piedra gruesa triturada. Cuando la cantidad de aceite y la exposición sean tales que su eliminación sea importante, los recipientes de aceite deben estar dotados con medios para drenaje.

450-28. Modificaciones a los transformadores. Cuando se hagan modificaciones en un transformador de una instalación ya existente, que cambien el tipo de transformador respecto a lo establecido en la Parte B de este Artículo, dicho transformador debe ser marcado para indicar el tipo de líquido aislante utilizado, y la instalación del transformador modificado debe cumplir con los requisitos aplicables a ese tipo de transformador.

Parte C. Bóvedas para transformadores

450-41. Ubicación. Siempre que sea posible, las bóvedas para transformadores deben estar ventiladas al aire exterior sin necesidad de utilizar ductos o canales.

450-42. Paredes, techos y pisos. Las paredes y techos de las bóvedas se deben construir con materiales que tengan una resistencia estructural adecuada para las condiciones, y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Los pisos de las bóvedas que estén en contacto con la tierra deben ser de concreto con un espesor mínimo de 10 centímetros, pero si la bóveda está construida con un espacio vacío u otras plantas del edificio por debajo de ella, el piso debe tener una resistencia estructural adecuada para soportar la carga impuesta sobre él y debe tener una resistencia mínima al fuego de tres horas. Para los propósitos de esta sección, no son aceptables construcciones atornilladas ni paredes de paneles.

Excepción: Cuando los transformadores estén protegidos con rociadores automáticos, agua en gotas finas, dióxido de carbono o halón, se permitirá que la construcción tenga valor nominal de 1 hora de resistencia al fuego.

NOTA: Una construcción típica con tres horas de resistencia al fuego es una de concreto reforzado de 15 centímetros de espesor.

450-43. Entradas. Las entradas a las bóvedas para transformadores se deben proteger según (a), (b) y (c):

a) Tipo de puerta. Todas las entradas que conducen desde el interior de un edificio hasta la bóveda de transformadores deben estar equipadas con una puerta de cierre hermético que tenga una resistencia mínima al fuego de 3 horas.

Excepción: Cuando los transformadores estén protegidos por rociadores automáticos, agua en gotas finas, dióxido de carbono o halón, se permitirá una construcción con valor nominal de resistencia al fuego de 1 hora.

b) Sardinell. Las puertas deben tener un sardinell de altura suficiente para confinar el aceite del transformador más grande dentro de la bóveda. En ningún caso la altura debe ser menor a 10 centímetros.

c) Cerraduras. Las puertas deben estar equipadas con cerraduras, se deben mantener cerradas y se permitirá el acceso sólo a personas calificadas. Las puertas para el personal deben abrirse hacia fuera y deben estar equipadas de barras de pánico.

450-45. Aberturas de ventilación. Cuando lo exija 450-9, deben existir aberturas para ventilación de acuerdo con (a) hasta (f) siguientes:

a) Ubicación. Las aberturas de ventilación deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios y materiales combustibles.

b) Disposición. Se permitirá que una bóveda ventilada por circulación natural de aire tenga aproximadamente la mitad del área total de las aberturas necesarias para ventilación en una o más aberturas cerca del piso y la restante en una o más aberturas en el techo o en la parte superior de las paredes, cerca del techo, o que toda el área requerida para ventilación esté en una o más aberturas en el techo o cerca de él.

c) Tamaño. Para una bóveda ventilada por circulación natural del aire hacia un área exterior, el área neta total combinada de todas las aberturas de ventilación, restando el área ocupada por persianas, rejillas o pantallas, no debe ser menor a 20 cm² por kilovoltamperes de capacidad de los transformadores en servicio. Si los transformadores tienen una capacidad menor a 50 kilovoltamperes, en ningún caso el área neta debe ser menor a 0.10 m².

d) Cubiertas. Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas por rejillas, persianas o pantallas durables, de acuerdo con las condiciones necesarias para evitar que se produzcan situaciones inseguras.

e) Compuertas. Todas las aberturas de ventilación que den al interior deben estar dotadas de compuertas contra incendios de cierre automático que funcionen en respuesta a cualquier incendio en la bóveda. Dichas compuertas deben tener un valor nominal de resistencia al fuego no menor a 1.5 horas.

f) Ductos. Los ductos de ventilación deben ser contruidos con material resistente al fuego.

450-46. Drenaje. Cuando sea posible, las bóvedas que contengan transformadores de más de 100 kilovoltamperes de capacidad deben estar dotadas de un drenaje o de otro medio que permita eliminar cualquier acumulación de aceite o agua en la bóveda, a menos que por las condiciones locales esto resulte impráctico. Cuando exista drenaje, el piso debe estar inclinado hacia éste.

450-47. Tuberías de agua y accesorios. Sistemas de ductos o tuberías ajenos a la instalación eléctrica no deben entrar ni atravesar las bóvedas para transformadores. No se deben considerar ajenas a la instalación eléctrica las tuberías u otros elementos para la protección contra incendios de las bóvedas o para el enfriamiento de los transformadores.

450-48. Almacenamiento dentro de las bóvedas. Las bóvedas para transformadores no se deben utilizar para el almacenamiento de materiales.

ARTÍCULO 455

CONVERTIDORES DE FASE

Parte A. Generalidades

455-1. Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación y uso de los convertidores de fase.

455-2. Definiciones.

Convertidor de fase. Dispositivo eléctrico que convierte un sistema eléctrico de potencia monofásico en uno trifásico. Los convertidores de fase pueden ser de dos tipos: estáticos y rotatorios.

NOTA: Los convertidores de fase tienen características que modifican el par de arranque y la corriente a rotor bloqueado de los motores alimentados, por lo que es necesario tener esto en cuenta al elegir un convertidor de fase para una carga específica.

Convertidor estático de fase. Dispositivo sin piezas rotatorias, dimensionado para una determinada carga trifásica, que permite la operación desde una fuente de alimentación monofásica.

Convertidor rotatorio de fase. Dispositivo que consiste en un transformador rotatorio y panel de capacitores, que permite la operación de cargas trifásicas a partir de una fuente de alimentación monofásica.

Fase fabricada. La fase fabricada o derivada es la que se origina en el convertidor de fase y no está conectada sólidamente a ninguno de los conductores monofásicos de entrada.

455-3. Otros Artículos. Los convertidores de fase deben cumplir con este Artículo y con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM.

455-4. Marcado. Todos los convertidores de fase deben tener una placa de datos permanente que indique la siguiente información:

- (1) El nombre del fabricante.
- (2) La tensión nominal de entrada y salida.
- (3) La frecuencia.
- (4) La corriente monofásica nominal de entrada de plena carga.
- (5) La carga nominal mínima y máxima monofásica en kilovoltamperes o caballos de fuerza.
- (6) La carga máxima total en kilovoltamperes o caballos de fuerza.
- (7) En el caso de un convertidor rotativo de fase, su corriente trifásica a plena carga.

455-5. Conexión de puesta a tierra de equipos. Se debe proporcionar un medio de conexión para la terminal del conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-8.

455-6. Conductores.

a) Ampacidad. La ampacidad de los conductores monofásicos de alimentación se debe determinar según 455-6(a) (1) o (a) (2).

NOTA: Los conductores monofásicos dimensionados para prevenir una caída de tensión no mayor al 3 por ciento desde la fuente de alimentación hasta el convertidor de fase, pueden contribuir al mejor arranque y funcionamiento de las cargas del motor.

1) Cargas variables. Cuando las cargas que se van a alimentar son variables, la ampacidad del conductor no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga en amperes de la entrada monofásica del convertidor, marcada en la placa de datos.

2) Cargas fijas. Cuando el convertidor de fase alimente cargas fijas específicas, y la ampacidad del conductor sea menor al 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga en amperes de la entrada monofásica del convertidor marcada en la placa de datos, los conductores deben tener una ampacidad no menor al 250 por ciento de la suma de las corrientes nominales trifásicas de plena carga de los motores y otras cargas alimentadas, cuando las tensiones de entrada y de salida del convertidor de fase sean idénticas. Cuando las tensiones de entrada y salida del convertidor sean distintas, la corriente determinada según esta sección se debe multiplicar por la relación entre la tensión de salida a la de entrada.

b) Marcado de la fase fabricada. Los conductores de la fase fabricada se deben identificar en todos los lugares accesibles mediante una marca distintiva. Las marcas deben ser consistentes en todo el sistema y el inmueble.

455-7. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de la alimentación monofásica y el convertidor de fase se deben proteger contra sobrecorriente según (a) o (b). Cuando el valor nominal del fusible o del interruptor automático no ajustable o el ajuste de un interruptor automático ajustable que se exijan no correspondan a un valor nominal o ajuste estándar, se permitirá elegir el valor nominal o el ajuste inmediatamente superior.

a) Cargas variables. Cuando las cargas que se van a alimentar son variables, la protección contra sobrecorriente se debe ajustar a no más del 125 por ciento de la corriente nominal monofásica en amperes de entrada de plena carga del convertidor, marcada en la placa de datos.

b) Cargas fijas. Cuando el convertidor de fase alimenta cargas fijas específicas, y los conductores están dimensionados de acuerdo con 455-6(a) (2), los conductores se deben proteger de acuerdo con su ampacidad. La protección contra sobrecorriente determinada a partir de esta sección no debe exceder el 125 por ciento de la corriente nominal monofásica en amperes de entrada del convertidor, marcada en la placa de datos.

455-8. Medios de desconexión. Se deben instalar medios de desconexión que desconecten simultáneamente todos los conductores de alimentación monofásicos no puestos a tierra al convertidor de fase.

a) Ubicación. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible y estar ubicado al alcance de la vista desde el convertidor de fase.

b) Tipo. El medio de desconexión debe ser un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza, un interruptor automático o un interruptor de caja moldeada. Cuando sólo se alimentan cargas diferentes de las de motores, se permitirá un interruptor con valor nominal en amperes.

c) Valor nominal. El valor nominal de corriente del medio de desconexión no debe ser menor al 115 por ciento de la corriente nominal máxima monofásica de entrada de plena carga del convertidor, o para cargas fijas específicas, se permitirá seleccionarla de (c)(1) o (c)(2) siguientes.

1) Corriente nominal del desconectador. El medio de desconexión debe ser un interruptor automático o un interruptor de caja moldeada con un valor nominal en amperes no menor al 250 por ciento de la suma de:

- (1) Valores nominales de corriente trifásica de plena carga, de los motores.
- (2) Otras cargas alimentadas.

2) Desconectador con valor nominal en caballos de fuerza. El medio de desconexión debe ser un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza. La corriente con rotor bloqueado equivalente del valor nominal en caballos de fuerza del interruptor no debe ser menor al 200 por ciento de la suma de:

- (1) Cargas diferentes de las de motores.
- (2) La corriente trifásica con rotor bloqueado, del motor más grande, como se determina de la Tabla 430-251(b), y
- (3) La corriente de plena carga de todos los otros motores trifásicos que operan al mismo tiempo.

d) Relaciones de tensión. Los cálculos de 455-8(c) se deben aplicar directamente cuando las tensiones de entrada y salida del convertidor de fase son idénticas. Cuando las tensiones de entrada y salida del convertidor de fase son diferentes, la corriente se debe multiplicar por la relación de la tensión de salida a la de entrada.

455-9. Conexión de cargas monofásicas. Cuando se conecten cargas monofásicas al lado de carga de un convertidor de fase, no se deben conectar a la fase fabricada.

455-10. Cajas de las terminales. Un convertidor de fase debe tener una caja para las terminales, que debe cumplir lo establecido en 430-12.

Parte B. Especificaciones aplicables a distintos tipos de convertidores de fase

455-20. Medios de desconexión. Se permitirá que los medios de desconexión monofásicos para la entrada de un convertidor estático de fase sirvan como el medio de desconexión del convertidor y de una sola carga, si esa carga está a la vista del medio de desconexión.

455-21. Arranque. No se debe suministrar corriente al equipo de utilización hasta que se haya puesto en marcha el convertidor rotativo de fase.

455-22. Interrupción de la alimentación. El equipo de utilización alimentado por un convertidor rotativo de fase debe estar controlado de manera que, en el caso de una interrupción de energía, se desconecte también la alimentación al equipo.

NOTA: Los arrancadores magnéticos de motores, los contactores magnéticos y dispositivos similares con rearmado manual o temporizado para la carga, proporcionarán el rearmado después de la interrupción de la alimentación.

455-23. Capacitores. Los capacitores que no formen parte integral de un sistema de conversión rotativo de fase pero que estén instalados para la carga de un motor, se deben conectar del lado de la alimentación del dispositivo de protección contra sobrecarga de ese motor.

ARTÍCULO 460

CAPACITORES

460-1. Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación de capacitores en los circuitos eléctricos.

Se excluyen de estos requisitos los capacitores limitadores de tensiones transitorias o los capacitores incluidos como partes componentes de otros aparatos y que cumplan los requisitos de dichos aparatos.

Este Artículo también trata de las instalaciones de capacitores en lugares peligrosos (clasificados), con las modificaciones previstas en los Artículos 501 a 503.

460-2. Gabinetes y resguardo.

a) Capacitores que contienen más de 11 litros de líquido inflamable. Los capacitores que contengan más de 11 litros de líquido inflamable deben estar encerrados en bóvedas, o en envoltentes con cercas en el exterior que cumplan lo establecido en el Artículo 110, Parte C. Este límite se debe aplicar a cualquier unidad simple en una instalación de capacitores.

b) Contacto accidental. Cuando los capacitores sean accesibles a personas no autorizadas o no calificadas, deben estar encerrados, ubicados o resguardados de manera que las personas no puedan entrar en contacto accidental ni puedan poner materiales conductores en contacto accidental con las partes energizadas expuestas, terminales o barras conductoras asociadas a las mismas. Sin embargo, no se requiere protección adicional para envoltentes accesibles solamente a personas autorizadas y calificadas.

Parte A. De 1000 volts nominales y menos

460-6. Descarga de la energía almacenada. Los capacitores deben tener un medio para descargar la energía almacenada.

a) Tiempo de descarga. La tensión residual de un capacitor se debe reducir a 50 volts o menos, en un lapso máximo de un minuto a partir de la desconexión del capacitor de la fuente de alimentación.

b) Medio de descarga. El circuito de descarga debe estar permanentemente conectado a las terminales del capacitor o banco de capacitores o debe estar equipado con un medio automático de conexión de dicho circuito a las terminales del banco de capacitores cuando la línea quede sin tensión. No se debe utilizar un medio manual de interrupción o de conexión del circuito de descarga.

460-8. Conductores.

a) Ampacidad. La ampacidad de los conductores de un circuito de capacitores no debe ser menor al 135 por ciento de la corriente nominal del capacitor. La ampacidad de los conductores que conectan un capacitor con las terminales de un motor o con los conductores de un circuito de motores no debe ser menor a 1/3 de la ampacidad de los conductores del circuito del motor y en ningún caso menor al 135 por ciento de la corriente nominal del capacitor.

b) Protección contra sobrecorriente. En cada conductor de fase de cada banco de capacitores se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente. La corriente nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe ser lo más baja que sea posible.

Excepción: No se exigirá un dispositivo de protección contra sobrecorriente separado para un capacitor conectado en el lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor.

c) Medios de desconexión. En cada conductor de fase de cada banco de capacitores se debe instalar un medio de desconexión que debe cumplir los siguientes requisitos:

- (1) El medio de desconexión debe abrir simultáneamente todos los conductores de fase.
- (2) Se permitirá que el medio de desconexión desconecte el capacitor de la línea como un procedimiento habitual de funcionamiento.
- (3) La corriente nominal del medio de desconexión no debe ser menor al 135 por ciento de la corriente nominal del capacitor.

Excepción: No se exigirá un medio de desconexión separado para un capacitor conectado en el lado de carga de un controlador de motor.

460-9. Valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor. Cuando una instalación de motores incluya un capacitor conectado en el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor, el valor nominal o ajuste de dicho dispositivo se debe basar en el factor de potencia mejorado del circuito del motor.

Para determinar el valor nominal del conductor del circuito del motor, de acuerdo con 430-22, se debe despreciar el efecto del capacitor.

460-10. Puesta a tierra. Las cajas o envoltentes de los capacitores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: Las cajas o envoltentes de los capacitores no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos cuando las unidades de capacitores estén sostenidas en una estructura diseñada para operar a un potencial distinto al de tierra.

460-12. Marcado. Todos los capacitores deben tener una placa de datos en la que conste el nombre del fabricante, tensión nominal, frecuencia, kilovars o amperes, número de fases y, si está lleno de líquido combustible, el volumen de líquido. Cuando están llenos de líquido no inflamable, también se debe indicar esto en la placa de datos. La placa debe indicar también, si el capacitor tiene instalado un dispositivo de descarga dentro de la caja o envoltente.

Parte B. De más de 1000 volts nominales**460-24. Desconexión**

a) Corriente de carga. Para la desconexión de los capacitores se deben utilizar interruptores operados en grupo que sean capaces para:

- (1) Conducir continuamente no menos del 135 por ciento de la corriente nominal de la instalación del capacitor.
- (2) Interrumpir la corriente de carga máxima permanente de cada capacitor, banco de capacitores o instalación de capacitores que se desconectarán como una unidad.
- (3) Soportar la máxima corriente de irrupción incluidas las contribuciones de las instalaciones adyacentes de capacitores.
- (4) Conducir las corrientes debidas a fallas en el capacitor desde el lado del interruptor.

b) Aislamiento.

1) Generalidades. Se debe instalar un medio que permita aislar de todas las fuentes de tensión cada capacitor, banco de capacitores o instalación de capacitores que se puedan sacar del servicio como una unidad. El medio de aislamiento debe proporcionar un espacio visible en el circuito eléctrico adecuado para la tensión de funcionamiento.

2) Interruptores de aislamiento o desconexión sin valor nominal de interrupción. Los interruptores de aislamiento o desconexión (sin valor nominal de interrupción) deben estar enclavados con el dispositivo de interrupción de carga o deben estar dotados de anuncios de advertencia bien visibles, de acuerdo con 490-22, para evitar la interrupción de la corriente de carga.

c) Requisitos adicionales para capacitores en serie. Se debe asegurar la secuencia de desconexión apropiada, mediante el uso de uno de los siguientes:

- (1) Desconectores de aislamiento y de secuencia mecánica y derivación.
- (2) Bloqueo.
- (3) Un procedimiento de desconexión que esté claramente explicado en el lugar de los interruptores.

460-25. Protección contra sobrecorriente.

a) Provista para detectar e interrumpir la corriente de falla. Se debe instalar un medio para detectar e interrumpir cualquier corriente de falla que pudiera causar presiones peligrosas dentro de un capacitor individual.

b) Dispositivos monofásicos o polifásicos. Para este propósito se permitirá utilizar dispositivos monofásicos o polifásicos.

c) Protección individual o en grupos. Se permitirá proteger los capacitores individualmente o en grupos.

d) Dispositivos de protección ajustados o calibrados. Los dispositivos de protección de los capacitores o el equipo de capacitores deben calibrarse o ser ajustados para operar dentro de los límites de la zona segura para los capacitores individuales. Si los dispositivos de protección están clasificados o ajustados para operar dentro de los límites de la Zona 1 o Zona 2, de las áreas clasificadas los capacitores deben estar encerrados o separados.

En ningún caso el valor nominal o ajuste de los dispositivos de protección debe exceder los límites máximos de la Zona 2 de las áreas clasificadas.

460-26. Identificación. Todos los capacitores deben tener una placa de datos permanente en la que conste el nombre del fabricante, tensión nominal, frecuencia, kilovars o amperes, número de fases y volumen de líquido identificado como inflamable, si es el caso.

460-27. Puesta a tierra. Las cajas de los capacitores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos. Si el punto neutro del capacitor está conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra, la conexión se debe hacer de acuerdo con la Parte C del Artículo 250.

Excepción: Las cajas de los capacitores no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos cuando los capacitores unitarios estén soportados en una estructura diseñada para funcionar a un potencial distinto del de tierra.

460-28. Medios de descarga.

a) Medios para reducir la tensión residual. Se debe instalar un medio para reducir la tensión residual de un capacitor a 50 volts o menos en un lapso de 5 minutos después de desconectar el capacitor de la fuente de alimentación.

b) Conexión a las terminales. Un circuito de descarga debe estar conectado permanentemente a las terminales del capacitor o estar equipado con un medio automático de conexión del circuito a las terminales del banco de capacitores después de la desconexión del capacitor de la fuente de alimentación. Los devanados de los motores, transformadores u otros equipos conectados directamente a los capacitores sin interruptores ni dispositivos de protección contra sobrecorriente interpuestos, deben cumplir los requisitos de 460-28(a).

ARTÍCULO 470**RESISTENCIAS Y REACTORES****Parte A. De 1000 volts nominales y menos**

470-1. Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación de resistencias y reactores por separado en circuitos eléctricos.

Excepción: Las resistencias y reactores que sean partes componentes de otros aparatos.

Este Artículo también trata sobre la instalación de resistencias y reactores en lugares peligrosos (clasificados), con las modificaciones de los Artículos 501 a 504.

470-2. Ubicación. Las resistencias y reactores no se deben instalar donde estén expuestas a daños físicos.

470-3. Espacio de separación. Si el espacio entre las resistencias y reactores y cualquier material combustible es menor a 30 centímetros, se debe instalar una barrera térmica.

470-4. Aislamiento de los conductores. Los conductores aislados que se utilicen para conexiones entre elementos resistivos y controladores deben ser adecuados para funcionar a una temperatura no menor a 90 °C.

Excepción: Se permitirán otros aislamientos de conductores para servicio de arranque de los motores.

Parte B. De más de 1000 volts nominales**470-18. Generalidades.**

a) Protegidos contra daños físicos. Las resistencias y reactores deben estar protegidas contra daños físicos.

b) Separados por envoltentes o por elevación. Las resistencias y reactores deben estar separadas por envoltentes o por elevación para proteger a las personas del contacto accidental con las partes energizadas.

c) Materiales combustibles. No se deben instalar resistencias ni reactores en lugares muy próximos a materiales combustibles que puedan producir riesgo de incendio, y se debe dejar un espacio no menor a 30 centímetros hasta dichos materiales.

d) Distancias. Las distancias desde las resistencias y reactores hasta las superficies puestas a tierra deben ser adecuadas para la tensión existente.

e) Elevación de temperatura debido a corrientes circulantes inducidas. Los envoltentes metálicos de los reactores y las partes metálicas adyacentes se deben instalar de modo que su aumento de temperatura debido a las corrientes inducidas circulantes no constituya un peligro para las personas ni un riesgo de incendio.

470-19. Puesta a tierra. Las cajas o envoltentes de las resistencias y reactores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: Las cajas o envoltentes de resistencias o reactores apoyadas en una estructura diseñada para operar a un potencial diferente del de tierra, no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

470-20. Reactores en aceite. La instalación de reactores en aceite debe cumplir, además de los anteriores requisitos, los requisitos aplicables del Artículo 450.

ARTÍCULO 480**BATERÍAS DE ACUMULADORES**

480-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se deben aplicar a todas las instalaciones estacionarias de baterías de acumuladores.

480-2. Definiciones.

Batería de acumuladores. Batería formada por una o más celdas recargables de tipo plomo-ácido, níquel-cadmio o de otro tipo electroquímico recargable.

Tensión nominal (Batería o Celda). El valor asignado a una celda o batería de una clase de tensión dada con el propósito de designación conveniente. La tensión de funcionamiento de la celda o de la batería puede variar por encima o por debajo de este valor.

NOTA: Las tensiones nominales más comunes de celdas son de 2 volts por celda para los sistemas de plomo-ácido, de 1.20 volts por celda para los sistemas de tipo alcalino y de 3.6 a 3.8 volts por celda para los sistemas Li-ion. Las tensiones nominales pueden variar con diferentes sustancias químicas.

Celda. La unidad electroquímica básica, caracterizada por un ánodo y un cátodo, utilizada para recibir, almacenar y suministrar energía eléctrica.

Celda o batería sellada. Una celda o batería que no tiene medios para la adición rutinaria de agua o electrolito, ni un medio externo para medir la gravedad específica del electrolito y puede contener ventilación de alivio de presión.

Conector entre celdas. Cable o barra eléctricamente conductores que se utiliza para conectar celdas adyacentes.

Conector entre niveles. Conductor eléctrico que se utiliza para conectar dos celdas de diferentes niveles del mismo bastidor o de diferentes estantes del mismo bastidor.

Contenedor. Recipiente que contiene las placas, el electrolito y otros elementos de una sola unidad en una batería.

NOTA: Un contenedor puede ser de una sola celda o de celdas múltiples y es, a veces, denominado en la industria como "vaso".

Electrolito. Medio que proporciona el mecanismo de transporte de iones entre los electrodos positivo y negativo de una celda.

Terminal. Aquella parte de una celda, contenedor o batería con la que se hace una conexión externa (comúnmente identificado como poste, pilar, puntal o poste de terminal).

480-3. Equipo. Las baterías de acumuladores y el cargador de baterías deben estar aprobados. Este requisito no se aplicará a las baterías de plomo-ácido.

480-4. Terminaciones de baterías y celdas.

a) Prevención de la corrosión. Donde se combinen metales diferentes, debe usarse un material antioxidante adecuado para la conexión de la batería cuando lo recomiende el fabricante de la batería.

NOTA: Puede usarse el manual de instalación e instrucciones del fabricante de la batería para obtener los lineamientos sobre materiales aceptables.

b) Conexiones y conductores entre celdas y entre niveles. La ampacidad de los conductores y conectores entre celdas y entre niveles ensamblados en campo debe tener un área transversal tal que el aumento de temperatura en condiciones de carga máxima y a la temperatura ambiente máxima no debe exceder la temperatura de funcionamiento segura del aislamiento del conductor o del material de los soportes del conductor.

c) Terminales de baterías. Las conexiones eléctricas con la batería y los cables entre celdas de niveles o bastidores separados no deben imponer una tensión mecánica en los terminales de la batería. Deben usarse placas de terminales donde sea factible.

NOTA: Los conductores son comúnmente preformados para eliminar la presión en las terminaciones de la batería. Los cables trenzados finos también pueden eliminar la presión en las terminaciones de la batería. Consulte las instrucciones del fabricante para obtener información.

480-5. Alambrado y equipos alimentados por baterías. El alambrado y los equipos alimentados por baterías de acumuladores deben someterse a las disposiciones aplicables de esta NOM relativos al alambrado y el equipo que operen a la misma tensión, a menos que la sección 480-5 permita algo diferente.

480-6. Protección contra sobrecorriente para primo motores. No se exigirá protección contra sobre corriente para los conductores provenientes de una batería con valor nominal de 60 volts de corriente continua o menos, si la batería suministra fuerza de arranque, ignición o control de los primo motores. La sección 300-3 no se debe aplicar a estos conductores.

480-7. Medios de desconexión de la corriente continua.

a) Medios de desconexión. Se debe suministrar un medio de desconexión para todos los conductores de fase derivados del sistema estacionario de baterías de más de 60 volts de corriente continua. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible y estar ubicado a la vista del sistema de baterías.

NOTA: Véase 240-21(h) para información sobre la ubicación del dispositivo contra sobrecorriente de los conductores de batería.

b) Activación remota. Cuando los medios de desconexión, ubicados de acuerdo con el inciso (a) inmediato anterior, estén provistos con controles remotos para activar el medio de desconexión de una batería y los controles no estén ubicados a la vista del sistema de baterías estacionarias, el medio de desconexión debe poder ser bloqueado en la posición de abierto, de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25, y la ubicación de los controles debe estar marcada en campo sobre el medio de desconexión.

c) Electroductos. Donde se instale un sistema de electroductos de corriente continua, debe permitirse que el medio de desconexión esté incorporado dentro del electroducto.

d) Notificación. El medio de desconexión debe ser marcado en campo, de manera legible. Debe colocarse una etiqueta con la marca en un lugar claramente visible, cercano a la batería, si no se proporciona un medio de desconexión. El marcado debe ser suficientemente durable para resistir las condiciones ambientales involucradas y debe incluir la siguiente información:

- (1) Tensión nominal de la batería
- (2) Corriente máxima de cortocircuito disponible, derivada desde el sistema de baterías estacionarias
- (3) Fecha en que se efectuaron los cálculos de corto circuito
- (4) Los medios de desconexión se deben marcar de acuerdo con la sección 110-16

NOTA: Los proveedores de equipos de baterías pueden suministrar información sobre la corriente de cortocircuito sobre cualquier modelo de baterías en particular.

480-8. Aislamiento de las baterías. Las baterías construidas con un recipiente eléctricamente conductor tendrán un soporte aislante si hay una tensión entre el recipiente y tierra.

480-9. Sistemas de soporte de baterías. Para las baterías químicas con electrolito corrosivo, la estructura que soporta la batería debe ser resistente a la acción de deterioro por el electrolito. Las estructuras metálicas deberán estar provistas de elementos de soporte no conductores para las celdas, o estarán construidas con un material aislante continuo. La pintura sola no se considerará material aislante.

Los terminales de todas las celdas o las unidades de múltiples celdas deben ser fácilmente accesibles para su lectura, inspección y limpieza, donde sea requerido en el diseño del equipo. Uno de los laterales de los contenedores transparentes para baterías debe ser fácilmente accesible para la inspección de los componentes internos.

480-10. Ubicación de las baterías. La ubicación de las baterías debe cumplir con lo establecido en 480-10(a), (b) y (c) siguientes.

a) Ventilación. Se deben tomar medidas apropiadas de acuerdo con la tecnología de las baterías, para que haya suficiente ventilación y difusión de los gases provenientes de las baterías, si los hubiera, para prevenir la acumulación de una mezcla explosiva.

NOTA: Algunas tecnologías de baterías no requieren ventilación.

b) Partes vivas. La protección de las partes vivas debe cumplir con 110-27.

c) Espacios alrededor de sistemas de baterías. Los espacios alrededor de los sistemas de baterías debe cumplir con 110-26. El espacio libre de trabajo se debe medir desde el borde del gabinete, bastidor o charola de la batería.

Para bastidores de baterías, debe haber un espacio libre mínimo de 2.5 cm entre un contenedor de celda y cualquier muro o estructura que esté del lado que no requiera acceso para mantenimiento. Debe permitirse que los soportes de baterías estén en contacto con muros o estructuras adyacentes, siempre que el estante de la batería tenga un espacio de aire libre para no menos del 90 por ciento de su longitud.

NOTA: Generalmente se necesita un espacio adicional para acomodar los equipos de elevación de baterías, retiro de bandejas o contención de derrames.

d) Terminales de las baterías superiores. Cuando las terminales de las baterías superiores estén instaladas en bastidores en fila o en estantes de clósets de baterías, se proporcionará espacio de trabajo de acuerdo con las instrucciones del fabricante de la batería entre el punto más alto de una celda y la fila, estantería o techo por encima de ese punto.

NOTA: Las instrucciones de instalación del fabricante de la batería generalmente definen de cuánto es el espacio de trabajo de arriba necesario para un modelo de batería en particular.

e) Salida. Las puertas de personal destinadas a la entrada y salida de los cuartos designadas como cuartos de baterías se abrirán en la dirección de salida y estarán equipadas con barras de pánico.

f) Tuberías en cuartos de baterías. No deben permitirse tuberías para gas en cuartos dedicados para baterías.

g) Iluminación. Debe proveerse iluminación en los espacios de trabajo que contengan sistemas de baterías. Las salidas para iluminación no deben estar controladas por medios automáticos únicamente. No deben requerirse salidas para iluminación adicionales donde el espacio de trabajo esté iluminado por una fuente de luz adyacente. La ubicación de las luminarias no debe:

(1) Exponer al personal a componentes de la batería energizados mientras se efectúan tareas de mantenimiento en las luminarias del espacio para baterías; o

(2) Crear un riesgo para la batería ante la falla de la luminaria.

480-11. Ventilaciones.

a) Celdas ventiladas. Cada celda ventilada debe estar equipada con un supresor de flama.

NOTA. Un supresor de flama previene la destrucción de la celda debido a la ignición de gases dentro de la celda por una chispa o llama externa.

b) Celdas selladas. Cuando la batería esté construida de manera que pueda ocurrir una acumulación excesiva de presión dentro de la celda durante el funcionamiento, se proporcionará una ventilación de liberación de presión.

ARTÍCULO 490

EQUIPOS DE MÁS DE 1000 VOLTS NOMINALES

Parte A. Generalidades

490-1. Alcance. Este Artículo trata de los requisitos generales para equipos que operan a más de 1000 volts nominales.

490-2. Definición.

Alta tensión. Para los propósitos de este Artículo, aquella mayor que 1000 volts nominales.

490-3. Otros artículos.

a) Equipo lleno de aceite. La instalación de equipos eléctricos diferentes de los transformadores tratados en el Artículo 450, que contienen más de 38 litros de aceite inflamable por unidad, debe cumplir los requisitos de las Partes B y C del Artículo 450.

b) Cajas en lugares húmedos o mojados. Los envoltentes en lugares húmedos o mojados deberán cumplir los requisitos de 312-2.

Parte B. Equipo-Disposiciones específicas.

490-21. Dispositivos para interrupción de circuitos.

a) Interruptores automáticos.

1) Ubicación.

a. Los interruptores automáticos instalados en interiores se deben montar ya sea en unidades con envoltente metálico o en unidades montadas en celdas resistentes al fuego, o se permitirá su montaje abierto en lugares accesibles solamente a personal calificado.

b. Los interruptores automáticos usados para controlar los transformadores en aceite en una bóveda se deben localizar ya sea en la parte exterior de la bóveda del transformador o ser capaces de operar desde la parte exterior de la bóveda.

c. Los interruptores automáticos en aceite se deben disponer o ubicar de manera que las estructuras o materiales combustibles adyacentes queden resguardados de una manera aprobada.

2) Características de operación. Los interruptores automáticos deben tener el siguiente equipo o características de operación:

- (1) Un medio mecánico accesible u otro medio identificado para disparo manual, independiente de la potencia de control.
- (2) Deben ser de desenganche libre (de disparo libre).
- (3) Si son capaces de abrir o cerrar manualmente mientras están energizados, los contactos principales deben operar independientemente de la velocidad de la operación manual.
- (4) Un indicador mecánico de posición en el interruptor automático para mostrar la posición abierta o cerrada de los contactos principales.
- (5) Un medio para indicar la posición abierta y cerrada del interruptor en el (los) punto(s) desde el(los) cual(es) se puede(n) operar.

3) Placa de datos. Un interruptor automático debe tener una placa de datos permanente y legible que incluya el nombre del fabricante o marca registrada, tipo o número de identificación del fabricante, valor nominal de corriente permanente, valor nominal de interrupción en megavoltamperes o amperes y el valor nominal máximo de tensión. La modificación de un interruptor automático, que afecte su valor nominal, debe ir acompañada por un cambio adecuado en la información de la placa de datos.

4) Valor nominal. Los interruptores automáticos deben tener los siguientes valores nominales:

- (1) El valor nominal de corriente permanente de un interruptor automático no debe ser menor a el valor corriente permanente máxima a través del interruptor automático.
- (2) El valor nominal de interrupción de un interruptor automático no debe ser menor a la corriente de falla máxima que se le exigirá interrumpir a dicho dispositivo, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.
- (3) El valor nominal de cierre de un interruptor automático no debe ser menor a la corriente de falla asimétrica máxima en la cual dicho interruptor puede ser cerrado.
- (4) El valor nominal momentáneo de un interruptor automático no debe ser menor a la corriente de falla asimétrica máxima en el punto de instalación.
- (5) La tensión nominal máxima de un interruptor automático no debe ser menor a la tensión máxima del circuito.

b) Fusibles y portafusibles de potencia.

1) Uso. Cuando se usan fusibles para proteger los conductores y el equipo, se debe instalar un fusible en cada conductor no puesto a tierra. Se permitirá usar dos fusibles de potencia en paralelo para proteger la misma carga, si ambos fusibles tienen idénticos valores nominales y están instalados en un montaje común identificado que posee conexiones eléctricas para dividir la corriente equitativamente. Los fusibles de potencia de tipo ventilado no se deben usar en interiores, en subterráneos ni en envoltentes metálicos a menos que estén identificados para este uso.

2) Valor nominal de interrupción. El valor nominal de interrupción de los fusibles de potencia no debe ser menor a la corriente máxima de falla que se requiere que el fusible interrumpa, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

3) Valor nominal de tensión. El valor nominal de tensión máxima no debe ser menor a la tensión máxima del circuito. Los fusibles que tienen una tensión de operación mínima recomendada no se deben utilizar por debajo de este valor.

4) Identificación de montaje de fusibles y de unidades de fusibles. Los montajes y las unidades de fusibles deben tener placas de datos legibles y permanentes que indiquen el tipo o designación dado por el fabricante, el valor nominal de corriente permanente, el valor nominal de interrupción de corriente y el valor nominal de tensión máxima.

5) Fusibles. Los fusibles que expulsan flama al abrir el circuito deben estar diseñados o dispuestos de manera que funcionen apropiadamente sin peligro para las personas y la propiedad.

6) Portafusibles. Los portafusibles deben estar diseñados o instalados de manera que estén desenergizados mientras se reemplaza un fusible. Debe instalarse un anuncio permanente y legible, aplicado en campo, de acuerdo con lo establecido en la sección 110-21(b), en lugar inmediato a los portafusibles, el que debe tener el siguiente texto:

PELIGRO-DESCONECTAR EL CIRCUITO ANTES DE REEMPLAZAR LOS FUSIBLES.

Excepción: Se permitirá el uso de fusibles y portafusibles diseñados para permitir su reemplazo, por personal calificado equipado para este fin, sin desenergizar el portafusible.

7) Fusibles de alta tensión. Los tableros y las subestaciones con envolvente metálico que utilizan fusibles de alta tensión deben estar equipados con un seccionador accionado en grupo. La separación de los fusibles del circuito se brindará ya sea conectando un interruptor entre la fuente y los fusibles o mediante una construcción de tipo interruptor deslizante y fusible. El interruptor debe ser de tipo interruptor bajo carga a menos que esté enclavado mecánica o eléctricamente con un dispositivo interruptor bajo carga dispuesto para reducir la carga a la capacidad de interrupción del interruptor.

Excepción: Se permitirá más de un interruptor como el medio de desconexión de un juego de fusibles, cuando dichos interruptores están instalados para brindar conexión con más de un juego de conductores de alimentación. Los interruptores deben estar enclavados mecánica o eléctricamente para permitir el acceso a los fusibles solamente cuando todos los interruptores están abiertos. En los fusibles se debe colocar un aviso ostensible que indique la presencia de más de una fuente.

c) Cortacircuitos de distribución y eslabones fusibles de tipo expulsión.

1) Instalación. Los cortacircuitos deben estar localizados de manera que se puedan operar y cambiar los fusibles fácilmente y con seguridad, y de modo que los gases de escape de los fusibles no pongan en peligro a las personas. Los cortacircuitos de distribución no se deben usar en interiores, en subterráneos o en envolventes metálicos.

2) Operación. Cuando los cortacircuitos con fusibles no son adecuados para interrumpir el circuito manualmente mientras conducen toda la carga, se debe instalar un medio aprobado para interrumpir la carga total. A menos que los cortacircuitos con fusible estén enclavados con el interruptor para impedir la apertura de los cortacircuitos bajo carga, se debe colocar un aviso ostensible en estos cortacircuitos que indique no se deben operar bajo carga.

3) Valor nominal de interrupción. El valor nominal de interrupción de los cortacircuitos de distribución no debe ser menor a la corriente máxima de falla que se requiere que interrumpa el cortacircuito, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

4) Valor nominal de tensión. El valor de tensión nominal máximo de los cortacircuitos no debe ser menor a la tensión máxima del circuito.

5) Identificación. Los cortacircuitos de distribución deben tener en el cuerpo, puerta o tubo portafusible, una placa de datos legible y permanente o una identificación que incluya el tipo o designación dado por el fabricante, el valor nominal de corriente permanente, el valor nominal de tensión máxima y el valor nominal de interrupción.

6) Eslabones fusibles. Los eslabones fusibles deben tener una identificación legible y permanente que indique el valor nominal de corriente permanente y el tipo de fusible.

7) Estructura montada en exteriores. La altura de los cortacircuitos montados en estructuras en exteriores debe proporcionar la distancia de seguridad entre las partes energizadas más bajas (en posición abierta o cerrada) y las superficies sobre las cuales pueda estar de pie una persona, de acuerdo con 110-34(e).

d) Cortacircuitos en aceite

1) Valor nominal de corriente permanente. El valor nominal de corriente permanente de los cortacircuitos en aceite no debe ser menor a la corriente permanente máxima a través del cortacircuito.

2) Valor nominal de interrupción. El valor nominal de interrupción de los cortacircuitos en aceite no debe ser menor a la corriente máxima de falla que se requiere que el cortacircuito en aceite interrumpa, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

3) Valor nominal de tensión. El valor nominal de tensión máxima de los cortacircuitos en aceite no debe ser menor a la tensión máxima del circuito.

4) Valor nominal de cierre de fallas. Los cortacircuitos en aceite deben tener un valor nominal de cierre de fallas no menor a la corriente de falla asimétrica máxima que puede ocurrir en el sitio del cortacircuito, a menos que la existencia de enclavamientos o procedimientos de operación adecuados impidan la posibilidad de cierre en una falla.

5) Identificación. Los cortacircuitos en aceite deben tener una placa de datos legible y permanente que incluya la corriente nominal permanente, la tensión nominal máxima y la corriente nominal de interrupción.

6) Eslabones fusibles. Los eslabones fusibles deben tener una identificación permanente y legible que indique la corriente nominal permanente.

7) Ubicación. Los cortacircuitos se deben ubicar de manera que sean accesibles de manera fácil y segura para la reposición de los fusibles. La parte superior del cortacircuito no debe estar a más de 1.50 metros sobre el suelo o plataforma.

8) Envolvente. Se deben colocar barreras o envoltentes adecuadas para evitar el contacto con partes energizadas o cables no blindados de cortacircuitos en aceite.

e) Interruptores bajo carga. Se permitirán interruptores bajo carga cuando se usen fusibles o interruptores automáticos junto con estos dispositivos para interrumpir las corrientes de falla. Cuando estos dispositivos se usen en combinación, deben estar coordinados eléctricamente, de manera que soportar con seguridad los efectos del cierre, conducción o interrupción de todas las corrientes posibles hasta el valor nominal máximo de cortocircuito asignada.

Cuando se instale más de un interruptor con terminales de carga interconectados para proporcionar la conexión alterna a diferentes conductores de alimentación, cada interruptor debe llevar un aviso ostensible que identifique este peligro.

1) Valor nominal de corriente permanente. El valor nominal de corriente permanente de los interruptores debe ser igual o exceder la corriente permanente máxima en el punto de instalación.

2) Valor nominal de tensión. El valor nominal de tensión máxima de los interruptores debe ser igual o exceder la tensión máxima del circuito.

3) Identificación. Los interruptores desconectores deben tener una placa de datos permanente y legible que incluya la siguiente información: tipo o designación dada por el fabricante, valor nominal de corriente permanente, valor nominal de interrupción de corriente, valor nominal de cierre de falla y el valor nominal de tensión máxima.

4) Interrupción de los conductores. El mecanismo de interrupción debe estar dispuesto para ser operado desde un lugar en donde el operador no esté expuesto a las partes energizadas, y se debe disponer de manera que abra simultáneamente todos los conductores de fase del circuito, con una operación. Los interruptores deben estar preparados para ser bloqueados en la posición abierta. Los interruptores con envoltente metálico deben ser operables desde el exterior del envoltente.

5) Energía almacenada para la apertura. Se permitirá que el operador de energía almacenada quede en la posición sin carga después de que el interruptor ha sido cerrado, si un solo movimiento de la manija de operación carga el operador y abre el interruptor.

6) Terminales de alimentación. Las terminales de alimentación de los interruptores desconectores con fusibles se deben instalar en la parte superior del envoltente del interruptor o, si las terminales están ubicadas en cualquier otra parte, el equipo debe tener instaladas barreras para impedir que las personas entren en contacto accidentalmente con partes energizadas o que las herramientas o fusibles caigan sobre las partes energizadas.

490-22. Medios de seccionamiento. Se deben suministrar los medios de separar completamente un elemento de equipo de todos los conductores de fase. No se exigirá el uso de seccionadores cuando hay otras formas de desenergizar el equipo para su inspección y reparación, tales como unidades extraíbles en tableros en envoltente metálico y unidades de carritos de paneles removibles.

Los interruptores de seccionamiento no enclavados con un dispositivo aprobado de interrupción del circuito deben tener un anuncio que advierta contra la apertura de éstos bajo carga.

Se permitirá como interruptor de seccionamiento un portafusibles y un fusible diseñados para este propósito.

490-23. Reguladores de tensión. La secuencia de desconexión apropiada para los reguladores se debe asegurar mediante el uso de uno de los siguientes:

- (1) Interruptor de derivación para regulador con secuencia mecánica.
- (2) Enclavamientos mecánicos.
- (3) Un procedimiento de desconexión presentado en forma notoria en el lugar de la desconexión.

490-24. Espacio de separación mínima. En instalaciones montadas en campo, la separación mínima de aire entre conductores desnudos vivos y entre estos conductores y las superficies adyacentes puestas a tierra, no debe ser menor a los valores presentados en la Tabla 490-24. Estos valores no se deben aplicar a porciones interiores o a terminales exteriores de equipo diseñado, fabricado y probado de acuerdo con normas aceptadas.

Tabla 490-24.- Espacio mínimo de seguridad de las partes vivas

Valor nominal de tensión (kV)	Nivel Básico de impulso, BIL (kV)		Distancia mínima de seguridad de las partes vivas			
			Fase a fase		Fase a tierra	
			Interiores	Exteriores	Interiores	Exteriores
	Interiores	Exteriores	Centímetros			
2.40-4.16	60	95	11.5	18	8	15.5
7.2	75	95	14	18	10.5	15.5
13.8	95	110	19.5	30.5	13	18
14.4	110	110	23	30.5	17	18
23	125	150	27	38.5	19	25.5
34.5	150	150	32	38.5	24.5	25.5
	200	200	46	46	33.5	33.5
46	—	200	—	46	—	33.5
	—	250	—	53.5	—	43.5
69	—	250	—	53.5	—	43.5
	—	350	—	79	—	63.5
115	—	550	—	135	—	107
138	—	550	—	135	—	107
	—	650	—	160.5	—	127
161	—	650	—	160.5	—	127
	—	750	—	183	—	147.5
230	—	750	—	183	—	147.5
	—	900	—	226.5	—	180.5
	—	1050	—	267	—	211

Los valores dados corresponden a las distancias mínimas de seguridad para partes rígidas y conductores desnudos en condiciones de servicio favorables. Estas distancias se deben aumentar para condiciones de movimiento de los conductores o bajo condiciones de servicio desfavorables, o cuando las limitaciones de espacio lo permitan. La selección de la tensión de impulso no disruptivo asociado para una tensión del sistema particular, se determina por las características del equipo de protección contra sobretensiones.

490-25. Retroalimentación. Las instalaciones donde exista la posibilidad de retroalimentación deben cumplir con lo establecido a continuación.

(a) Debe colocarse un anuncio permanente, de acuerdo con lo establecido en la sección 110-21(b) sobre el envoltorio del medio de desconexión o en las adyacencias inmediatas a medios de desconexión a la vista, con el siguiente texto o su equivalente:

PELIGRO-LOS CONTACTOS SITUADOS EN CUALQUIERA DE LOS LADOS DE ESTE DISPOSITIVO PUEDEN ESTAR ENERGIZADOS POR RETROALIMENTACIÓN

(b) Debe colocarse de forma permanente un diagrama unifilar, legible, de la configuración de la interrupción local, en el que claramente se identifique cada punto de conexión con la sección de alta tensión, al alcance de la vista de cada punto de conexión.

Parte C. Equipo – Tablero de potencia y ensambles de control industrial

490-30. Generalidades. Esta Parte comprende ensambles de equipos de tableros de potencia y de control industrial que incluyen, pero no limitados a interruptores, dispositivos de interrupción y su control, equipos de medición, equipos de protección y regulación, cuando son parte integral del ensamble con interconexiones asociadas y estructuras de soporte.

490-31. Disposición de los dispositivos en los ensambles. La disposición de los dispositivos en los ensambles debe ser tal, que los componentes individuales puedan llevar a cabo con seguridad su función prevista sin afectar desfavorablemente la operación segura de los otros componentes en el ensamble.

490-32. Resguardo de partes energizadas a alta tensión dentro de un envolvente. Cuando se requiere acceso para un propósito diferente al de inspección visual, a un compartimiento que contiene partes energizadas a alta tensión, se deben suministrar barreras para evitar el contacto accidental por parte de personas, herramientas u otros equipos con las partes energizadas. Las partes vivas expuestas sólo se deben permitir en compartimientos accesibles a personas calificadas. Los fusibles y portafusibles diseñados para permitir su reemplazo futuro sin desenergizar el portafusible, solamente se permitirán para uso por personas calificadas.

490-33. Resguardo de partes energizadas que operan a 1000 volts, nominales o menos dentro de un compartimiento. Las partes desnudas energizadas montadas en puertas se deben resguardar cuando la puerta se deba abrir para mantenimiento del equipo o para la remoción del equipo extraíble.

490-34. Espacio libre para conductores de cable que entran en envoltentes. El espacio no obstruido opuesto a las terminales u opuestos a las canalizaciones o cables que entran en un equipo de desconexión o ensamble de control deben ser adecuados para el tipo de conductor y el método de terminación.

490-35. Accesibilidad a las partes energizadas.

a) Equipo de alta tensión. Las puertas que brinden acceso a personal no calificado a partes energizadas a alta tensión deben estar cerradas con llave. Deben instalarse anuncios permanentes que cumplan con lo establecido en la sección 110-21(b) en paneles o puertas que brinden acceso a partes vivas de más de 1000 volts, los que deben tener el siguiente texto: PELIGRO-ALTA TENSIÓN-MANTÉNGASE ALEJADO.

b) Equipo de control. El equipo de control, los relevadores, los motores y similares que operan a 1000 volts o menos, no se deben instalar en compartimientos con partes expuestas energizadas a alta tensión, o alambrado a alta tensión, a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

(1) El medio de acceso esté enclavado con el interruptor de alta tensión o el medio de desconexión para evitar la apertura o remoción del medio de acceso.

(2) El interruptor de alta tensión o el medio de desconexión estén en una posición de seccionamiento.

c) Instrumentos de alta tensión o transformadores de control y calentadores de ambiente. Se permitirá instalar instrumentos de alta tensión o transformadores de control y calentadores de ambiente en el compartimiento de alta tensión sin restricciones de acceso fuera de las que se aplican generalmente a compartimientos de alta tensión.

490-36. Puesta a tierra. Los bastidores de los equipos de tablero de distribución y ensambles de control se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos o, cuando así se permita, al conductor puesto a tierra.

490-37. Puesta a tierra de dispositivos. Los chasis metálicos, los bastidores metálicos o ambos, así como instrumentos, relevadores, medidores y transformadores para instrumentos y de control, localizados en el equipo de desconexión o ensambles de control sobre ellos, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos o, cuando así se permita, al conductor puesto a tierra.

490-38. Bloqueo para puerta y placas de cubierta. Las puertas o cubiertas externas abisagradas deben tener bloqueos para mantenerlas abiertas. Las placas de cubierta proyectadas para ser retiradas para la inspección de las partes energizadas o el alambrado deben tener manijas elevadoras y no deben tener más de 1.10 m² de área, 27 kilogramos de peso, a menos que estén abisagradas y atornilladas o con cerradura.

490-39. Descarga de gas de los dispositivos de interrupción. El gas descargado durante la operación de los dispositivos de interrupción se debe dirigir de manera que no ponga en peligro al personal.

490-40. Ventanas de inspección visual. Las ventanas previstas para la inspección visual de interruptores desconectores u otros dispositivos deben ser de un material transparente adecuado.

490-41. Ubicación del equipo de control industrial. El equipo de control industrial operado de forma rutinaria debe cumplir con los requisitos de (a), a no ser que se opere con poca frecuencia, tal como se cubre en 490-41(b).

a) Pulsadores o manijas de los interruptores de transferencia para instrumentos y control. Las manijas o los botones pulsadores de los interruptores de transferencia para instrumentos y control deben estar en un lugar de fácil acceso, a una altura no mayor que 2.00 metros.

Excepción: Las manijas de operación que requieren una fuerza mayor que 23 kilogramos se deben ubicar a una altura máxima de 1.70 metros en posición abierta o cerrada.

b) Dispositivos operados con poca frecuencia. Se permitirá ubicar las manijas de operación para dichos dispositivos operados con poca frecuencia, como fusibles extraíbles, transformadores de control o de potencial con fusible, y sus desconectores primarios, y los interruptores de transferencia de barras conductoras y los interruptores de aislamiento, en donde se puedan operar en forma segura y se pueda realizar el servicio de mantenimiento desde una plataforma portátil.

490-42. Enclavamientos-Interruptores desconectores. Los interruptores desconectores equipados con mecanismos de almacenamiento de energía deben tener enclavamientos mecánicos para impedir el acceso al compartimiento del interruptor, a menos que el mecanismo de almacenamiento de energía esté en la posición sin carga o de bloqueo.

490-43. Energía almacenada para la apertura. Se permitirá que el operador de energía almacenada quede en posición sin carga después de que el interruptor ha sido cerrado, si con un solo movimiento de la manija de operación se carga el operador y se abre el interruptor.

490-44. Interruptores desconectores con fusible.

a) Terminales de alimentación. Las terminales de alimentación de los interruptores desconectores con fusible se deben instalar en la parte superior del envoltente del interruptor o, si las terminales están ubicados en otra parte, el equipo debe tener instaladas barreras para impedir que las personas entren en contacto accidentalmente con partes energizadas o que herramientas o fusibles caigan en las partes energizadas.

b) Retroalimentación. Cuando los fusibles puedan ser energizados por el lado carga (retroalimentación), se debe colocar un anuncio en la puerta de la envoltente que identifique este peligro.

c) Mecanismo de interrupción. El mecanismo de interrupción se debe disponer para ser operado desde un lugar externo al envoltente en donde el operador no esté expuesto a las partes energizadas, y se debe disponer de manera que con una operación abra simultáneamente todos los conductores de fase del circuito. Los interruptores se deben poder bloquear en la posición abierta. El medio para el bloqueo debe permanecer en su lugar con o sin el candado instalado.

490-45. Enclavamientos-Interruptores automáticos.

a) Interruptores automáticos. Los interruptores automáticos equipados con mecanismos de almacenamiento de energía deben estar diseñados para impedir la liberación de la energía almacenada, a menos que el mecanismo haya sido cargado completamente.

b) Enclavamientos mecánicos. Se deben proporcionar enclavamientos mecánicos en el chasis para evitar que el interruptor automático sea retirado completamente del chasis cuando el mecanismo de almacenamiento de energía está en la posición completamente cargada, a menos que se suministre un dispositivo adecuado para bloquear la función de cierre del interruptor automático antes de que sea retirado completamente.

490-46. Bloqueo del interruptor automático. Los interruptores automáticos deben poder bloquearse en la posición abierta o, si se instalan en mecanismos de extracción, el mecanismo debe poder bloquearse en la posición en que no se pueda mover a la posición conectada. En cualquiera de los casos, el medio para el bloqueo debe poder actuar de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

490-47. Equipo de acometida con envoltente metálico y tableros de potencia. Los equipos de tableros con envoltente metálico y tableros de potencia instalados en equipos de acometida de alta tensión deben incluir una barra conductora de puesta a tierra para la conexión de los blindajes del cable de acometida y para facilitar la conexión de puestas a tierra de seguridad para la protección del personal. Esta barra conductora se debe extender hacia el interior del compartimiento donde terminan los conductores de acometida. Donde el panel o la puerta del compartimiento brinden acceso a piezas que solamente pueden ser desenergizadas y visiblemente aisladas por la compañía de electricidad que presta el servicio, el anuncio de advertencia requerido en la sección 490-35(a) debe incluir una notificación en la que se indique que el acceso es limitado al personal de la compañía de electricidad o que está permitido sólo después de una autorización de la compañía de servicio.

490-48. Subestaciones.

a) Documentación. Las subestaciones deben ser diseñadas por un ingeniero profesional registrado y calificado. El diseño debe contemplar, aunque no de manera limitada, los siguientes aspectos y la documentación de este diseño debe estar disponible para la autoridad competente.

- (1) Espacios libres y salidas
- (2) Envoltentes eléctricos
- (3) Aseguramiento y soporte de equipos eléctricos

- (4) Protección contra incendios
- (5) Disposiciones para la seguridad de las conexiones a tierra
- (6) Protección de partes vivas
- (7) Transformadores y equipos de regulación de tensión
- (8) Aislamiento de conductores, protección eléctrica y mecánica, separación y terminaciones
- (9) Aplicación, disposición y desconexión de interruptor automático, otros interruptores y fusibles
- (10) Disposiciones para equipos llenos con aceites
- (11) Equipo de tablero de distribución
- (12) Apartarrayos

b) Diagrama. Se debe colocar de forma permanente, un diagrama unifilar en un lugar claramente visible, dentro de la misma sala o área cubierta con el equipo del tablero de distribución y este diagrama debe identificar claramente enclavamientos, medios de aislamiento y todas las posibles fuentes de tensión para la instalación en condiciones normales o de emergencia, y las marcas en el tablero deben hacer una contrarreferencia al diagrama.

Excepción: No deben requerirse diagramas donde el equipo conste exclusivamente de una subestación unitaria con envolvente metálico o de un solo cubículo que contenga solamente un juego de dispositivos de interrupción de alta tensión.

Parte D. Equipo móvil y portátil

490-51. Generalidades

a) Cobertura. Las disposiciones de esta parte se deben aplicar a instalaciones y uso de distribución de potencia de alta tensión y al equipo de utilización portátil o móvil, o ambos, tales como subestaciones y gabinetes con interruptores montados en patines, remolques o plataformas de ferrocarril; palas móviles, cables de arrastre, grúas, montacargas, taladros, dragas, compresores, bombas, bandas transportadoras, excavadoras subterráneas y equipos similares.

b) Otros requisitos. Los requisitos de esta parte deben ser adicionales o modificar los establecidos en los Artículos 100 a 725 de esta NOM. Se debe prestar atención especial al Artículo 250.

c) Protección. Se deben suministrar envoltentes o protección adecuada, o ambos, para proteger los equipos portátiles y móviles contra el daño físico.

d) Medios de desconexión. Se deben instalar medios de desconexión para equipo de alta tensión móvil y portátil, de acuerdo con los requisitos de la Parte H del Artículo 230 y deben desconectar todos los conductores de fase de fase.

490-52. Protección contra sobrecorriente. Los motores que accionan un solo o múltiples generadores de corriente continua que alimentan un sistema de operación sobre una base de carga cíclica no requieren protección contra sobrecarga, siempre y cuando el valor nominal térmico del motor de accionamiento de corriente alterna no se pueda exceder bajo ninguna condición de operación. Los dispositivos de protección del circuito derivado deben proporcionar la protección contra cortocircuito y rotor bloqueado, y se permitirá que sea externo al equipo.

490-53. Envoltentes. Todas las partes de interrupción y de control energizadas se deben encerrar en gabinetes o envoltentes metálicos puestos a tierra. Estos gabinetes o envoltentes deben estar marcados por algo como: **“PELIGRO - ALTA TENSIÓN-MANTÉNGASE ALEJADO”** y deben estar cerrados con cerradura, de manera que sólo personas autorizadas y calificadas puedan entrar. Los medios de operación de los interruptores automáticos y del equipo de protección se deben proyectar a través del gabinete o el envolvente metálico, de manera que estas unidades se puedan reposicionar sin necesidad de abrir las puertas cerradas con cerradura. Se debe proporcionar un acceso razonablemente seguro para la operación normal de estas unidades con las puertas cerradas.

490-54. Anillos colectores. Los ensambles de anillos colectores en máquinas de tipo rotatorio (palas, dragas, etc.) se deben resguardar para impedir el contacto accidental con partes energizadas por el personal que esté arriba o debajo de la máquina.

490-55. Conexiones de cables de potencia a máquinas móviles. Se debe proporcionar un envolvente metálico en la máquina móvil, para encerrar las terminales del cable de potencia. El envolvente debe incluir terminales de conexión en el bastidor de la máquina para el conductor de puesta a tierra de equipos. Los conductores de fase se deben fijar a aisladores o deben terminar en conectores aprobados de cable de alta tensión (que incluyen conectores del conductor de puesta a tierra de equipos) del valor adecuado de tensión y corriente nominales. El método usado de terminación del cable debe impedir cualquier esfuerzo o tracción en el cable, proveniente de los esfuerzos de las conexiones eléctricas. El envolvente se debe poder bloquear, de manera que sólo pueda abrirlo personal autorizado y calificado, y deberá estar marcado por algo como:

PELIGRO-ALTA TENSIÓN-MANTÉNGASE ALEJADO

490-56. Cable portátil de alta tensión para el suministro principal de energía. El cable flexible de alta tensión, que suministra energía a equipo portátil o móvil, debe cumplir con el Artículo 250 y con el Artículo 400, Parte C.

Parte E. Calderas de tipo electrodos.

490-70. Generalidades. Las disposiciones de esta Parte se deben aplicar a calderas que operan a más de 600 volts, en las cuales el calor es generado por el paso de corriente entre electrodos, a través del líquido que está siendo calentado.

490-71. Sistema de alimentación eléctrica. Las calderas de tipo electrodo se deben alimentar solamente desde un sistema de 3 fases, 4 hilos en estrella, sólidamente puesto a tierra, o de transformadores de aislamiento dispuestos para proporcionar dicho sistema. Las tensiones del circuito de control no deben exceder de 150 volts, deben ser suministradas por un sistema puesto a tierra y deben tener los controles en el conductor de fase.

490-72. Requisitos de los circuitos derivados

a) Valor nominal. Cada caldera debe ser alimentada por un circuito derivado individual con un valor nominal no menor al 100 por ciento de la carga total.

b) Dispositivo de interrupción de fallas. El circuito se debe proteger mediante un dispositivo trifásico de disparo automático, se permitirá que dicho dispositivo cierre automáticamente el circuito al dejar de existir la sobrecarga, pero no debe cerrar el circuito después de una falla.

c) Protección contra fallas en la fase. En cada fase se debe suministrar protección contra fallas en la fase, que consiste en un relevador separado de protección contra sobrecorriente en la fase conectado a un transformador de corriente separado en la fase.

d) Detección de corriente de tierra. Se debe suministrar un medio para la detección de la suma de las corrientes del conductor del neutro y del conductor de puesta a tierra de equipos, el cual debe disparar el dispositivo de interrupción del circuito, si la suma de esas corrientes excede el mayor valor entre 5 amperes o 7.50 por ciento de la corriente de plena carga de la caldera, durante 10 segundos, o excede un valor instantáneo del 25 por ciento de la corriente de plena carga de la caldera.

e) Conductor del neutro puesto a tierra. El conductor del neutro puesto a tierra:

- (1) Debe estar conectado al recipiente de presión que contiene los electrodos.
- (2) Debe estar aislado para 1000 volts mínimo.
- (3) Debe tener como mínimo la ampacidad del mayor conductor de fase del circuito derivado.
- (4) Debe estar instalado con los conductores de fase en la misma canalización, cable o charola portacables o, cuando está instalado como conductor abierto, debe estar en proximidad estrecha con los conductores de fase.
- (5) No se debe usar para ningún otro circuito.

490-73. Control del límite de presión y de temperatura. Cada caldera debe estar equipada con un medio para limitar la temperatura o la presión máximas, o ambas, interrumpiendo directa o indirectamente el flujo de corriente a través de los electrodos. Estos medios deben ser adicionales a los sistemas de regulación de presión o de temperatura, o ambos, y a las válvulas de seguridad o de alivio de presión.

490-74. Unión. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de la caldera y las estructuras o equipos metálicos asociados y expuestos, se deben unir al recipiente de presión o al conductor del neutro al cual dicho recipiente está conectado de acuerdo con 250-102, excepto que la ampacidad del puente de unión no debe ser menor a la ampacidad del conductor del neutro.

CAPÍTULO 5

AMBIENTES ESPECIALES

ARTÍCULO 500

ÁREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS), CLASES I, II y III, DIVISIONES 1 y 2.

500-1. Alcance - Artículos 500 a 504. Los Artículos 500 a 504 cubren los requisitos para equipo eléctrico, electrónico y alambrado, para todas las tensiones eléctricas, en áreas Clase 1, Divisiones 1 y 2; Clase II, Divisiones 1 y 2 y Clase III, Divisiones 1 y 2, en donde pueda existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles o fibras o partículas combustibles o de fácil ignición dispersas en el aire.

NOTA 1: Los peligros asociados con agentes explosivos, pirotécnicos y de demolición no se tratan en este Artículo.

NOTA 2: Véase el Artículo 505 para los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y para el alambrado a todas las tensiones en áreas peligrosas (clasificadas) de Zona 0, Zona 1 y Zona 2 en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debidos a gases, vapores o líquidos inflamables.

NOTA 3: Ver el Artículo 506 con respecto a los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y de alambrado, para todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debidos a polvos combustibles o fibras o partículas inflamables.

500-3. Otros Artículos. Excepto como se modifica en los artículos 500 hasta 504, todas las demás reglas aplicables contenidas en esta NOM deben aplicarse al equipo eléctrico y al alambrado instalado en áreas peligrosas (clasificadas).

500-4. Generalidades.

a) Documentación. Todas las áreas designadas como áreas peligrosas (clasificadas) deben estar debidamente documentadas. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

b) Referencias. En otras publicaciones se puede encontrar información importante, relacionada con los temas cubiertos por el Capítulo 5.

NOTA 1: Para la evaluación de la conformidad de esta NOM las unidades de verificación deben estar familiarizadas con la experiencia de la industria y de la clasificación de las distintas áreas, la ventilación adecuada y la protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas. Para la clasificación de áreas peligrosas debe realizarse un análisis de cada local, área o sección individualmente, atendiendo a la concentración de los gases, vapores y polvos y a sus características de explosividad. Este análisis debe realizarse bajo supervisión de ingeniería y de expertos en la materia, debidamente calificados. Es responsabilidad del usuario o propietario de las instalaciones que la clasificación de las áreas sea realizada con la mayor precisión.

NOTA 2: Para información adicional sobre la clasificación de áreas peligrosas; clasificación de materiales inflamables; requisitos de instalaciones que por su naturaleza son áreas peligrosas (clasificadas); protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas en áreas peligrosas (clasificadas); ventilación en áreas peligrosas (clasificadas); sistemas eléctricos para áreas peligrosas (clasificadas) en plataformas marinas petroleras y de gas; véase el apéndice B.

500-5. Clasificación de lugares.

a) Generalidades. Los lugares se deben clasificar dependiendo de las propiedades del gas inflamable, el vapor producido por líquido inflamable, los vapores producidos por líquidos combustibles, los polvos o fibras/partículas que puedan estar presentes, y con posibilidad de que estén en concentraciones o cantidades inflamables o combustibles. Cuando los únicos materiales utilizados o manipulados en estos lugares sean pirofóricos, estos lugares no deben ser clasificados. Para determinar su clasificación, cada cuarto o área se debe considerar individualmente.

NOTA: Aplicando el ingenio en el diseño de las instalaciones eléctricas para lugares peligrosos (clasificados), frecuentemente es posible ubicar la mayor parte de los equipos en un nivel más bajo de la clasificación o en un lugar no clasificado, y así reducir el número de equipos especiales necesarios.

Para cuartos y áreas que contienen sistemas de refrigeración con amoníaco, que están equipados con ventilación mecánica adecuada, que operen continuamente o arranquen con un sistema de detección de concentración que no exceda de 150 ppm, se pueden clasificar como lugares “no clasificados”.

b) Lugares Clase I. Los lugares Clase I son aquellos en los que hay o puede haber en el aire gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles, en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares Clase I deben incluir los especificados en (1) y (2) siguientes.

1) Clase I, División 1. Un lugar Clase I, División 1, es un lugar:

- (1) En el cual, en condiciones normales de funcionamiento, pueden existir concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles.
- (2) En el cual, debido a operaciones de reparación, mantenimiento o a fugas, frecuentemente pueden existir concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o líquidos combustibles por encima de sus puntos de ignición.

- (3) En el cual la avería o funcionamiento defectuoso de equipos o procesos pueden liberar concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles y simultáneamente pueden causar una falla en el equipo eléctrico, de manera que provoque que el equipo eléctrico se convierta en la fuente de ignición.

NOTA 1: Esta clasificación incluye usualmente los siguientes lugares:

- (1) Lugares en los que se trasiegan, de un recipiente a otro, líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables.
- (2) El interior de cabinas de aplicación de pintura por rociado y las áreas en los alrededores de los lugares donde se realizan operaciones de pintura y rociado donde se usan solventes volátiles inflamables.
- (3) Lugares que contienen tanques o recipientes abiertos con líquidos volátiles inflamables.
- (4) Las cámaras o compartimentos de secado para la evaporación de solventes inflamables.
- (5) Lugares en los que se encuentran equipos de extracción de grasas y aceites, que utilizan solventes volátiles inflamables.
- (6) Secciones de plantas de limpieza y teñido en las que se utilizan líquidos inflamables.
- (7) Cuartos de generadores de gases y otras áreas de plantas de fabricación de gases en las que se puedan producir fugas de gases inflamables.
- (8) Cuartos de bombas para gases inflamables o para líquidos volátiles inflamables, que estén inadecuadamente ventilados.
- (9) El interior de refrigeradores y congeladores en los que se guardan materiales volátiles inflamables en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper.
- (10) Todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones inflamables de vapores o gases inflamables durante su funcionamiento normal.

NOTA 2: En algunos lugares de la División 1 se pueden presentar concentraciones de gases o vapores inflamables, continuamente o durante periodos prolongados de tiempo. Algunos ejemplos incluyen los siguientes:

- (1) El interior de envoltentes mal ventiladas que contienen instrumentos que normalmente descargan gases o vapores inflamables hacia el interior de la envoltente.
- (2) El interior de tanques ventilados que contienen líquidos volátiles inflamables.
- (3) El área entre las partes externa e interna de secciones del techo de tanques con techo flotante que contienen fluidos volátiles inflamables.
- (4) Las áreas mal ventiladas dentro de los lugares donde se realizan operaciones de recubrimiento o rociado con fluidos volátiles inflamables.
- (5) El interior de un ducto de descarga que se utiliza para dar salida a las concentraciones combustibles de gases o vapores.

La experiencia ha demostrado que es prudente evitar totalmente la instalación de instrumentación u otros equipos eléctricos en todas estas áreas en particular. Sin embargo, cuando no se pueda evitar porque son esenciales para los procesos y no sea factible hacer la instalación en otros lugares (ver 500-5(a), NOTA), se deben utilizar equipos o instrumentos eléctricos aprobados para esa aplicación específica o que sean sistemas intrínsecamente seguros, como se describe en el Artículo 504.

2) Clase I, División 2. Un lugar Clase I, División 2, es un lugar:

- (1) En el cual se manipulan, procesan o utilizan gases volátiles inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles, pero en el que los líquidos, vapores o gases estarán confinados normalmente en contenedores cerrados o sistemas cerrados, de los que pueden escapar sólo por rotura accidental o avería de dichos contenedores o sistemas, o si los equipos funcionan mal;
- (2) En el cual las concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles se evitan normalmente mediante la ventilación mecánica positiva y el cual podría convertirse en peligroso por la falla u operación anormal del equipo de ventilación

- (3) Que está adyacente a un lugar de la Clase I División 1, y al cual ocasionalmente se pueden comunicar concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles, por encima de sus puntos de ignición, a menos que dicha comunicación se evite mediante un sistema de ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio y que se proporcionen medidas de seguridad eficaces contra las posibles fallas de la ventilación.

NOTA 1: Esta clasificación incluye usualmente los lugares en los que se utilizan líquidos volátiles inflamables o gases o vapores inflamables pero que, sólo resultarían peligrosos en caso de un accidente o de alguna condición de funcionamiento excepcional. Los factores que merecen consideración para establecer la clasificación y la extensión de cada lugar son la cantidad de materiales inflamables que podrían escapar en caso de accidente, la suficiencia del equipo de ventilación, el área total involucrada y el historial de incendios o explosiones de esa industria o negocio.

NOTA 2: Las tuberías sin válvulas, retenes, medidores y dispositivos similares generalmente no dan lugar a condiciones peligrosas, aunque se utilicen para líquidos o gases inflamables. Dependiendo de factores tales como la cantidad y tamaño de los recipientes y de la ventilación, los lugares usados para el almacenamiento de líquidos inflamables o gases licuados o comprimidos en recipientes sellados, se pueden considerar lugares peligrosos (clasificados) o lugares no clasificados.

c) Lugares Clase II. Un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles. Los lugares Clase II deben incluir los especificados en (1) y (2) siguientes.

1) Clase II, División 1. Un lugar de Clase II, División 1 es un lugar:

- (1) En el cual, en condiciones normales de operación hay polvo combustible en el aire, en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables; o
- (2) En el que una falla mecánica o el funcionamiento anormal de la maquinaria o equipos pueden causar que se produzcan mezclas explosivas o inflamables y en el que, además, puede haber una fuente de ignición debido a la falla simultánea de los equipos eléctricos, la operación de los dispositivos de protección o por otras causas, o
- (3) En el que puede haber polvos combustibles del grupo E, en cantidades suficientes para ser peligrosos.

NOTA: Son particularmente peligrosos los polvos que contienen magnesio o aluminio, por lo que se deben tomar las máximas precauciones para evitar su ignición y explosión.

2) Clase II, División 2. Un lugar de Clase II, División 2 es un lugar:

- (1) En el que puede haber polvo combustible en el aire en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables, debido a operaciones anormales.
- (2) En donde hay acumulación de polvo combustible, pero es insuficiente para interferir con la operación normal del equipo eléctrico u otros aparatos, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como resultado de un mal funcionamiento de los equipos de manipulación o de proceso.
- (3) En el que la acumulación de polvo combustible sobre, dentro o en la cercanía de los equipos eléctricos puede ser suficiente para interferir con la disipación segura del calor de dichos equipos, o puede ser inflamable por la operación anormal o falla de los equipos eléctricos.

NOTA 1: Los factores que merecen tenerse en cuenta para establecer la clasificación de un lugar y que pueden dar como resultado un área no clasificada son, la cantidad de polvo combustible que pueda estar presente y la suficiencia de los sistemas de eliminación del polvo.

NOTA 2: Cuando algunos productos, como las semillas, son manipulados de modo que producen poca cantidad de polvo, la cantidad de polvo depositado puede no justificar la clasificación del lugar.

d) Lugares Clase III. Los lugares de Clase III son aquellos que resultan peligrosos por la presencia de fibras fácilmente inflamables o cuando se manipulan, fabrican o utilizan materiales que producen partículas combustibles, pero en el que no es probable que tales fibras/partículas estén en suspensión en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables. Los lugares Clase III deben incluir los especificados en (1) a (2) siguientes:

1) Clase III, División 1. Un lugar de Clase III, División 1 es un lugar en el que se manipulan, fabrican o usan fibras/partículas fácilmente inflamables.

NOTA 1: Esta clasificación incluye normalmente algunas secciones de fábricas de rayón, algodón y otras fábricas de textiles; plantas de fabricación y procesamiento de fibras/partículas combustibles; desmotadoras y molinos de semillas de algodón; plantas de procesamiento de lino; fábricas de vestidos; plantas de procesamiento de madera y establecimientos e industrias que involucran procesos o circunstancias peligrosas similares.

NOTA 2: Las fibras/partículas fácilmente inflamables son, entre otras, las de rayón, algodón (incluidas las pelusas y la borra), sisal o henequén, pita, ixtle, yute, cáñamo, estopa, fibra de cacao, estopa, guata de ceiba, musgo español, viruta de madera y otros materiales de naturaleza similar.

2) Clase III, División 2. Un lugar de Clase III, División 2 es un lugar en el que se almacenan o manipulan fibras/partículas fácilmente inflamables, en procesos diferentes de los de manufactura.

500-6. Grupos de materiales. Para propósitos de prueba, aprobación y clasificación de áreas, las diferentes mezclas con aire (no enriquecidas con oxígeno) se deben agrupar de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

Excepción: Los equipos identificados para un gas específico, vapor, polvo o fibras volando.

NOTA: Este agrupamiento se basa en las características de los materiales

a) Clasificación de grupos en la Clase I. Los grupos de Clase I deben estar de acuerdo con (1) a (4) siguientes:

NOTA 1: Las notas NOTA 2 y 3 se aplican al inciso (a).

NOTA 2: Las características explosivas de las mezclas de aire con gases o vapores varían según el material específico involucrado. Para los lugares de la Clase I, grupos A, B, C y D, la clasificación implica la determinación de la presión máxima de la explosión y de la separación máxima de seguridad entre las partes de una unión con abrazadera en una envolvente. Por lo tanto, es necesario que el equipo esté identificado no solamente para la clase sino también para el grupo específico del gas o vapor que estará presente.

NOTA 3: Algunas atmósferas químicas pueden tener características que exijan protección adicional a la exigida para cualquiera de los grupos de la Clase I. El bisulfuro de carbono es una de estas sustancias químicas, dada su baja temperatura de autoignición (90 °C) y la pequeña distancia en la junta permitida para detener la llama.

1) Grupo A. Acetileno.

2) Grupo B. Gas inflamable, vapor producido por un líquido inflamable, o vapor producido por un líquido combustible mezclado con aire que puede arder o explotar, que posee, o un valor máximo de abertura de seguridad experimental (MESG) menor o igual a 0.45 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) menor o igual a 0.40.

NOTA: Un material típico de la Clase I, Grupo B, es el hidrógeno.

Excepción 1: Se permitirá usar equipos del Grupo D en atmósferas con butadieno si todos los tubos conduit que entran al equipo a prueba de explosión están equipados con sellos a prueba de explosión instalados a una distancia no mayor de 45 centímetros de la envolvente.

Excepción 2: Se permitirá usar equipos del Grupo C en atmósferas que contengan éter alil glicidílico, éter de n-butilo glicidílico, óxido de etileno, óxido de propileno y acroleína, si todos los tubos conduit que entran al equipo a prueba de explosión están equipados con sellos a prueba de explosión instalados a una distancia no mayor de 45 centímetros de la envolvente.

3) Grupo C. Gas inflamable, vapor producido por un líquido inflamable, o vapor producido por un líquido combustible mezclado con aire que puede arder o explotar, que posee, o un valor máximo de abertura de seguridad experimental (MESG) mayor a 0.45 milímetros y menor o igual a 0.75 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC), mayor de 0.40 y menor o igual a 0.80.

NOTA: Un material típico del grupo C, Clase I, es el etileno.

4) Grupo D. Gas inflamable, vapor producido por un líquido inflamable, o vapor producido por un líquido combustible mezclado con aire que puede arder o explotar, que posee, o un valor máximo de abertura de seguridad experimental (MESG) mayor a 0.75 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) mayor a 0.80.

NOTA: Un material típico de la Clase I, grupo D, es el propano.

b) Clasificación de grupos en la Clase II. Los grupos de Clase II deben estar de acuerdo con los incisos (1) a (3) siguientes:-

1) Grupo E. Atmósferas que contengan polvos metálicos combustibles, incluyendo el aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales u otros polvos combustibles de partículas cuyo tamaño, abrasividad y conductividad presenten riesgos similares al usar equipos eléctricos.

NOTA: Algunos polvos metálicos pueden tener características que exijan medidas de seguridad superiores a las exigidas para atmósferas que contengan polvos de aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales. Por ejemplo, los polvos de circonio, torio y uranio tienen temperaturas de ignición extremadamente bajas (tan bajas como 20 °C) y energías mínimas de ignición más bajas que las de cualquier otro material de los grupos de Clase I o Clase II.

2) Grupo F. Atmósferas que contengan polvos carbonáceos combustibles que tengan más del 8 por ciento total de partículas volátiles atrapadas, o que han sido sensibilizados por otros materiales, de manera que presentan peligro de explosión. Los polvos de carbón, negro de carbón, carbón vegetal y coque son ejemplos de polvos carbonáceos.

3) Grupo G. Atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F, incluidos: harina, cereales, madera, plástico y productos químicos.

NOTA 2: Las características de explosión de las mezclas de aire y polvo varían con los materiales involucrados. En los lugares Clase II, grupos E, F y G, la clasificación incluye la hermeticidad de las uniones del ensamble y de las aberturas entre pisos para evitar la entrada de polvo en las envolventes a prueba de ignición de polvo, el acumulamiento de capas de polvo sobre los equipos que puede causar sobrecalentamiento, y la temperatura de ignición de los polvos. Por tanto, es necesario que los equipos estén identificados no sólo para lugares de una clase determinada, sino también para el grupo específico de polvos que puedan estar presentes en dichos lugares.

NOTA 3: Algunos tipos de polvos pueden requerir mayores precauciones debido a los fenómenos químicos que pueden dar lugar a la generación de gases inflamables.

500-7. Técnicas de protección. En los siguientes incisos (a) hasta (l) se indican las técnicas de protección aceptables para equipo eléctrico y electrónico en áreas peligrosas (clasificadas).

a) Equipos a prueba de explosión. Esta técnica de protección se permite para equipos instalados en áreas Clase I, División 1 y 2.

b) Equipo a prueba de ignición de polvo. Esta técnica de protección se permite en áreas Clase II, División 1 y 2.

c) Hermético al polvo. Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en áreas Clase II, División 2 o Clase III, División 1 y 2.

d) Purgado y presurizado. Esta técnica de protección se permite para equipo en cualquier área peligrosa (clasificada) para la cual esté identificado.

e) Intrínsecamente seguros Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 1 ó 2; Clase II, División 1 ó 2; o Clase III, División 1 ó 2. Las disposiciones de los artículos 501 al 503 y del 510 al 516 no deben ser consideradas aplicables a estas instalaciones, excepto lo exigido en el artículo 504. La instalación de equipo y alambrados intrínsecamente seguros deben cumplir con los requerimientos del artículo 504.

f) Circuito no incendiario. Esta técnica de protección se permite en áreas Clase I, División 2, Clase II, División 2 y Clase III, División 1 ó 2.

g) Equipo no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 ó 2.

h) Componente no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 ó 2.

i) Inmersión en aceite. Esta técnica de protección se permite para contactos de interrupción de corriente en áreas Clase I, División 2 como se describe en 501-115(b)(1)(2).

j) Sellado herméticamente. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 ó 2.

k) Sistema de detección de gas combustible. Se permitirá un sistema de detección de gas como medio de protección en establecimientos industriales con acceso restringido al público y donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personas calificadas atenderán la instalación. Donde se instale dicho sistema, se permitirá el equipo especificado en los incisos (1), (2) o (3) siguientes:

Cuando se usan los detectores de gas combustible como técnica de protección, deben estar documentados el tipo de equipo de detección, su aprobación, lugares de instalación, los criterios de alarma y de parada, así como la frecuencia con que se deben calibrar.

1) Ventilación inadecuada. En los lugares de Clase I, División 1 que se clasifican así debido a la ventilación no adecuada, se permitirán los equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, División 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, División 1, para el grupo adecuado de material y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

2) Interior de un edificio. En un edificio ubicado en un lugar Clase I, División 2 o con una abertura hacia este lugar, cuando el interior no contiene una fuente de gas o vapor inflamable, se permitirá usar equipos eléctricos para lugares no clasificados. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, División 1 o Clase I, División 2, para el grupo adecuado de material y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

3) Interior de un panel de control. En el interior de un panel de control que contenga instrumentación que utilice o mida líquidos, gases o vapores inflamables, se permitirá usar equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, División 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, División 1, para el grupo adecuado de material y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

l) Otras técnicas de protección. Otras técnicas de protección utilizadas en equipo identificado para su uso en lugares peligrosos (clasificados).

500-8. Equipo. Los artículos 500 al 504 requieren que los equipos y la construcción de la instalación garanticen un funcionamiento seguro bajo condiciones de uso y mantenimiento adecuados.

NOTA 1: Es importante que los usuarios ejerzan un cuidado mayor que el ordinario con respecto a este tipo de instalaciones y su mantenimiento.

NOTA 2: Dado que no hay una relación consistente entre las propiedades explosivas y la temperatura de ignición, ambos son requisitos independientes.

NOTA 3: Las condiciones de bajas temperaturas ambientales requieren una consideración especial. El equipo a prueba de explosión o a prueba de ignición de polvo puede no ser apropiado para usarse en temperaturas menores de -25 °C, a menos que esté aprobado para servicio en bajas temperaturas. Sin embargo, a bajas temperaturas ambientales, pueden no existir concentraciones inflamables de vapores en áreas clasificadas como Clase I, División 1, a temperatura ambiente normal.

a) Aprobado. El equipo identificado se debe determinar como aprobado mediante uno de los siguientes:

- (1) Etiquetado del equipo.
- (2) Evidencia de la evaluación del equipo por parte de un laboratorio de prueba calificado y certificado; o de una agencia de inspección involucrada en la evaluación de producto.
- (3) Evidencia aceptable, como la autoevaluación del fabricante o el criterio de ingeniería del propietario.

NOTA: La documentación adicional para el equipo puede incluir documentos que demuestren la conformidad con las normas aplicables al equipo, que indiquen las condiciones especiales de uso y otra información pertinente.

b) Aprobación de la Clase y de las propiedades.

1) Los equipos deben estar identificados no sólo para la clase del lugar correspondiente, sino también para las propiedades explosivas, combustibles o de ignición del vapor, gas, polvo, fibra/partícula específica que estará presente. Además, los equipos de Clase I no deben tener ninguna superficie expuesta que opere por encima de la temperatura de autoignición del gas o vapor específico. Los equipos de Clase II no deben tener una temperatura externa mayor que la especificada en (d)(2) de esta sección. Los equipos de Clase III no deben exceder las temperaturas superficiales máximas especificadas en 503-5.

NOTA: Las luminarias y otros aparatos que producen calor, interruptores, los interruptores automáticos y clavijas y contactos, son fuentes potenciales de ignición y deben ser analizadas para determinar si son apropiados para lugares clasificados. Estos tipos de equipos, así como las terminaciones de los cables para su entrada en las envolventes a prueba de explosión, están disponibles como aprobados para lugares Clase I, División 2. Sin embargo, los alambrados fijos pueden utilizar métodos de alambrado que no están evaluados con respecto a los lugares clasificados, por lo tanto, los productos de alambrado, tales como cables, canalizaciones, cajas y accesorios no están marcados como adecuados para lugares Clase I, División 2. Ver también (c)(6)(a) de esta sección.

2) Se permitirá que equipos identificados para lugares de la División 1 se instalen en lugares de la División 2 de la misma clase, grupo y de la misma clase de temperatura y deben cumplir con lo indicado en los incisos (a) o (b) siguientes, según se aplique.

(a) Se permitirá la instalación en lugares de la División 2, de aparatos intrínsecamente seguros que tengan un plano de control que exija la instalación de aparatos asociados para lugares de la División 1, si los mismos aparatos asociados son usados para la instalación en lugares de División 2

(b) El equipo que se exige que sea a prueba de explosión debe tener sellos de acuerdo con 501-15(a) o (d) cuando se emplean los métodos de alambrado de 501-10(b).

3) Cuando los Artículos 501 a 503 lo permiten específicamente, se permitirá instalar equipos de propósito general o que estén instalados en envoltentes de propósito general en lugares de la División 2, si esos equipos no constituyen una fuente de ignición en condiciones normales de operación.

4) Los equipos que dependen de un solo sello de compresión, diafragma o tubo, para prevenir que los fluidos inflamables o combustibles entren al equipo, deben estar identificados para lugares Clase I, División 2, aun si están instalados en un lugar no clasificado. Los equipos instalados en lugares Clase I, División 1 deben estar identificados para lugares Clase I, División 1.

NOTA: El equipo utilizado para la medición de flujo, es un ejemplo de un equipo con un solo sello de compresión, diafragma o tubo.

5) Si no se especifica otra cosa, se debe asumir que las condiciones normales de operación de los motores son las de funcionamiento estable, y a plena carga.

6) Cuando haya o pueda haber presentes, al mismo tiempo, gases inflamables, vapores producidos por líquido inflamable, vapores producidos por líquido combustible o polvos combustibles, se debe considerar la presencia simultánea de ambos elementos cuando se determine la temperatura de operación segura del equipo eléctrico.

NOTA: Las características de las distintas mezclas atmosféricas de gases, vapores y polvos dependen del material específico involucrado.

c) Marcado. El equipo aprobado debe marcarse para indicar el ambiente para el cual fue evaluado. A menos que se permita o se especifique algo diferente en el inciso (6), el marcado debe incluir la información que se especifica en los incisos (1) a (5) siguientes:

1) Clase. El marcado debe especificar la clase o clases para las cuales el equipo es adecuado.

2) División. Si el equipo es adecuado únicamente para la División 2, el marcado debe especificar la división. Se permitirá omitir la marca de la división en el equipo adecuado para la División 1.

NOTA: El equipo que no tiene marca que indique una división o que esté marcado como "División 1" o "Div. 1", es adecuado tanto para lugares de División 1 como de División 2; ver 500-8(b)(2). El equipo marcado como "División 2" o "Div. 2" es adecuado para lugares de División 2 únicamente.

3) Grupos de clasificación de materiales. El marcado debe especificar la clasificación de los grupos aplicables de materiales, o gas específico, vapor, polvo, o fibras/voladoras, de acuerdo con 500-6.

Excepción: No se exigirá que se indique el grupo en las luminarias fijas marcadas para su uso únicamente en lugares Clase I, División 2 o Clase II, División 2.

Nota: Un gas específico, vapor, polvo o fibra/voladora es típicamente identificado por su nombre genérico, fórmula química, número CAS o una combinación de éstos.

Tabla 500-8(c).- Clasificación de la temperatura superficial máxima

Temperatura máxima °C	Número de identificación
450	T1
300	T2
280	T2A
260	T2B
230	T2C
215	T2D
200	T3
180	T3A
165	T3B
160	T3C
135	T4
120	T4A
100	T5
85	T6

4) Temperatura del equipo. El marcado debe especificar la clase de temperatura o la temperatura de operación para una temperatura ambiente de 40° C, o para una temperatura ambiente mayor si el equipo tiene el valor nominal y está marcado para una temperatura ambiente mayor que 40 °C. Para los equipos instalados en un lugar de Clase II, División 1, la clase de temperatura o la temperatura de funcionamiento debe basarse en el funcionamiento del equipo cuando está cubierto con la máxima cantidad de polvo que pueda acumularse sobre dicho equipo. La clase de temperatura, si se especifica, se debe indicar usando la clase de temperatura (Códigos T) que se presentan en la Tabla 500-8(c). Los equipos para Clase I y Clase II deben estar marcados con la temperatura máxima de funcionamiento seguro, tal como se determina por la exposición simultánea a la combinación de condiciones de la Clase I y la Clase II.

Excepción: No se exigirá que tengan marcada la temperatura de funcionamiento ni la clase de temperatura los equipos del tipo que no generen calor, como las cajas de empalme, los tubos conduit y los accesorios, y los del tipo que producen calor con una temperatura máxima no mayor que 100 °C.

NOTA: Pueden aparecer marcadas más de una clase de temperatura o temperatura de funcionamiento para gases y vapores, polvos, así como diversas temperaturas ambientales.

5) Intervalo de temperatura ambiente. Para el equipo eléctrico diseñado para usarse a temperatura ambiente dentro del rango de -25 °C a + 40 °C no requiere que tenga marcada la temperatura ambiente. Para equipos con un rango de temperatura diferente de - 25 °C a + 40 °C. El marcado debe especificar el rango especial de temperaturas ambiente en grados Celsius. El marcado debe incluir uno de los símbolos "Ta" o "Tamb".

NOTA: Como ejemplo, el marcado podría ser $-30\text{ °C} \leq Ta \leq +40\text{ °C}$.

6) Permisos especiales.

(a) Equipo de propósito general. No se exigirá que los equipos fijos de propósito general en lugares Clase I, distintos de las luminarias fijas, que sean aceptables para su uso en lugares Clase I, División 2, tengan marcada la clase, división grupo, clase de temperatura o rango de temperatura ambiente.

(b) Equipo hermético al polvo. No se exigirá que los equipos fijos herméticos al polvo, distintos de las luminarias fijas, que sean aceptables para su uso en lugares Clase II, División 2 y Clase III tengan marcada la clase, división, grupo, clase de temperatura o rango de temperatura ambiente.

(c) Aparatos asociados. Los aparatos asociados intrínsecamente seguros y los aparatos asociados con alambrado en campo no incendiario, que no están protegidos por un tipo alternativo de protección, no se deben marcar con la clase, división, grupo o clase de temperatura. Los aparatos asociados intrínsecamente seguros y los aparatos asociados con alambrado en campo no incendiario se deben marcar con la clase, división y grupo del aparato al cual se van a conectar.

(d) Aparatos sencillos. No se exigirá que un "aparato sencillo", tal como se define en el Artículo 504, esté marcado con la clase, división, grupo, clase de temperatura o rango de temperatura ambiente.

d) Temperatura.

1) Temperatura Clase I. La temperatura marcada, según lo especificado en el inciso **c)** anterior, no debe exceder la temperatura de autoignición del gas o vapor específico que se pueda encontrar en el área.

2) Temperatura Clase II. La temperatura marcada, según lo especificado en el inciso **c)** anterior, debe ser menor que la temperatura de ignición del polvo específico que pueda encontrarse. Para los polvos orgánicos que se puedan deshidratar o carbonizar, la temperatura de marcado no debe exceder de la temperatura de ignición o 165 °C.

e) Roscado. El roscado de las entradas de los equipos puede ser NPT o métrica. Los tubos conduit y los accesorios se deben apretar con llave de modo que se eviten las chispas cuando fluya una corriente de falla a través del sistema de tubos conduit y, donde sea aplicable, garantizar la integridad a prueba de explosiones del sistema de tubos conduit. Los equipos provistos con entradas roscadas para las conexiones del alambrado en campo se deben instalar de acuerdo con los incisos (1) o (2) y con (3) siguientes.

1) Equipo provisto con entradas roscadas para tubo conduit o accesorios roscados NPT. Para equipos dotados con entradas roscadas NPT se debe utilizar tubo conduit, accesorios para tubo conduit o accesorios para cables, aprobados. Tales entradas se deben identificar como NPT o con el equipo se deben suministrar los adaptadores para permitir la conexión al tubo conduit o a los accesorios con rosca métrica.

Las entradas NPT roscadas en equipos a prueba de explosión se deben hacer con por lo menos 5 hilos totalmente introducidos.

Excepción: Para el equipo aprobado a prueba de explosión, las entradas NPT roscadas en fábrica se deben hacer con por lo menos 4 ½ hilos totalmente introducidos.

2) Equipo provisto con entradas roscadas para tubo conduit o accesorios roscados métricos. En los equipos con entradas roscadas métricas, se debe utilizar tubo conduit, accesorios para tubo conduit o accesorios para cables, aprobados. Se deben usar adaptadores para hacer la conexión de tubos conduit o accesorios con rosca NPT. Las entradas roscadas métricas en equipos a prueba de explosión se deben hacer con por lo menos 5 hilos totalmente introducidos para los Grupos C y D, y con por lo menos 8 hilos totalmente introducidos para los Grupos A y B.

3) Entradas que no se usen. Todas las entradas que no se utilicen deben ser cerradas con tapones aprobados. La colocación del tapón debe cumplir con el inciso (1) o (2) anteriores que aplique.

f) Cables de fibra óptica. Un cable de fibra óptica, con o sin conductores de corriente (cable de fibra óptica compuesto) se instalará y sellará para hacer frente al riesgo de incendio asociado al riesgo de explosión, de acuerdo con los requisitos de los Artículos 500, 501, 502 o 503, según corresponda.

500-9. Locales específicos. Los Artículos 510 al 517 tratan sobre los requisitos para los siguientes locales: garajes, hangares de aviación; gasolineras; plantas de almacenamiento masivo; procesos de aplicación de pintura por rociado, por inmersión y recubrimiento y centros para el cuidado de la salud.

ARTÍCULO 501

ÁREAS CLASE I

Parte A. Generalidades

501-1. Alcance. El Artículo 501 trata de los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico, así como del alambrado para todas las tensiones en lugares Clase I, División 1 y 2 en los que puede existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables o a líquidos inflamables.

NOTA: Con respecto a los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico y para el alambrado para todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) Zona 0, Zona 1 o Zona 2, donde puede existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables o a líquidos inflamables, consulte el Artículo 505.

501-5. Equipo para la zona. Se permitirá que los equipos marcados de acuerdo con 505-9(c)(2) para uso en lugares Zona 0, 1 ó 2, se instalen en lugares Clase I, División 2 para el mismo gas y con una clase de temperatura adecuada. Se permitirá que los equipos marcados de acuerdo con 505-9(c)(2) para uso en lugares Zona 0, se instalen en lugares Clase I, División 1 o División 2 para el mismo gas y con una clase de temperatura adecuada.

Parte B. Alambrado

501-10. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en los incisos (a) o (b) que se enuncian a continuación:

a) Clase I, División 1

1) Generalidades. En las áreas Clase I, División 1, se permitirán los métodos de alambrado que se especifican en (a) hasta (e) siguientes:

- a. Tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado.

Excepción: Se permitirá usar tubo conduit tipo PVC, tubo conduit tipo RTRC y tubo conduit tipo HDPE, cuando esté recubierto por concreto con un espesor mínimo de 50 milímetros y que tenga una cubierta de cuando menos 60 centímetros medidos desde la parte superior del tubo conduit hasta el nivel del piso. Se permitirá omitir la envolvente de concreto cuando esté sujeto a las disposiciones de 514-8, Excepción 2 y de 515-8(a). Se debe usar tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado para los últimos 60 centímetros del tramo subterráneo hasta que salga de la tierra o hasta el punto de conexión con la canalización que vaya sobre el piso. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos para dar continuidad eléctrica al sistema de canalizaciones y para la puesta a tierra de las partes metálicas no portadoras de corriente.

- b. Cable del tipo MI con accesorios terminales aprobados para esos lugares. Los cables del tipo MI se deben instalar y soportar de manera que se eviten esfuerzos mecánicos en los accesorios terminales.
- c. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, cables de los tipos MC y MC-HL aprobados para su uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con una armadura continua metálica corrugada hermética al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado, conductores de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-122, y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación. Los cables tipo MC y MC-HL deben ser instalados de acuerdo con las previsiones del Artículo 330, Parte B.

- d. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, cables del tipo ITC-HL aprobados para su uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con un forro continuo metálico corrugado hermético al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación e instalados de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 727.
- e. Se permitirá la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en canalizaciones, de acuerdo con lo establecido en la sección 501-10(a). Estos cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 501-15.

2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, como en terminales de motor, se permitirá lo siguiente:

- (1) Accesorios flexibles adecuados para el lugar, o
- (2) Cordón flexible de acuerdo con las disposiciones de 501-140 terminado con conectores para cordón adecuados para el lugar, o
- (3) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atiendan la instalación, para aplicaciones limitadas a 600 volts nominales o menos y donde estén protegidos contra daños por la ubicación o con un medio de protección adecuado, cables de tipo TC-ER-HL con una chaqueta entera y uno o más conductores de puesta a tierra de equipos separados, de acuerdo con lo establecido en la sección 250-122, que termine con accesorios que adecuados para la ubicación.

3) Cajas y accesorios. Todas las cajas y los accesorios deben estar aprobados para lugares Clase I, División 1.

b) Clase I, División 2.

1) Generalidades. En los lugares Clase I, División 2, se permitirán todos los métodos de alambrado establecidos en 501-10(a) y los siguientes:

- (1) Tubo conduit metálico pesado tipo RMC y tubo conduit metálico semipesado tipo IMC con accesorios sin rosca.
- (2) Electroductos (*busway*) encerrados y con empaques, ductos de alambrado encerrados y con empaques.
- (3) Cables del tipo PLTC y tipo PLTC-ER que cumplan lo establecido en el Artículo 725, incluyendo la Instalación en sistemas de charolas portacables. El cable deberá estar terminado con accesorios aprobados.
- (4) Cables tipo ITC y tipo ITC-ER según lo permitido en 727-4 y terminados con accesorios aprobados.
- (5) Cables de los tipos MC, MT, TC o TC-ER incluyendo la instalación en sistemas de charolas portacables. El cable deberá estar terminado con accesorios aprobados.
- (6) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación y donde el tubo conduit metálico no brinda suficiente resistencia a la corrosión, se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), codos elaborados en fábrica y los accesorios asociados, todos marcados con el sufijo -XW, y el tubo conduit de PVC Cédula 80, los codos elaborados en fábrica y los accesorios asociados.
- (7) Debe permitirse la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en bandejas portacables o cualquier otra canalización, de acuerdo con lo establecido en la sección 501-10(b). Los cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 501-15.
- (8) Canalizaciones prealambradas.

Cuando se exijan sellos por las condiciones de las áreas adyacentes, tales como las que se definen en 501-15(a)(4), el método de alambrado de la División 1 se debe extender dentro del área de la División 2 hasta el sello, que se debe ubicar en el lado de la División 2 del límite entre la División 1 y la División 2.

2) Conexiones flexibles. Cuando se deban hacer previsiones para una flexibilidad limitada, se permitirá usar uno o más de los siguientes:

- (1) Accesorios metálicos flexibles aprobados.
- (2) Tubo conduit metálico flexible con accesorios aprobados.

- (3) Cable con armadura metálica Tipo MC.
- (4) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.
- (5) Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.
- (6) Cordón flexible aprobado para uso extra rudo y equipado con accesorios aprobados. En el cordón flexible debe estar incluido un conductor para usarlo como conductor de puesta a tierra de equipos.
- (7) Para uso en ascensores, un cable para ascensores identificado para tal fin, del Tipo EO, ETP o ETT, especificado en la columna "uso" de la tabla 400-4 para "lugares (clasificados como) peligrosos" y terminados con accesorios adecuados

NOTA: Para los requisitos de puesta a tierra cuando se use tubo conduit flexible, ver 501-30(b).

3) Alambrado no incendiario instalado en campo. Se permitirá el alambrado no incendiario instalado en campo, utilizando cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de alambrado no incendiario instalados en campo se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control, se permitirán en un circuito de alambrado no incendiario instalado en campo, siempre que tal aparato no interconecte el circuito de alambrado no incendiario instalado en campo, con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en el Artículo 100.

Los circuitos separados de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

- (1) En cables separados.
- (2) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de una armadura metálica puesta a tierra.
- (3) En cables multiconductores, o en canalizaciones donde los conductores de cada circuito tienen un aislamiento con un espesor mínimo de 0.25 milímetros.

4) Cajas y Accesorios. No se exigirá que las cajas y los accesorios sean a prueba de explosión, excepto lo exigido en 501-105(b)(2), 501-115(b)(1) y 501-150(b)(1).

501-15. Sellado y drenado. Los sellos en tubo conduit y en sistemas de cables deben cumplir con los requisitos dados a continuación desde (a) hasta (f). Se debe aplicar compuesto sellador a los accesorios terminales de los cables tipo MI para prevenir que entre humedad o algún otro fluido en el aislamiento del cable.

NOTA 1: Los sellos se utilizan en los sistemas de tubo conduit y cables para reducir al mínimo el paso de gases y vapores y prevenir el paso de llamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través del tubo conduit. El paso de vapores a través del cable tipo MI se evita en forma inherente por su construcción. A menos que estén específicamente diseñados y probados para tal propósito, los sellos de tubo conduit y cables, no están diseñados para impedir el paso de líquidos, gases o vapores a una presión diferencial continua a través del sello. Aun con pequeñas diferencias de presión a través del sello, puede existir un paso lento de gas o vapor a través del sello y a través de los conductores que atraviesan el sello. Las temperaturas extremas y los líquidos y vapores, altamente corrosivos pueden afectar la eficacia de los sellos para cumplir la función prevista.

NOTA 2: Las fugas de gas o vapor y la propagación de llamas pueden ocurrir a través de los intersticios entre los hilos de los conductores cableados de tamaños mayores que 33.6 mm² (2 AWG). Conductores de construcciones especiales, por ejemplo, de cableado compacto o el sellado individual de los hilos, son medios para reducir las fugas y evitar la propagación de las llamas.

a) Sellos en tubo conduit, áreas Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, se deben localizar los sellos de acuerdo a (1) hasta (4) como sigue:

1) Entrada en las envolventes. Cada entrada de tubo conduit en una envolvente a prueba de explosión debe tener un sello para tubo conduit en donde se aplique cualquiera de las condiciones siguientes:

- (1) La envolvente contenga aparatos tales como desconectadores, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o resistencias que puedan producir arcos eléctricos, chispas o temperaturas que excedan del 80 por ciento de la temperatura de autoignición, en grados Celsius, de los gases o vapores involucrados en condiciones normales de funcionamiento;

Excepción: No deben requerirse sellos para conduit que entran en un envolvente en cualquiera de las siguientes condiciones:

- a. El interruptor, interruptor automático, fusible, relé o la resistencia están encerrados dentro una cámara herméticamente sellada contra el ingreso de gases o vapores.
 - b. El interruptor, interruptor automático, fusible, relé o la resistencia están sumergidos en aceite, de acuerdo con lo establecido en la sección 501-115(b)(1)(2).
 - c. El interruptor, interruptor automático, fusible, relé o la resistencia están encerrados dentro de una cámara a prueba de explosiones sellada en fábrica, situada dentro del envolvente, identificado para esa ubicación y marcada con el texto: "sellado en fábrica", "Sello no requerido" o un equivalente.
 - d. El interruptor, interruptor automático, fusible, relé o la resistencia son parte de un circuito no incendiario.
- (2) La entrada tenga un designador métrico 53 (tamaño comercial 2) o mayor y la envolvente contenga terminales, empalmes o derivaciones.

No debe considerarse que las envolventes selladas en fábrica sirvan como sello para otra envolvente adyacente a prueba de explosión que debe tener un sello de tubo conduit.

Los sellos de tubo conduit deben instalarse a una distancia máxima de 45 centímetros de la envolvente. Entre el accesorio de sellado y la envolvente a prueba de explosión sólo se permiten accesorios a prueba de explosión como: uniones, coples, reductores, codos, codos con casquillo y cajas de paso en L, en T y en cruz que no sean más grandes que el tamaño comercial del tubo conduit.

2) Envolventes presurizadas. En cada entrada de tubo conduit en una envolvente presurizada, en donde el tubo conduit no está presurizado como parte del sistema de protección. Los sellos de tubo conduit deben instalarse a una distancia no mayor que 45 centímetros de la envolvente presurizada.

NOTA 1: La instalación del sello lo más cerca posible de la envolvente reduce problemas con el purgado del espacio de aire muerto en el tubo conduit presurizado.

3) Dos o más envolventes a prueba de explosión. Cuando en dos o más envolventes a prueba de explosión se requieren sellos en tubo conduit de acuerdo con lo indicado en (a)(1) y están unidas por niples o por tramos de tubo conduit de una longitud no mayor que 90 centímetros, es suficiente colocar un solo sello en cada niple o tramo de tubo conduit, si tal sello no dista más de 45 centímetros de cualquiera de los envolventes.

4) En el límite de la Clase 1, División 1. En cada tramo de tubo conduit que sale de un área peligrosa Clase I, División 1. Se permitirá colocar el sello en cualquier lado del límite de dicha área, a no más de 3.00 metros del límite, y debe estar diseñado e instalado de tal forma que minimice la cantidad gas o vapor que pueda entrar al tubo conduit en la parte de la División 1, y pueda estar comunicado más allá del sello. En el tramo comprendido entre el sello del tubo conduit y el punto en el que el tubo conduit sale del área peligrosa División 1, no debe haber uniones, coples, cajas o accesorios en el tubo conduit, excepto las reducciones a prueba de explosión en el sello del tubo conduit.

Excepción 1: El tubo conduit metálico que pase a través de un área Clase I, División 1, sin uniones, acoplamientos, cajas o accesorios, y que no tenga accesorios a menos de 30 centímetros de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos de terminación del tubo conduit continuo estén en áreas no clasificadas.

Excepción 2: Para tubos conduit subterráneos instalados según 300-5, donde el límite está por debajo del piso, se permitirá instalar el accesorio de sellado después de que el tubo conduit salga del piso, pero no debe haber uniones, coples, cajas ni accesorios, diferentes de los reductores aprobados a prueba de explosión en el accesorio de sellado, en el tubo conduit entre el accesorio de sellado y el punto donde el tubo conduit sale del piso.

b) Sellos en tubo conduit, áreas Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los sellos en tubo conduit se deben localizar de acuerdo con (1) y (2) siguientes:

1) Entrada en las envolventes. En las conexiones con envolventes que deben ser a prueba de explosión, debe colocarse un sello de tubo conduit, de acuerdo con las secciones (a)(1)(1) y (a)(3) anteriores. Todos los tramos de tubo conduit o tubos cortos (niples) comprendidos entre el sello y la envolvente deben cumplir con el artículo 501-10(a).

2) Límite de la Clase 1, División 2. En cada tramo de tubo conduit que pase de un área peligrosa Clase I, División 2, a una no peligrosa, el sello puede colocarse en cualquiera de los lados del límite entre las dos áreas a una distancia no mayor que 3.00 metros de dicho límite, y debe diseñarse e instalarse de tal forma que minimice la cantidad de gas o vapor que pueda entrar al tubo conduit dentro del área División 2, y pueda estar comunicado más allá del sello. Se debe usar tubo conduit metálico pesado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado entre el sello y el punto en que el tubo conduit sale del área División 2, y debe

usarse una conexión roscada en el sello. El tramo del conduit situado entre el sello del conduit y el punto en el que el conduit sale del lugar de División 2 no debe contener uniones, acoples, cajas ni otros accesorios, excepto un reductor a prueba de explosiones listado, instalado en el sello del conduit. No se exigirá que estos sellos sean a prueba de explosión, pero deben estar identificados para el propósito de minimizar el paso de gases en condiciones de funcionamiento normal y deben ser accesibles.

Excepción 1: Un tubo conduit metálico continuo que pase a través de un área Clase I, División 2, sin: uniones, acoplamientos, cajas o accesorios; y no tiene accesorios a menos de 30 centímetros de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos de terminación del tubo conduit estén en áreas no clasificadas.

Excepción 2: Sistemas de tubo conduit que terminen en un área no-clasificada, en donde se hace la transición de ese método de alambrado a soporte tipo charola para cables, electroductos (*busway*), canalizaciones prealambradas, ducto ventilado, cable tipo MI o cable no instalado en ninguna charola o canalización, no requiere sello cuando pasa de un área Clase I, División 2, a una no-clasificada. Las áreas no clasificadas deben ser áreas exteriores, o se permite en interiores si el sistema de tubo conduit se encuentra en un solo cuarto. El tubo conduit no debe terminar en una envolvente que contenga una fuente de ignición bajo condiciones normales de operación.

Excepción 3: Un tubo conduit que pase a través de una envolvente o cuarto que no es clasificado como resultado de la aplicación de presurización dentro de un área Clase I, División 2, no requiere un sello en el límite del área.

Excepción 4: Los segmentos de tubo conduit expuestos, no requieren ser sellados cuando pasen a través de un área Clase I, División 2 a una no-clasificada si se reúnen todas las siguientes condiciones:

- (1) Ninguna parte del segmento del sistema de tubo conduit que pase a través del área Clase I, División 1 contiene uniones, cajas o accesorios dentro de 30 centímetros del área Clase I, División 1; y
- (2) El segmento del sistema de tubo conduit está localizado por completo en áreas exteriores; y
- (3) El segmento del sistema de tubo conduit no está directamente conectado a bombas, procesos o servicio con conexiones para medidas o análisis de presión o de flujo, etc., que dependan de un solo sello de compresión, diafragma o tubo para evitar la entrada de fluidos inflamables o combustibles al sistema de tubo conduit;
- (4) El segmento del sistema del tubo conduit contiene únicamente tubo conduit metálico roscado, uniones, reducciones, cajas de paso y accesorios en las áreas no-clasificadas.
- (5) El segmento del sistema de tubo conduit está sellado en la entrada de cada terminal de las envolventes o alojamiento de los accesorios, empalmes o derivaciones en áreas Clase I, División 2.

c) Clase I, Divisiones 1 y 2. Los sellos instalados en áreas Clase I, Divisiones 1 y 2, deben cumplir con lo siguiente:

1) Accesorios. Las envolventes que contengan conexiones o equipos deben estar provistas de medios integrales para sellar, o se deben utilizar accesorios para sellar adecuados para áreas donde se van a instalar. Los accesorios para sellar deben estar aprobados para usarse con uno o más compuestos selladores y deben ser accesibles.

2) Compuesto sellador. El compuesto sellador debe estar aprobado para ese uso y debe proporcionar un sellado hermético contra el paso de gases o vapores a través de los accesorios para sellar. El compuesto no debe alterarse por la atmósfera o por los líquidos que lo rodean y su punto de fusión no debe ser menor que 93 °C.

3) Espesor del compuesto. Excepto para los accesorios aprobados para sellar cables, el espesor del compuesto sellador en un sello terminado no debe ser menor al designador métrico (tamaño comercial) del accesorio de sellado expresado en las unidades de medición utilizadas y en ningún caso menor de 16 milímetros.

4) Empalmes y derivaciones. No se permiten empalmes o derivaciones en los accesorios destinados sólo a sellar con compuesto sellador, ni se debe poner compuesto sellador en ningún accesorio en el cual se hagan empalmes o derivaciones.

5) Ensamblajes. En un ensamble donde algún equipo pueda producir arcos, chispas, o altas temperaturas, que esté localizado en un compartimento separado de otro donde haya empalmes y derivaciones, y exista un sello integral por donde los conductores pasan de un compartimento a otro, el ensamble completo debe estar identificado para el área. Cuando se exija por la sección (a)(1)(2) anterior, se deben instalar sellos en las entradas de tubo conduit a compartimentos que tengan empalmes o derivaciones.

6) Factor de ocupación de cables o fibras ópticas. El área de la sección transversal de los conductores o tubos de fibra óptica (metálicos o no metálicos) permitidos en un sello, no debe exceder del 25 por ciento del área de la sección transversal interior del tubo conduit del mismo tamaño, a menos que el sello esté específicamente identificado para un porcentaje de ocupación mayor.

d) Sellado de cables en áreas Clase I, División 1. En áreas Clase I, División 1, los sellos para cables deben ser ubicados como se indica de (1) a (3) siguientes.

1) En las terminaciones. El cable debe ser sellado en todas sus terminaciones. El sello debe cumplir con (c) anterior en todas las terminaciones. Los cables multiconductores tipos MC y MC-HL con cubierta continua metálica corrugada hermética a los gases y vapores y cubierta exterior de material polimérico adecuado, deben ser sellados con un accesorio aprobado después de ser removida la cubierta y cualquier otro recubrimiento, a fin de que el compuesto sellador rodee cada conductor individualmente aislado, de tal manera que minimice el paso de gases y vapores.

Los sellos de los cables que entran a envoltentes se deben instalar a menos de 45 cm del envoltente según lo indique el marcado del envoltente. Solamente se permitirán las uniones a prueba de explosión, coples, reductores, codos, codos con casquillo que no sean más largos que el tamaño comercial de la entrada del envoltente, entre los accesorios del sellado y la envoltente.

Excepción: No se requiere remover el material de blindaje de los cables blindados, ni separar los cables con pares trenzados, siempre y cuando la terminación esté hecha por medios aprobados para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de la llama dentro del núcleo del cable.

2) Cables capaces de transmitir gases o vapores. En lugares de Clase I, División 1, los cables en tubo conduit con cubierta hermética a gas y vapor, capaz de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, se deben sellar después de retirar la cubierta y cualquier otro recubrimiento, de manera que el compuesto sellador cubra a cada conductor con aislamiento individual o tubo de fibra óptica y a la cubierta externa.

Excepción: Los cables multiconductores con cubierta continua hermética a gas y vapor capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable pueden permitirse y considerarse como un solo conductor sellando el cable en la tubería a 45 centímetros o menos de la caja y de la terminación del cable con la caja, por un medio aprobado para minimizar la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de la llama dentro del núcleo del cable o por otros métodos aprobados. Para cables blindados y cables con pares trenzados, no se requiere remover el material de blindaje ni separar los pares trenzados del cable.

3) Cables no capaces de transmitir gases o vapores. Cada cable multiconductor en tubo conduit debe ser considerado como un solo conductor si el cable es incapaz de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable. Estos cables deben sellarse de acuerdo con lo indicado en el inciso (a) anterior.

e) Sellos para cables en áreas Clase I, División 2. En áreas Clase I, División 2, los sellos de cables se deben ubicar de acuerdo con (1) hasta (4) siguientes:

Excepción: Debe permitirse que los cables con una cubierta continua hermética a gases y vapores pasen sin sellos a través de un lugar de División 2.

1) Terminaciones. Los cables que entran en envoltentes que deben ser a prueba de explosión deben sellarse en el punto de entrada. El sello debe cumplir con (b)(1) anterior o debe ser a prueba de explosiones. Los cables multiconductores o de multifibras ópticas, con una cubierta continua hermética a gas y vapor, capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, que estén instalados en un lugar de División 2, deben sellarse con un accesorio aprobado para área División 2, después de quitar la cubierta y cualquier otro recubrimiento, de manera que el compuesto sellador rodee cada conductor con aislamiento individual y que reduzca al mínimo el paso de gases y vapores. Los cables multiconductores o de multifibras ópticas, instalados en tubo conduit deben sellarse como se indica en (d) anterior.

Excepción 1: No se exige sello en el límite para los cables que pasen desde una envoltente o cuarto no clasificados como resultado de una presurización tipo Z, e ingresen un lugar de Clase I, División 2.

Excepción 2: En cables blindados y cables de pares trenzados no se exige remover el material de blindaje ni separar los pares trenzados, siempre que la terminación esté hecha por medios aprobados para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de la llama dentro del núcleo del cable.

2) Cables que no transmiten gases ni vapores. Los cables con cubierta continua hermética a gas y vapor y que no transmitan gases o vapores a través del núcleo, en exceso de la cantidad permitida para los dispositivos de sellado, no requieren sellarse. La longitud mínima de dichos cables no debe ser inferior a la longitud que limite el flujo de gases o vapores a través del núcleo del cable, sin incluir los intersticios de los hilos del conductor, al ritmo permitido para los accesorios de sellado, 200 cm³/h de aire a una presión de 1500 pascales (0.02 kg/cm²)

3) Cables capaces de transmitir gases o vapores. Los cables con una cubierta continua hermética a gas y vapor, capaz de transmitir gas o vapores a través del núcleo del cable, no se requiere que sean sellados excepto como se indica en (e)(1) anterior, a menos que el cable esté unido a dispositivos o equipo de proceso que puedan causar una presión superior a 1500 pascales (0.02 kg/cm^2) ejercida en el extremo del cable, en cuyo caso se debe instalar un sello, barrera, u otro medio para impedir la migración de inflamables hacia un área no clasificada.

4) Cables sin cubierta hermética a gases y vapores. Los cables que no tienen una cubierta continua hermética a gases y vapores se deben sellar en los límites del área División 2 y el área no clasificada, de tal manera que minimice el paso de gases y vapores al área no clasificada.

f) Drenado

1) Equipo de control. Donde exista la posibilidad de que líquidos u otros vapores condensados puedan ser atrapados dentro de envoltentes para el equipo de control, o en cualquier punto del sistema de canalización, deben proporcionarse medios apropiados para evitar la acumulación o para permitir un drenaje periódico de tales líquidos o vapores condensados.

2) Motores y generadores. Donde se juzgue que existe la posibilidad de que se produzcan acumulaciones de líquidos u otros vapores condensados dentro de motores o generadores, deben disponerse las juntas y tubo conduit de manera que se reduzca al mínimo la entrada de líquido en ellos. Si se requieren medios para evitar la acumulación líquidos o condensados para permitir el drenaje periódico, éstos deben venir incorporados de fábrica y se consideran como parte integral de la máquina.

501-17. Sellado de procesos. Esta sección es aplicable a los equipos conectados al proceso, que incluyen, pero no están limitados a, bombas encapsuladas, bombas sumergibles, a instrumentos de análisis y medición de flujo, de presión o de temperatura. Un sello de proceso es un dispositivo que previene la migración de fluidos del proceso del confinamiento designado al interior del sistema eléctrico externo. El equipo eléctrico conectado al proceso que tenga un solo sello de proceso, tal como un sello de compresión, diafragma o tubo para prevenir la entrada de fluidos inflamables o combustibles a la canalización o al sistema de cables capaces de transmitir fluidos, debe ser provisto de medios adicionales para mitigar una falla simple del sello del proceso, los medios adicionales pueden incluir, pero no están limitados a lo siguiente:

- (1) Una barrera que pueda soportar las condiciones de presión y temperatura del proceso a los que estaría sujeta en caso de falla simple del sello del proceso. Debe haber una abertura o drenaje entre el sello del proceso y la barrera. Debe haber una indicación de la falla del sello del proceso, que puede ser una señal visible de la fuga, una alarma sonora o cualquier otra forma de monitoreo.
- (2) La instalación de un ensamble de cables aprobados Tipo MI, dimensionado a no menos del 125 por ciento de la presión del proceso y no menor del 125 por ciento de la temperatura máxima del proceso (en grados Celsius), entre el cable o la canalización y el sello del proceso.
- (3) Una abertura o drenaje localizado entre el sello del proceso y el sello de la canalización o cable. La abertura o drenaje debe estar suficientemente dimensionado para prevenir una sobrepresión mayor de 1500 pascales (0.02 kg/cm^2) en el sello de la canalización o del cable. Debe haber una indicación de la falla del sello del proceso que puede ser una señal visible de la fuga o una alarma sonora o cualquier otra forma de monitoreo.
- (4) Un sello secundario complementario marcado como "sello secundario" y certificado para las condiciones de presión y temperatura a las cuales estará sometido ante la falla del sello de proceso único.

No se requerirán otros medios adicionales de sellado para el equipo eléctrico conectado al proceso que no depende de un solo sello de proceso o esté aprobado y marcado "sello sencillo" o "sello dual".

501-20. Aislamiento de los conductores en lugares Clase I Divisiones 1 y 2. Cuando puedan acumularse líquidos o vapores condensados sobre, o entrar en contacto con, el aislamiento de los conductores, dicho aislamiento debe ser de un tipo identificado para su uso en estas condiciones, o el aislamiento debe estar protegido por una cubierta de plomo o por otro medio aprobado.

501-25. Partes expuestas sin aislar en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes expuestas no aisladas, tales como conductores eléctricos, barras conductoras, terminales o componentes que operen a más de 30 volts (15 volts en lugares mojados). Estas partes se deben proteger además con una técnica de protección de acuerdo con 500-7(e), (f) o (g) que sea adecuada para el lugar.

501-30. Puesta a tierra y unión en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2. Independientemente de la tensión del sistema eléctrico, el alambrado y el equipo en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2 deben ser puestos a tierra según se especifica en el Artículo 250 y de acuerdo con los requisitos de 501-30(a) y (b).

a) Unión. No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de unión, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares Clase I y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

Excepción: Los medios específicos de unión sólo se exigirán en el punto más cercano donde el conductor puesto a tierra del circuito y el electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, tal como se especifica en 250-32(b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicada en el lado carga del medio de desconexión.

b) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Los tubos conduit metálicos flexibles o tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos, deberán incluir puentes de unión de equipos del tipo de cable que cumpla con 250-102.

Excepción: En lugares Clase I, División 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Se usa tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos aprobado de 1.80 metros o menos de longitud, con accesorios aprobados para puesta a tierra.
- (2) La protección contra sobrecorriente del circuito está limitada a 10 amperes o menos.
- (3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

501-35. Protección contra tensiones transitorias

a) Clase I División 1. Los apartarrayos, los dispositivos de protección contra tensiones transitorias y los capacitores se deben instalar en envolventes identificadas para lugares Clase I, División 1. Los capacitores de protección contra tensiones transitorias deben ser de un tipo diseñado para ese servicio específico.

b) Clase I División 2. Los apartarrayos y los dispositivos de protección contra tensiones transitorias no deben producir arcos, tales como los varistores de óxido metálico (MOV) del tipo sellado; los capacitores de protección contra tensiones transitorias deben ser de un tipo diseñado para ese servicio específico. Se permitirá que las envolventes sean del tipo de propósito general. Las protecciones contra tensiones transitorias de tipo distinto a los descritos en este párrafo se deben instalar en envolventes identificadas para lugares Clase I, División 1.

Parte C. Equipo

501-100. Transformadores y capacitores.

a) Clase I, División 1. En los lugares Clase I División 1, los transformadores y capacitores deben cumplir con (1) y (2) siguientes.

1) Los que contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y capacitores que contengan un líquido que pueda arder, se deben instalar únicamente en bóvedas que cumplan lo establecido en 450-41 hasta 450-48 y con los numerales siguientes:

- (1) No debe haber una puerta ni otra abertura de comunicación entre la bóveda y el lugar de División 1.
- (2) Debe proporcionarse una amplia ventilación para la eliminación continua de los gases o vapores inflamables.
- (3) Las aberturas o ductos de ventilación deben desembocar en un lugar seguro fuera de los edificios.
- (4) Los ductos y aberturas de ventilación deben tener un área suficiente para aliviar las presiones causadas por explosiones dentro de la bóveda y todas las partes de los ductos de ventilación dentro de los edificios deben ser de concreto reforzado.

2) Los que no contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y capacitores que no contengan un líquido que pueda arder, deben instalarse en bóvedas que cumplan con 501-100(a)(1) o estar identificados para lugares Clase I.

b) Clase I, División 2. En los lugares Clase I, División 2, los transformadores deben cumplir con lo establecido en 450-21 hasta 450-27 y los capacitores deben cumplir con lo establecido en 460-2 hasta 460-28.

501-105. Medidores, instrumentos y relevadores.

a) Clase I, División 1. En los lugares Clase I, División 1 los medidores, instrumentos y relevadores, incluidos los medidores de kilowattthora, los transformadores para instrumentos, las resistencias, los rectificadores y los tubos electrónicos, deben estar equipados con envolventes identificadas para lugares Clase I, División 1. Las envolventes para los lugares Clase I División 1 incluyen las que son a prueba de explosión y las envolventes purgadas y presurizadas.

b) Clase I, División 2. En los lugares Clase I, División 2, los medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con (1) hasta (6) siguientes:

1) Ensamblajes de propósito general. Donde se hace un ensamble de componentes para envoltorios de uso general como se dispone en (b)(1), (b)(2) y (b)(3), será aceptable un envoltorio único de uso general para el ensamble. Cuando dicho conjunto incluye cualquiera de los equipos descritos en (b)(1), (b)(2) y (b)(3), La temperatura máxima obtenible de la superficie de cualquier componente del conjunto que exceda 100°C debe ser clara y permanentemente indicada en el exterior del envoltorio. Alternativamente, se permitirá que los equipos sean marcados para indicar la temperatura para la que son adecuados, utilizando la Tabla 500-8 (c).

2) Contactos. Los interruptores, interruptores automáticos y contactos de cierre y apertura de botón, relevadores, campanas de alarma y sirenas, deben tener envoltorios identificadas para lugares Clase I, División 1 de acuerdo con (a) anterior.

Excepción: Se permitirá utilizar envoltorios de propósito general si los contactos de interrupción de corriente cumplen con uno de los siguientes requisitos:

- (1) Están sumergidos en aceite.
- (2) Están encerrados en una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores.
- (3) Están en circuitos no incendiarios, o
- (4) Están aprobados para la División 2.

3) Resistencias y equipos similares. Las resistencias, dispositivos a base de resistencias, tubos electrónicos, rectificadores y equipos similares que se utilicen en o estén relacionadas con medidores, instrumentos y relevadores, deben cumplir con (a) anterior.

Excepción: Se permitirá utilizar envoltorios del tipo de propósito general, si dichos equipos no tienen contactos para establecer e interrumpir o contactos deslizantes (diferentes de los indicados en (b)(1) anterior) y si la temperatura máxima de operación de cualquier superficie expuesta no excede el 80 por ciento de la temperatura de autoignición, en grados Celsius, del gas o vapor involucrado, o que se haya probado y determinado que es incapaz de inflamar el gas o vapor. Esta excepción no se debe aplicar a los tubos electrónicos.

4) Sin contactos de cierre o apertura. Los devanados de los transformadores, bobinas de impedancia, solenoides y otros devanados que no incluyan contactos deslizantes o de cierre o apertura, deben estar en envoltorios. Se permitirá que estas envoltorios sean del tipo de propósito general.

5) Fusibles. Cuando en (1) hasta (4) anteriores se permita el uso de ensamblajes de propósito general, se permitirá montar en ellos fusibles para la protección contra sobrecorriente de los circuitos de instrumentos no expuestos a sobrecargas en uso normal, si cada fusible va precedido de un interruptor que cumpla con (1) anterior.

6) Conexiones. Para facilitar su reemplazo, se permitirá conectar los instrumentos de control de procesos mediante cordón flexible, clavija de conexión y contacto siempre que apliquen todas las siguientes condiciones:

- (1) La clavija y el contacto estén aprobados para uso en lugares Clase 1, División 2 y para uso con cordones flexibles y deben ser del tipo cerrada y puesta a tierra.

Excepción: No se requiere el interruptor si el circuito es de cableado de campo no incendiario.

- (2) A menos que la clavija y el contacto estén enclavados mecánica o eléctricamente, o diseñados de tal manera que no puedan ser separados cuando los contactos estén energizados y los contactos no puedan ser energizados cuando el enchufe y el tomacorriente estén separados, se debe instalar un interruptor que cumpla con la subsección "b) (2) Contactos" anterior, de tal manera que la clavija y en contacto no dependen de la interrupción de corriente.

Excepción: No se debe requerir el interruptor si el cableado de campo es no inductivo.

- (3) El cordón de alimentación no tenga más de 90 centímetros, sea de un tipo aprobado para servicio extra rudo o para servicio pesado si está protegido por su ubicación, si es aplicable.
- (4) Sólo se instalen los contactos necesarios.
- (5) El circuito tiene una corriente máxima de 3 amperes.

501-115. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles, incluyendo interruptores de botones, relevadores y dispositivos similares, deben estar en envoltentes y, en cada caso, el conjunto de la envoltente y los aparatos encerrados, deben estar aprobados como un ensamble completo para uso en áreas Clase I.

b) Clase I, División 2. Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles instalados en áreas Clase I, División 2, deben cumplir con (1) hasta (4) siguientes:

1) Tipo requerido. Los interruptores automáticos, controladores de motores e interruptores, destinados para interrumpir la corriente durante su funcionamiento normal, deben estar contenidos en envoltentes aprobadas para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en (a) anterior, a menos que se instalen en envoltentes de uso general y aplique cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) La interrupción de la corriente ocurra dentro de una cámara herméticamente sellada que evite la entrada de gases y vapores.
- (2) Los contactos de cierre o apertura sean de uso general y estén sumergidos en aceite por lo menos 5 centímetros para los de potencia y 2.5 centímetros para los de control.
- (3) La interrupción de corriente ocurra dentro de una cámara identificada para la ubicación y marcada "sellada de fábrica" o "sello no requerido" o equivalente.
- (4) El dispositivo sea de estado sólido y el control de interrupción no tenga contactos, donde la temperatura superficial no exceda 80 por ciento de la temperatura de autoignición, en grados Celsius, del gas o vapor involucrado.

2) Interruptores seccionadores (de aislamiento). Los desconectadores y los interruptores seccionadores con fusibles o sin fusibles para transformadores o para bancos de capacitores que no estén destinados para interrumpir la corriente durante el funcionamiento normal para el cual han sido instalados, pueden instalarse en envoltentes de uso general.

3) Fusibles. Los fusibles de cartucho o de tapón para la protección de motores, aparatos, lámparas como las que se indican en (b)(4) siguiente, pueden utilizarse si se colocan en envoltentes aprobadas para el área donde se instalen. También pueden utilizarse fusibles en envoltentes de uso general, y son del tipo en el cual el elemento de operación se encuentra sumergido en aceite u otro líquido aprobado, o si el elemento de operación está encerrado en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases y vapores o el fusible es del tipo limitador de corriente, relleno con arena y sin indicador.

4) Fusibles internos en luminarias. Como protección complementaria, dentro de las luminarias se permiten fusibles de cartucho aprobados.

501-120. Transformadores de control y resistencias. Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizadas como, o conjuntamente con equipos de control para motores, generadores y aparatos, deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias, así como cualquier mecanismo de desconexión asociado con ellos, deben estar contenidos en envoltentes identificadas para dichas áreas, de acuerdo con lo indicado en 501-105(a).

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los transformadores y las resistencias de control deben cumplir con lo siguiente:

1) Mecanismo de desconexión. Los mecanismos de desconexión usados con transformadores, bobinas de impedancia y resistencias, deben cumplir con 501-115(b).

2) Bobinas y devanados. Se permite el uso de envoltentes de uso general para devanados de transformadores, solenoides y bobinas de impedancia.

3) Resistencias. Las resistencias deben estar instaladas en envoltentes y el ensamble debe estar aprobado para áreas Clase I, a menos que las resistencias no sean variables y que la máxima temperatura de operación, en grados Celsius, no exceda 80 por ciento de la temperatura de autoignición del gas o vapor involucrado, o que se hayan probado y encontrado que no tienen la capacidad de incendiar al gas o al vapor.

501-125. Motores y generadores

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los motores, generadores y otras maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Estar identificados para áreas Clase I, División 1.

- (2) Ser del tipo completamente cerrado y con ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio y con descarga a un área segura, dispuesta para impedir que la máquina se energice hasta que la ventilación haya sido establecida y la envolvente haya sido purgada con diez veces el volumen del aire cuando menos y con un dispositivo que desenergice el equipo automáticamente en caso de falla del sistema de ventilación.
- (3) Ser del tipo totalmente cerrado lleno de gas inerte con una fuente adecuada y segura de gas inerte para presurizar la envolvente, con dispositivos para asegurar una presión positiva en la envolvente y con un dispositivo que desconecte el equipo automáticamente cuando falle el suministro de gas.
- (4) Para máquinas que se usan solamente en establecimientos industriales con acceso restringido al público, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personas calificadas atienden la instalación se permite que la máquina sea de un tipo diseñado para estar sumergido en un líquido que sólo sea inflamable cuando se vaporice y se mezcle con el aire, o en un gas o vapor a una presión mayor que la atmosférica y que es inflamable únicamente cuando se mezcla con aire; la máquina debe estar dispuesta para impedir que se energice mientras no haya sido purgada con el líquido o gas para desalojar el aire y que además se desenergice automáticamente el equipo, cuando falle el suministro del líquido, gas o vapor o que la presión se reduzca hasta la presión atmosférica.

Los motores totalmente cerrados de los tipos especificados en (2) y (3) anteriores no deben tener ninguna superficie externa a una temperatura de operación mayor que 80 por ciento de la temperatura de autoignición, en grados Celsius, de los gases o vapores involucrados. Deben instalarse dispositivos apropiados para detectar cualquier incremento de temperatura del motor más allá la del límite de diseño y que desenergicen automáticamente al motor o hagan operar una alarma adecuada. El equipo auxiliar debe ser del tipo aprobado para el área en la cual es instalado.

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los motores, generadores y otras maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con (1), (2) y (3) siguientes. También deben cumplir con (4) y (5) cuando apliquen.

(1) Estar identificados para áreas Clase I, División 2, o

(2) Estar identificados para áreas Clase I, División 1 donde se empleen contactos deslizantes, mecanismos centrífugos u otros tipos de interruptores (incluyendo de sobrecorriente del motor, sobrecarga y dispositivos de sobretemperatura) o dispositivos integrales de resistencia, ya sea cuando arranquen o cuando estén en operación.

(3) Sean motores abiertos o cerrados que no sean a prueba de explosión, tales como motores de inducción de jaula de ardilla, sin escobillas, mecanismos de conexión y desconexión, u otros dispositivos similares que no estén identificados para lugares Clase I, División 2.

(4) La temperatura de la superficie expuesta de calentadores de ambiente, utilizados para evitar la condensación de humedad durante periodos de fuera de servicio, no debe exceder del 80 por ciento de la temperatura de ignición, en grados Celsius, del gas o del vapor involucrado cuando operen a tensión nominal, y la temperatura superficial máxima del calentador de espacio (basada en temperatura ambiente de 40 °C o mayor) debe estar marcada de forma permanente en una placa visible sobre el motor. De lo contrario, los calentadores de ambiente deben estar identificados para áreas Clase I, División 2.

(5) Se permitirá un dispositivo de unión de contacto deslizante usado con el propósito de mantener el rotor a potencial de tierra, cuando la energía potencial de descarga es determinada para ser no inflamable para la aplicación. Los dispositivos de fijación del eje se instalarán en el interior o el exterior del motor.

NOTA 1: Es importante considerar la temperatura de superficies internas y externas que puedan estar expuestas a atmósferas inflamables.

NOTA 2: Es importante considerar el riesgo de ignición debido a las corrientes de arco eléctrico a través de discontinuidades y de sobrecalentamiento de las partes en envolventes de sección múltiple de los motores y generadores de gran capacidad. Tales motores y generadores pueden requerir puentes de unión equipotenciales entre las uniones de la envolvente y de la envolvente a tierra. Cuando se sospeche la presencia de gases o vapores inflamables, puede ser necesario purgar con aire limpio inmediatamente antes y durante los periodos de arranque.

NOTA 3: Los generadores accionados por motor, compresores alternativos y otros equipos instalados en lugares de Clase I, División 2, pueden presentar un riesgo de ignición de los materiales inflamables, asociados con abastecimiento de combustible, arranque, compresión, etc., debido a una liberación involuntaria o al mal funcionamiento de los equipos por causa del sistema y los controles de ignición de motores.

501-130. Luminarias. Las luminarias deben cumplir con (a) o (b) siguientes:

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, las luminarias deben cumplir con lo siguiente:

1) Luminarias aprobadas. Cada luminaria debe estar aprobada como un ensamble completo para áreas Clase I, División 1, y tener claramente marcada la potencia máxima de las lámparas, en watts, para las cuales están aprobadas. Las luminarias portátiles deben aprobarse específicamente como un ensamble completo para este uso.

2) Daño físico. Cada luminaria debe protegerse contra daño físico por medio de una guarda adecuada o por su propia ubicación.

3) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben suspenderse y alimentarse por medio de tramos de tubo conduit metálico tipo pesado o semipesado y las uniones roscadas deben llevar tornillos de fijación (prisioneros) u otros medios efectivos para impedir que se aflojen. Los tubos de longitud mayor que 30 centímetros deben fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales con medios efectivos a no más de 30 centímetros por arriba del extremo inferior del tramo del tubo, o bien se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para áreas Clase I, División 1, colocado a no más de 30 centímetros del punto de sujeción a la caja o al accesorio de soporte.

4) Soportes. Las cajas, ensambles de cajas o accesorios utilizados para el soporte de luminarias deben estar aprobadas para áreas Clase I.

b) Áreas Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, las luminarias deben cumplir con (1) hasta (6) siguientes:

1) Luminarias. Cuando las lámparas son de un tamaño o un tipo que pueda, en condiciones de funcionamiento normal, alcanzar temperaturas superficiales que excedan del 80 por ciento de la temperatura de autoignición, en grados Celsius, del gas o vapor involucrado, las luminarias deben cumplir con (a)(1) anterior o deben ser de un tipo que haya sido probada para determinar la temperatura de funcionamiento marcada o la clase de temperatura (código T).

2) Daños físicos. Las luminarias se deben proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o por la utilización de protección adecuada. Cuando exista peligro de que las chispas o el metal caliente de las lámparas o las luminarias puedan encender concentraciones localizadas de vapores o gases inflamables, se deben instalar envolventes adecuadas u otro medio de protección eficaz.

3) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes estar suspendidas mediante tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit semipesado de acero roscado u otros medios aprobados. Los tubos de longitud mayor que 30 centímetros deben fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales, con medios adecuados a no más de 30 centímetros por arriba del extremo inferior del tramo del tubo, o bien se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado y colocado a no más de 30 centímetros del punto de sujeción a la caja o al accesorio de soporte.

4) Equipos de alumbrado portátiles. Los equipos de alumbrado portátiles deben cumplir con (a)(1) anterior.

Excepción: Se permitirán equipos de alumbrado portátiles montados en cualquier posición sobre bases móviles y conectados con cordones flexibles, como establece 501-140, siempre que cumplan con 501-130(b)(2).

5) Interruptores. Los interruptores que formen parte de una luminaria ensamblada o de un portalámparas individual deben cumplir con lo indicado en 501-115(b)(1).

6) Equipo de arranque. El equipo de arranque y control de las lámparas de descarga debe cumplir con lo indicado en 501-120(b).

Excepción: Los protectores térmicos incorporados en los balastros para lámparas fluorescentes protegidos térmicamente si la luminaria está aprobada para áreas de esta Clase y División.

501-135. Equipo de utilización

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, todo el equipo de utilización debe estar aprobado para uso en áreas Clase I, División 1.

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, todo el equipo de utilización debe cumplir con lo siguiente:

1) Calentadores. El equipo de utilización calentado eléctricamente debe cumplir con cualquiera de las condiciones siguientes:

- (1) El calentador no debe exceder 80 por ciento de la temperatura de autoignición, en grados Celsius, del gas o del vapor involucrado, en cualquier superficie que esté expuesta al gas o al vapor cuando el equipo está continuamente energizado a la máxima temperatura ambiente. Si no se provee un controlador de temperatura, estas condiciones se deben aplicar cuando el calentador es operado a 120 por ciento de su tensión nominal.

Excepción 1: Para los calentadores de ambiente contra la condensación con motor montado, véase la Sección 501-125.

Excepción 2: Cuando se utiliza un dispositivo limitador de corriente en el circuito del calentador para limitar su corriente a valores menores que los requeridos para elevar la temperatura superficial del calentador al 80 por ciento de la temperatura de autoignición.

- (2) El calentador debe estar identificado para áreas Clase I, División 1.

Excepción: Los calentadores de seguimiento por resistencia eléctrica identificados para áreas Clase I, División 2.

2) Motores. Los motores de accionamiento de equipo de utilización deben cumplir con lo indicado en 501-125(b).

3) Desconectadores, interruptores automáticos y fusibles. Los desconectadores, interruptores automáticos y fusibles deben cumplir con lo indicado en 501-115(b).

501-140. Cordones flexibles Clase I, Divisiones 1 y 2.

a) Usos permitidos. Se permitirá instalar cordones flexibles:

- (1) Para conectar equipos de alumbrado portátiles u otros equipos de utilización portátiles a la parte fija de su circuito de alimentación. El cordón flexible debe estar adosado al equipo de utilización con un conector de cordones adecuado para la técnica de protección del compartimiento del cableado del equipo.
- (2) Para esa parte del circuito en donde los métodos de alambrado fijo de 501-10(a) no pueden proporcionar el grado de movimiento necesario para los equipos de utilización fijos y móviles y el cordón flexible está protegido contra daños físicos, bien sea por su ubicación o por una protección adecuada y únicamente en un establecimiento industrial cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión de ingeniería garanticen que solamente personas calificadas instalarán y darán servicio a la instalación.
- (3) Para bombas eléctricas sumergibles con medios para retirarlas sin entrar en el foso mojado. Se permitirá la extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre el foso mojado, y la fuente de alimentación.
- (4) Para mezcladores eléctricos proyectados para entrar y salir de tanques o recipientes de mezcla de tipo abierto.
- (5) Para ensambles portátiles provisionales que consistan de contactos, interruptores y otros dispositivos que no sean considerados equipo portátil de utilización pero que son individualmente aprobados para esos lugares.

(Continúa en la Sexta Sección)

(Viene de la Quinta Sección)

b) Instalación. Cuando se utilicen cordones flexibles, éstos deben cumplir con todas las condiciones siguientes:

- (1) Ser de un tipo aprobado para uso extra rudo;
- (2) Contener adicionalmente a los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra que cumpla con la sección 400-23;
- (3) Estar sujetos por abrazaderas u otros medios adecuados, de manera que no se ejerza tensión mecánica sobre las terminales de conexión;
- (4) En lugares de la División 1 y División 2 donde se requiere que las cajas, guarniciones o envoltentes sean a prueba de explosión, el cordón debe terminar con un conector o enchufe aprobado para su uso en esos lugares o un cordón conector instalado con un sello aprobado para ese uso. En lugares División 2 donde no se requiere equipo a prueba de explosión, el cordón debe terminar con un conector o enchufe aprobado para su uso en esos lugares.
- (5) Ser de longitud continua. Cuando aplique (a)(5) de esta sección, los cordones deben ser continuos desde la fuente de energía hasta el ensamble portátil temporal y del ensamble portátil temporal hasta el equipo de utilización.

NOTA: Para los cordones flexibles expuestos a líquidos que tienen efectos nocivos sobre el aislamiento de los conductores, ver 501-20.

501-145. Contactos y clavijas, Clase I, Divisiones 1 y 2.

a) Contactos. Los contactos deben formar parte del cableado de un establecimiento, excepto según lo permitido en la sección 501-140(a).

b) Clavijas de conexión. Las clavijas de conexión deben ser del tipo que permita la conexión de un cordón flexible con el conductor de puesta a tierra del equipo y deben estar identificadas para su uso en esos lugares.

501-150. Sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, todos los aparatos y equipos de los sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones, cualquiera que sea su tensión, deben estar aprobados para áreas Clase I, División 1 y todo el alambrado debe cumplir con lo indicado en 501-10(a), 501-15(a) y 501-15(c).

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones deben cumplir con (1) a (4) siguientes:

1) Contactos. Los desconectadores, interruptores automáticos, y contactos de cierre y apertura de estaciones de botones, relevadores, campanas y sirenas, deben estar en envoltentes aprobadas para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en 501-105(a).

Excepción: Se permiten envoltentes de uso general si los contactos de interrupción de corriente son alguno de los siguientes:

- (1) Sumergidos en aceite; o
- (2) Encerrados en cámaras herméticamente selladas contra la entrada de gases o vapores; o
- (3) En circuitos no incendiarios; o
- (4) Parte de un componente no incendiario.

2) Resistencias y equipo similar. Las resistencias, dispositivos resistores, tubos electrónicos, rectificadores y equipo similar deben cumplir con 501-105(b)(3).

3) Protectores. Se deben instalar envoltentes para los dispositivos de protección contra descargas por rayos y para los fusibles. Se permite que tales envoltentes sean del tipo de uso general.

4) Alambrado y sellado. Todo el alambrado debe cumplir con 501-10(b) y 501-15(b) y 501-15(c).

ARTÍCULO 502 ÁREAS CLASE II

Parte A. Generalidades

502-1. Alcance. El Artículo 502 trata de los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico y para el alambrado para todas las tensiones en lugares Clase II, División 1 y 2 donde puede haber riesgo de incendio o explosión debido a polvos combustibles.

502-5. Equipo a prueba de explosión. En lugares Clase II no se exigirán ni serán aceptables el equipo y el alambrado a prueba de explosión, a menos que también estén identificados para esos lugares.

502-6. Zona del equipo. El equipo aprobado y marcado de acuerdo con 506-9(c)(2) para lugares Zona 20 se permitirá para lugares Clase II, División 1 para la misma atmósfera polvosa y con una clase de temperatura adecuada.

El equipo aprobado y marcado de acuerdo con 506-9(c)(2) para lugares Zona 20, 21 o 22 se debe permitir para lugares Clase II, División 2 para la misma atmósfera polvosa y con una clase de temperatura adecuada.

Parte B. Alambrado

502-10. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con (a) o (b) siguientes.

a) Clase II, División 1.

1) Generalidades. En los lugares Clase II, División 1, se permitirán los métodos de alambrado indicados en los numerales (1) hasta 5):

- (1) Tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado.
- (2) Cable del tipo MI con accesorios terminales aprobados para esos lugares. Los cables del tipo MI se deben instalar y sostener de modo que se eviten esfuerzos mecánicos en los accesorios terminales.
- (3) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas proporcionen servicio a la instalación, se permitirán cables de los tipos MC y MC-HL aprobados para uso en lugares Clase II, División 1, con una armadura metálica continua corrugada y hermética al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado, unos conductores de puesta a tierra de equipos separados de acuerdo con 250-122, y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación.
- (4) Debe permitirse la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en canalizaciones, de acuerdo con lo establecido en la sección 502-10(a). Los cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 502-15.
- (5) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personas calificadas atienden la instalación, cable tipo ITC-HL con recubrimiento metálico continuo y corrugado y un recubrimiento total de material polimérico adecuado y terminado con accesorios adecuados para la aplicación e instalados de acuerdo con el artículo 727.

2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario utilizar conexiones flexibles, se permitirá uno o más de los siguientes elementos:

- (1) Conectores flexibles herméticos al polvo.
- (2) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.
- (3) Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.
- (4) Cable del tipo MC y MC-HL con armadura entrelazada que tenga cubierta externa de un material polimérico adecuado y con accesorios terminales aprobados para lugares Clase II, División I.
- (5) Cordones flexibles aprobados para uso extra rudo y provistos de conectores de cordones herméticos al polvo. Cuando se utilicen cordones flexibles, éstos deben cumplir lo establecido en 502-140.
- (6) Para uso en ascensores, un cable para ascensores identificado para tal fin, del Tipo EO, ETP o ETT, especificado en la columna "uso" de la tabla 400-4 para "lugares (clasificados como) peligrosos" y terminados con accesorios herméticos al polvo.

NOTA: Para los requisitos de puesta a tierra cuando se usa tubo conduit flexible, ver 502-30 (b).

3) Cajas y accesorios. Los accesorios y cajas deben estar equipados con refuerzos roscados para la conexión al tubo conduit o a las terminales de los cables y deben ser herméticas al polvo. Los accesorios y cajas en los que se hagan derivaciones, empalmes o conexiones, o que se utilicen en lugares del grupo E, deben estar identificados para lugares Clase II.

b) Clase II División 2.

1) Generalidades. En lugares Clase II, División 2, se permitirán los siguientes métodos de alambrado:

- (1) Todos los métodos de alambrado permitidos en 502-10(a).
- (2) Tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubería metálica eléctrica, canalizaciones herméticas al polvo.
- (3) Cables del tipo MC o MC-HL o MI con accesorios terminales aprobados.
- (4) Cables del tipo PLTC y cables del tipo PLTC-ER de acuerdo con lo previsto en el Artículo 725 incluyendo la instalación en charolas portacables, el cable debe estar terminado con accesorios aprobados.
- (5) Cables del tipo ITC y cables del tipo ITC-ER de acuerdo con lo permitido en 727-4 y terminados con accesorios aprobados.
- (6) Cables de los tipos MC, MI o TC deben ser instalados con cualquiera de los siguientes métodos de instalación: en una sola capa en charolas portacables de los tipos de escalera, ventilada o de canal ventilado, con un espacio entre dos cables adyacentes no menor al diámetro del cable más grueso.
- (7) En establecimientos industriales con acceso restringido al público donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que únicamente personas calificadas dan servicio a la instalación y donde la tubería conduit metálica no proporciona suficiente resistencia a la corrosión se permite el uso de tubo conduit reforzado de resina termoajustable (RTRC), codos de fábrica y accesorios aprobados, todos marcados con el sufijo -XW y tubo conduit de PVC Cédula 80, codos de fábrica y accesorios aprobados.
- (8) Debe permitirse la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en bandejas portacables o cualquier otra canalización, de acuerdo con lo establecido en la sección 502-10(b). Los cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 502-15.
- (9) Canalizaciones prealambradas.

Excepción a (6): Se permitirá instalar el cable del tipo MC o MC-HL aprobado para uso en lugares Clase II División 1, sin las separaciones exigidas en (6).

2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles, se deben aplicar las disposiciones de 502-10(a)(2).

3) Alambrado no incendiario instalado en campo. Se permitirá alambrado no incendiario instalado en campo con cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control, se permitirán en un circuito de alambrado no incendiario instalado en campo siempre que el aparato sencillo no interconecte el circuito de alambrado no incendiario instalado en campo con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en el Artículo 100.

Los circuitos separados de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

- (1) En cables separados.
- (2) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de una armadura metálica puesta a tierra.
- (3) En cables multiconductores o canalizaciones donde los conductores de cada circuito tienen aislamiento con espesor mínimo de 0.25 milímetros.

4) Cajas y accesorios. Todas las cajas y accesorios deben ser herméticos al polvo.

502-15. Sellado en Clase II, Divisiones 1 y 2. Cuando una canalización proporcione comunicación entre una envolvente que debe ser a prueba de ignición de polvo con otra que no lo es, se deben instalar los medios adecuados para evitar la entrada de polvo, a través de la canalización, en la envolvente a prueba de ignición de polvo. Se permitirá utilizar uno de los siguientes medios:

- (1) Un sello eficaz y permanente.
- (2) Una canalización horizontal de longitud no inferior a 3.00 metros.
- (3) Una canalización vertical de longitud no inferior a 1.50 metros que se extienda hacia abajo desde la envolvente a prueba de ignición de polvo.
- (4) Una canalización instalada de manera equivalente a (2) o (3) que se prologue sólo horizontalmente y hacia abajo desde la envolvente a prueba de ignición de polvo.

No se exigirán sellos cuando una canalización proporcione comunicación entre una envolvente que deba ser a prueba de ignición de polvo con otra ubicada en un lugar no clasificado.

Los accesorios de sellado deben ser accesibles.

No se exigirá que los sellos sean a prueba de explosión.

NOTA: Un método de sellado es la masilla para sellado eléctrico.

502-25. Partes expuestas sin aislar en lugares Clase II, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes expuestas no aisladas tales como conductores, barras, terminales o componentes que funcionen a más de 30 volts (15 volts en lugares mojados). Estas partes se deben proteger adicionalmente con una técnica de protección de acuerdo con 500-7(e), (f) o (g) que sea adecuada para el lugar.

502-30. Puesta a tierra y unión en lugares Clase II, Divisiones 1 y 2. Independientemente de la tensión del sistema eléctrico el alambrado y el equipo en lugares Clase II, División 1 y 2 deben estar puestos a tierra según se especifica en el Artículo 250 y de acuerdo con los requisitos (a) y (b) siguientes.

a) Unión. No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares Clase II y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

Excepción: Los medios específicos de unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor puesto a tierra del circuito y el conductor del electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, como se especifica en 250-32(b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicada en el lado carga del medio de desconexión.

b) Tipos de conductores para puesta a tierra de equipos. Los tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos deben incluir un puente de unión de equipo tipo alambre, cumpliendo con 250-102.

Excepción: En lugares Clase II, División 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Se usa tubo conduit metálico flexible aprobado hermético a los líquidos de 1.80 metros o menos de longitud, con los accesorios para puesta a tierra.
- (2) La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperes o menos.
- (3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

502-35. Protección contra tensiones transitorias en lugares Clase II, Divisiones 1 y 2. Los apartarrayos y los dispositivos de protección contra tensiones transitorias instalados en lugares Clase II, División 1 deben estar en envolventes adecuadas. Los capacitores de protección contra tensiones transitorias deben ser de un tipo diseñado para ese servicio específico.

Parte C. Equipo

502-100. Transformadores y capacitores

a) Áreas Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los transformadores y capacitores deben cumplir con (1) a (3) siguientes:

1) Cuando contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y capacitores que contengan líquido que pueda arder deben instalarse solamente en bóvedas aprobadas, que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48 y además de los siguientes:

- (1) Las puertas u otras aberturas que comuniquen con el área División 1, deben tener a ambos lados de la pared puertas cortafuegos de cierre automático y las puertas deben estar ajustadas cuidadosamente y equipadas con sellos adecuados (por ejemplo, cinta para la intemperie), para reducir al mínimo la entrada de polvo a la bóveda.
- (2) Las aberturas y ductos de ventilación se deben comunicar sólo con el aire exterior, y
- (3) Debe haber aberturas adecuadas para alivio de presión, que comuniquen con el aire exterior.

2) Cuando no contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y los capacitores que no contengan líquido que pueda arder deben instalarse en bóvedas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48, o ser de un tipo aprobado para áreas Clase II como un ensamble completo, incluyendo sus terminales de conexión.

3) Grupo E. No se deben instalar transformadores o capacitores en lugares Clase II, División 1, Grupo E.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los transformadores y capacitores deben cumplir con (1) a (3) siguientes:

1) Cuando contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y capacitores que contengan un líquido que pueda arder, deben instalarse en bóvedas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48.

2) Cuando contengan bifenilos policlorados (askarel). Véase 450-25.

3) Transformadores de tipo seco. Los transformadores de tipo seco se deben instalar en bóvedas, o deben tener sus devanados y terminales de conexión encerrados en cajas metálicas herméticas sin ventilación o alguna otra abertura y operar a tensiones eléctricas que no excedan de 600 volts.

502-115. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles, incluyendo las estaciones de botones, relevadores y dispositivos similares deben estar provistos con envoltentes identificadas para esos lugares.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, las envoltentes para fusibles, desconectadores, interruptores automáticos y controladores de motores, incluyendo pulsadores, relevadores y otros dispositivos similares, deben ser herméticas al polvo o de cualquier manera identificados para esos lugares.

502-120. Transformadores de control y resistencias

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y las resistencias, así como cualquier dispositivo de sobrecorriente o mecanismo de desconexión asociado con ellos, deben estar provistos con envoltentes identificadas para esos lugares.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los transformadores y las resistencias, deben cumplir con (1) a (3) siguientes:

1) Mecanismos de desconexión. Los mecanismos de desconexión (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente) asociados con transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias, deben estar en envoltentes herméticas al polvo o de cualquier manera identificadas para su uso en esos lugares.

2) Bobinas y devanados. Los transformadores de control, solenoides y bobinas de impedancia que no estén encerrados en la misma envoltente que los mecanismos de desconexión, deben estar en envoltentes metálicas herméticas sin orificios de ventilación o se deben instalar en envoltentes herméticas al polvo o de cualquier manera identificadas para su uso en esos lugares.

3) Resistencias. Las resistencias y dispositivos con resistencias deben estar en envoltentes a prueba de ignición de polvo, que son herméticas al polvo o de cualquier manera identificadas para su uso en esos lugares.

502-125. Motores y generadores

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con cualquiera de las condiciones siguientes:

- (1) Estar identificados para el lugar.
- (2) Estar totalmente encerrados y ventilados mediante tuberías.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben ser: totalmente encerrados sin ventilación, totalmente encerrados con tuberías de ventilación, totalmente encerrados enfriados por agua y aire, totalmente encerrados enfriados por ventilador o a prueba de ignición de polvo, cuya temperatura exterior máxima a plena carga cumpla con lo indicado en 500-8(d)(2) en operación normal al aire libre (libre de polvo acumulado) y no deben tener aberturas externas.

Excepción: Si se considera que la acumulación de polvo no conductor ni abrasivo es pequeña, y si la maquinaria es de fácil acceso para su limpieza y mantenimiento de rutina, se pueden instalar:

- (1) Máquinas normalizadas del tipo, abierto, sin contactos deslizantes ni mecanismos centrífugos de desconexión o de otro tipo (incluyendo dispositivos de sobrecorriente, de sobrecarga y sobretemperatura) o dispositivos con resistencias integradas.
- (2) Máquinas normalizadas de tipo abierto con los contactos, los mecanismos de desconexión o dispositivos de resistencia, encerrados dentro de alojamientos herméticos al polvo sin ventilación u otras aberturas.
- (3) Motores autolimpiantes del tipo de jaula de ardilla para uso textil.
- (4) Máquinas con rodamientos sellados, rodamientos aislados y sellos.

502-128. Tuberías de ventilación. Las tuberías de ventilación de motores, generadores u otras máquinas eléctricas rotatorias o de envolventes de equipo eléctrico, deben ser de lámina metálica de espesor no menor que 0.5 milímetros o de otro material igualmente no combustible y deben cumplir con lo siguiente:

- (1) Conducir directamente a una fuente de aire limpio fuera del local;
- (2) Tener rejillas en los extremos exteriores para impedir la entrada de pájaros y animales pequeños, y
- (3) Estar protegidos contra daños materiales, contra la oxidación y demás influencias corrosivas.

Las tuberías de ventilación deben cumplir también con las siguientes condiciones (a) y (b):

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, las tuberías de ventilación y sus conexiones a los motores o a las envolventes a prueba de ignición de polvo para otros equipos o aparatos, deben ser herméticas al polvo en toda su longitud. En las tuberías metálicas, las costuras y uniones deben cumplir con una de las condiciones siguientes:

- (1) Estar remachadas y soldadas;
- (2) Estar atornilladas y soldadas;
- (3) Estar soldadas, o
- (4) Ser herméticas al polvo por cualquier otro medio igualmente efectivo.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, las tuberías de ventilación y sus conexiones deben ser lo suficientemente herméticas como para impedir la entrada de cantidades apreciables de polvo al interior del equipo ventilado o envolvente, así como impedir el escape de chispas, llamas o materiales en combustión que puedan encender las acumulaciones de polvo o materiales combustibles en las cercanías. En las tuberías metálicas pueden utilizarse costuras plegadas y uniones remachadas o soldadas, y donde se necesite cierta flexibilidad, como en las conexiones a los motores eléctricos, se deben usar juntas deslizantes herméticamente ajustadas.

502-130. Luminarias.

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, las luminarias fijas y portátiles deben cumplir con (1) a (4) siguientes:

1) Marcado. Cada luminaria debe estar identificada para el lugar y estar claramente marcada para indicar el tipo y el voltaje máximo de la lámpara para la cual fue diseñada.

2) Daños físicos. Cada luminaria debe estar protegida contra daños físicos por medio de una guarda adecuada, o por su propia ubicación.

3) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben estar suspendidas por medio de tramos de tubo conduit metálico roscado tipo pesado o semipesado, por cadenas con accesorios aprobados, o por otros dispositivos también aprobados. En tramos rígidos de tubo conduit de más de 30 centímetros de longitud, debe añadirse un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no mayor que 30 centímetros sobre la parte inferior del tramo de tubo o debe darse la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, colocado a no más de 30 centímetros desde el punto de fijación hasta la caja del accesorio de soporte. Las uniones roscadas deben estar dotadas de tornillos de fijación u otros medios efectivos para evitar que se aflojen. Cuando el alambrado ubicado entre la caja o accesorio de salida y la luminaria colgante no vaya en un tubo, debe utilizarse cordón flexible aprobado para uso rudo, de acuerdo con 502-10(a)(2)(5). No debe utilizarse el cordón flexible como medio de soporte de la luminaria.

4) Soportes. Las cajas, ensambles de cajas o accesorios utilizados para soporte de las luminarias deben estar aprobados para áreas Clase II.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, las luminarias deben cumplir con (1) a (5) siguientes:

1) Equipo portátil de alumbrado. El equipo portátil de alumbrado debe estar identificado para el lugar y debe estar marcada claramente la potencia máxima de la lámpara para la cual fue aprobada.

2) Alumbrado fijo. Las luminarias para alumbrado fijo deben tener envolventes herméticas al polvo o bien, identificadas para el lugar. Cada luminaria debe estar claramente marcada para indicar la potencia máxima en watts de la lámpara que puede utilizarse sin que se exceda la temperatura de la superficie expuesta según lo indicado en 500-8(d)(2), bajo condiciones normales de operación.

3) Daños físicos. Las luminarias para alumbrado fijo deben estar protegidas contra daño físico con guardas adecuadas o por su propia ubicación.

4) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben suspenderse por medio de tramos de tubo conduit metálico tipo pesado o semipesado, por cadenas con accesorios aprobados, o por otros dispositivos también aprobados. En tramos de tubo conduit de más de 30 centímetros debe añadirse un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no mayor que 30 centímetros sobre la parte inferior del tramo de tubo, o se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, debe colocarse a no más de 30 centímetros desde el punto de fijación a la caja o a los accesorios de soporte. Cuando el alambrado entre la caja o los accesorios de salida y la luminaria no esté dentro de un tubo, se permitirá utilizar cordón flexible aprobado para uso rudo si está terminado con un conector aprobado que mantenga la técnica de protección. No debe utilizarse el cordón flexible como medio de soporte de la luminaria.

5) Lámparas de descarga eléctrica. El equipo de arranque y control de las lámparas de descarga eléctrica debe cumplir con lo indicado en 502-120(b).

502-135. Equipo de utilización

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, todo el equipo de utilización debe estar identificado para el lugar.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, todo el equipo de utilización debe cumplir con (1) a (4) siguientes:

1) Calefactores. El equipo de utilización calentado eléctricamente debe estar identificado para el lugar.

Excepción: El panel de calefacción radiante con envoltente metálica debe ser hermético al polvo y marcado de acuerdo con lo establecido en 500-8(c).

2) Motores. Los motores de equipo de utilización deben cumplir con lo indicado en 502-125(b).

3) Desconectadores, interruptores automáticos y fusibles. Las envoltentes para desconectadores, interruptores automáticos y fusibles deben cumplir con 502-115(b).

4) Transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias. Los transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias deben cumplir con lo indicado en 502-120(b).

502-140. Cordones flexibles - Clase II, Divisiones 1 y 2.

a) Usos permitidos. Los cordones flexibles utilizados en áreas Clase II deben cumplir todo lo siguiente:

- (1) Para la conexión entre equipos de iluminación portátiles u otros equipos de utilización de energía portátiles y la parte fija de su circuito de alimentación. El cordón flexible debe estar adosado al equipo de utilización con un conector de cordones adecuado para la técnica de protección del compartimiento del cableado del equipo. Debe emplearse una clavija de conexión que cumpla con lo establecido en la sección 502-145.
- (2) Donde en la sección (502-10)(a)(2) se permita el uso de un cordón flexible para equipos de utilización eléctrica móviles; donde el cordón flexible esté protegido por la ubicación o por un medio de protección contra daños adecuado y sólo en un establecimiento industrial donde las condiciones de mantenimiento y supervisión de la ingeniería garanticen que sólo personas calificadas efectúen la instalación y presten los correspondientes servicios.
- (3) Para bombas eléctricas sumergibles con medios para su retiro sin entrar en el foso mojado. Debe permitirse la extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre el foso mojado y la fuente de alimentación.
- (4) Para mezcladores eléctricos previstos para entrar y salir de tanques o recipientes de mezcla de tipo abierto.
- (5) Para ensambles portátiles temporales que consistan en contactos, interruptores u otros dispositivos que no sean considerados equipos de utilización portátiles, pero que sean individualmente adecuados para la ubicación.

b) Instalación. Donde se usen cordones flexibles, los cordones deben cumplir con todo lo descrito a continuación:

- (1) Ser de un tipo aprobado para uso extra rudo

Excepción: Cordones flexibles aprobados para uso rudo, como se permite en 502-130(a)(3) y (b)(4).

- (2) Contener, además de los conductores de circuito, un conductor de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 400-23
- (3) Estar soportados por abrazaderas u otros medios adecuados, de tal manera que evite tensión mecánica en las terminales de conexión;

- (4) En lugares División 1, el cordón debe terminar con un conector aprobado para el lugar o un conector de cordón aprobado instalado con un sello aprobado para el lugar. En lugares División 2 el cable deberá estar terminado con un conector a prueba de polvo.
- (5) Ser de una longitud continua. Donde se aplique lo establecido en la sección 502-140(a)(5), los cordones deben ser de longitud continua desde la fuente de alimentación hasta el ensamble portátil temporal y desde el ensamble portátil temporal hasta el equipo de utilización.

502-145. Contactos y clavijas. Los contactos y clavijas de conexión deben estar identificados para el lugar.

a) Clase II, División 1.

(1) Contactos. En las áreas Clase II, División 1, los contactos deben ser parte del cableado del establecimiento.

(2) Clavijas de conexión. Las clavijas deben ser del tipo que provea una conexión para el conductor de puesta a tierra del equipo del cordón flexible.

b) Clase II, División 2.

(1) Contactos. En las áreas Clase II, División 2, los contactos y clavijas deben ser parte del cableado del establecimiento.

(2) Clavijas de conexión. Las clavijas de conexión deben ser del tipo que provea una conexión al conductor de puesta a tierra del equipo del cordón flexible.

502-150. Sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores.

NOTA: Véase el Artículo 800 para los requisitos que rigen la instalación de circuitos de comunicaciones.

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y sistemas de comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con las condiciones (1) hasta (3) siguientes:

1) Contactos. Los interruptores, interruptores automáticos, relevadores, contactores, fusibles y los contactos que interrumpen corriente de campanas, altavoces y sirenas, así como los demás dispositivos en los cuales puedan producirse chispas o arcos, deben estar encerrados en envoltentes identificadas para el lugar.

Excepción: Cuando los contactos de apertura estén sumergidos en aceite o cuando la interrupción de la corriente se produce dentro de una cámara sellada contra la entrada de polvo, las envoltentes pueden ser del tipo para uso general.

2) Resistencias y equipo similar. Las resistencias, transformadores, bobinas, rectificadores, válvulas electrónicas y demás equipo o aparatos generadores de calor, deben estar encerrados en envoltentes identificadas para el lugar.

Excepción: Cuando las resistencias o equipo similar estén sumergidos en aceite, o contenidos en una cámara sellada a prueba de entrada de polvo, las envoltentes pueden ser del tipo de uso general.

3) Maquinarias rotatorias. Los motores, generadores y demás maquinarias rotatorias eléctricas deben cumplir con 502-125(a).

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y sistemas de comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con las condiciones (1) hasta (4) siguientes:

1) Contactores. Los contactores deben cumplir con lo indicado en 502-150(a)(1) o estar instalados dentro de envoltentes herméticas al polvo o bien identificados para el lugar.

Excepción: En los circuitos no inflamables se permite el uso de envoltentes de uso general.

2) Transformadores y equipos similares. Los devanados y las terminales de conexión de los transformadores, bobinas y equipos similares deben cumplir con 502-120(b)(2).

3) Resistencias y equipo similar. Las resistencias, dispositivos de resistencia, tubos electrónicos, rectificadores y equipo similar deben cumplir con 502-120(b)(3).

4) Máquinas rotatorias. Los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con lo indicado en 502-125(b).

ARTÍCULO 503**ÁREAS CLASE III****Parte A. Generalidades**

503-1. Alcance. El Artículo 503 trata de los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico y para el alambrado, para todas las tensiones en lugares Clase III, División 1 y 2 donde puedan existir riesgos de incendio o explosión debido a fibras/pelusas inflamables.

503-5. Generalidades. El equipo instalado en áreas Clase III debe ser capaz de operar a plena carga sin desarrollar en su superficie una temperatura capaz de causar una deshidratación excesiva o carbonización gradual de fibras o pelusas acumuladas. Los materiales orgánicos carbonizados o excesivamente secos tienen una alta probabilidad de encenderse por combustión espontánea. La máxima temperatura en la superficie bajo condiciones de operación no debe exceder de 165 °C para equipo no sujeto a sobrecargas, y 120 °C para equipo (tales como motores y transformadores) que puedan sobrecargarse. En un lugar de Clase III, División I, la temperatura de funcionamiento debe ser la temperatura de los equipos cuando estén cubiertos con la máxima cantidad de polvo (simulación de fibras/partículas suspendidas) que pueda acumularse sobre el equipo.

503-6. Zona del equipo. El equipo aprobado y marcado de acuerdo con 506-9(c)(2) para lugares Zona 20 y con una clase de temperatura no mayor que T120 °C (para equipo que puede ser sobrecargado) o no mayor que T165 °C (para equipo no sujeto a sobrecargas) se permitirán para lugares Clase III, División 1.

El equipo aprobado y marcado de acuerdo con 506-9(c)(2) para lugares Zona 20, 21 o 22 y con clase de temperatura no mayor que T120 °C (para equipo que pueda ser sobrecargado) o no mayor que T165 °C (para equipo no sujeto a sobrecargas) se permitirán en lugares Clase III, División 2.

Parte B. Alambrado

503-10. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en 503-10(a) o (b) siguientes:

a) Clase III, División 1.

1) Generalidades. En lugares Clase III, División 1, el método de alambrado debe estar de acuerdo con (1) a (4) siguientes:

- (1) Tubo conduit metálico pesado, Tipo PVC, Tipo RTRC, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico ligero, canalizaciones herméticas al polvo o cables del tipo MC o MC-HL o MI con accesorios terminales aprobados.
- (2) Cable Tipo PLTC y cable Tipo PLTC-ER de acuerdo con lo previsto en el Artículo 725 incluyendo la instalación en charolas portacables. El cable debe terminarse con accesorios aprobados.
- (3) Cable Tipo ITC y cable Tipo ITC-ER como está permitido en 727-4 y terminado con accesorios aprobados.
- (4) Cables de los tipos MC, MI, TC o TCR deben ser instalados con cualquiera de los siguientes métodos de instalación: en una sola capa en charolas portacables de los tipos de escalera, ventilada o de canal ventilado, con un espacio entre dos cables adyacentes no menor al diámetro del cable más grueso.

Excepción para (4): Se puede permitir instalar el Cable Tipo MC o MC-HL aprobado para uso en lugares Clase II, División I, sin el espacio requerido en (a)(1)(4) anterior.

- (5) Canalizaciones prealambradas

2) Cajas y accesorios. Todas las cajas y accesorios deben ser herméticas al polvo.

3) Conexiones flexibles. Donde es necesario emplear conexiones flexibles, se permite uno o más de las siguientes:

- (1) Conectores flexibles herméticos al polvo,
- (2) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados,
- (3) Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados,
- (4) Cable con armadura metálica tipo MC o MC-HL con cubierta metálica o de material polimérico e instalado con terminaciones a prueba de polvo.
- (5) Cordones flexibles de conformidad con 503-140.

NOTA: Véase 503-30(b) para los requisitos de puesta a tierra cuando se utiliza tubo conduit flexible.

(6) Para uso en ascensores, un cable para ascensores identificado para tal fin, del Tipo EO, ETP o ETT, especificado en la columna "uso" de la tabla 400-4 para "lugares (clasificados como) peligrosos" y terminados con accesorios herméticos al polvo.

4) Alambrado no incendiario instalado en campo. Se permitirá el alambrado no incendiario instalado en campo con cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control se permitirán en un circuito de alambrado no incendiario instalado en campo siempre que el aparato sencillo no interconecte el circuito de alambrado no incendiario instalado en campo con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en el Artículo 100.

Los circuitos separados de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

- (1) En cables separados.
- (2) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de una armadura metálica puesta a tierra.
- (3) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito tienen aislamiento con un espesor mínimo de 0.25 milímetros.

b) Clase III, División 2. En las áreas Clase III, División 2, el método de alambrado debe cumplir con el inciso (a) anterior.

Excepción: En las secciones, compartimentos, o áreas utilizadas solamente para almacenamiento y que no contengan maquinaria, puede utilizarse alambrado de línea abierta sobre aisladores de acuerdo con lo indicado en el Artículo 398, pero solamente a condición de que exista una protección como la requerida en 398-15(c) cuando los conductores no vayan por espacios en el techo y estén fuera del alcance de fuentes que puedan causar daños físicos.

503-25. Partes expuestas sin aislar en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes expuestas no aisladas tales como conductores, barras conductoras, terminales o componentes que funcionen a más de 30 volts (15 volts en lugares mojados). Estas partes se deben proteger además con una técnica de protección de acuerdo con 500-7(e), (f) o (g) que sea adecuada para el lugar.

Excepción: Lo especificado en 503-155.

503-30. Puesta a tierra y unión en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. Independientemente de la tensión del sistema eléctrico el alambrado y el equipo en lugares Clase III, División 1 y 2 deben estar puestos a tierra según se especifica en el Artículo 250 y de acuerdo con los requisitos adicionales de (a) y (b) siguientes.

a) Unión. No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes para unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios para unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envoltentes, etc., que intervienen entre los lugares Clase III y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

Excepción: Los medios específicos para unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor del electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, tal como se especifica en 250-32 (b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicada en el lado carga del medio de desconexión.

b) Tipos de conductores para puesta a tierra de equipos. Los tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos deben incluir un puente de unión y cumplir con 250-102.

Excepción: En lugares Clase III, Divisiones 1 y 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Se usa tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos de 1.80 metros o menos de longitud, con los accesorios aprobados para puesta a tierra.
- (2) La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperes o menos.
- (3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

Parte C. Equipo

503-100. Transformadores y capacitores en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. Los transformadores y capacitores deben cumplir lo establecido en 502-100(b).

503-115. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles Clase III, Divisiones 1 y 2. Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluyendo estaciones de botones, relevadores y dispositivos similares, deben estar en envoltentes herméticos al polvo.

503-120. Transformadores de control y resistencias, en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizadas como o en conjunto con equipos de control para motores, generadores y otros aparatos deben estar en envoltentes herméticos al polvo conforme con las limitaciones de temperatura indicadas en 503-5.

503-125. Motores y generadores en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. En áreas Clase III, Divisiones 1 y 2, los motores, generadores y otras máquinas rotatorias deben ser totalmente encerradas no ventiladas, totalmente encerradas con tubería de ventilación, o totalmente encerradas enfriadas por ventilador.

Excepción: En áreas donde sólo se dé una moderada acumulación de pelusas sobre, dentro o en la vecindad de una máquina eléctrica rotatoria, y donde dicha máquina sea de fácil acceso para limpieza y mantenimiento de rutina, se permite cualquiera de los siguientes:

- (1) Motores autolimpiantes tipo jaula de ardilla para uso en textiles.
- (2) Motores normales del tipo abierto sin contactos deslizantes u otro tipo de mecanismo de conmutación, incluyendo dispositivos de sobrecarga para el motor.
- (3) Motores normales del tipo abierto con contactos, tales como mecanismos de conmutación o dispositivos de resistencia, encerrados dentro de envoltentes herméticos sin ventilación u otras aberturas.

503-128. Tubería de ventilación, Clase III, Divisiones 1 y 2. Las tuberías de ventilación para motores, generadores, u otras máquinas rotatorias, o para envoltentes de equipo eléctrico, deben ser de metal con espesor no menor que 0.5 milímetros o de un material no combustible igualmente resistente, y que cumpla con las condiciones siguientes:

- (1) Conducir directamente a una fuente de aire limpio fuera del local;
- (2) Tener rejillas en los extremos exteriores para impedir el paso de pequeños animales y aves, y
- (3) Estar protegidos contra daño físico, oxidación u otras influencias corrosivas.

Las tuberías de ventilación deben ser suficientemente herméticas, incluidas sus conexiones, para reducir al mínimo la entrada de fibras o pelusas dentro de equipo o envoltentes ventiladas, e impedir el escape de chispas, llamas o material encendido que pueda incendiar fibras o pelusas de material combustible en la vecindad. Para tubería metálica, se permiten costuras herméticas y uniones remachadas o soldadas; y pueden utilizarse juntas deslizantes ajustadas donde cierta flexibilidad es necesaria, como en las conexiones a los motores.

503-130. Luminarias en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2.

a) Alumbrado fijo. Las luminarias para alumbrado fijo deben estar provistas con envoltentes para las lámparas y portalámparas, diseñadas para reducir al mínimo la entrada de fibras, pelusas y partículas volátiles, e impedir la salida de chispas, material en combustión o metal caliente. Cada luminaria debe estar claramente marcada para indicar la potencia, en watts, de las lámparas que pueden utilizarse sin que se exceda la temperatura de 165 °C en las superficies expuestas bajo condiciones normales de operación.

b) Daño físico. Cada luminaria debe estar protegida contra daños físicos por medio de una guarda adecuada.

c) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben estar suspendidas por medio de un tramo de tubo conduit metálico roscado tipo pesado o semipesado, o con cadenas con accesorios aprobados. Para tramos de tubo mayores que 30 centímetros, deben disponerse tirantes permanentes y efectivos para impedir desplazamientos laterales a un nivel no mayor que 30 centímetros sobre la parte inferior del tramo del tubo, o debe darse la flexibilidad necesaria mediante un accesorio aprobado o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, colocado a no más de 30 centímetros desde el punto de fijación hasta la caja o al accesorio de soporte.

d) Equipo portátil de alumbrado. El equipo portátil de alumbrado debe tener agarraderas y estar protegido con guardas adecuadas. Los portalámparas deben ser del tipo sin interruptor, sin preparaciones para recibir clavijas. No deben tener partes metálicas portadoras de corriente expuestas, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente deben estar puestas a tierra. En todos los otros aspectos, el equipo portátil de alumbrado debe cumplir con 503-130(a).

503-135. Equipo de utilización en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2.

a) Calentadores. Los equipos de utilización calentados eléctricamente deben estar identificados para lugares Clase III.

b) Motores. Los motores o equipos de utilización accionados por motor deben cumplir lo establecido en 503-125.

c) Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles. Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles deben cumplir lo establecido en 503-115.

503-140. Cordones flexibles Clase III, Divisiones 1 y 2. Los cordones flexibles deben cumplir con las condiciones siguientes:

- (1) Ser del tipo aprobado para uso extra rudo;
- (2) Tener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra conforme a lo indicado en 400-23;
- (3) Estar soportados por abrazaderas u otros medios adecuados, de tal manera que eviten la tensión mecánica en las conexiones de las terminales, y
- (4) Estar equipados con un conector de cordón hermético al polvo.

503-145. Contactos y clavijas Clase III, Divisiones 1 y 2. Los contactos y clavijas deben ser del tipo con conexión de puesta a tierra y estar diseñadas para minimizar la acumulación o entrada de fibras, pelusas o partículas volátiles, e impedir el escape de chispas o partículas fundidas.

Excepción: En áreas donde solamente se dé una moderada acumulación de pelusa sobre, dentro o en la vecindad de un contacto, y donde tal contacto sea de fácil acceso para limpieza y mantenimiento de rutina, se permite utilizar contactos montados para minimizar la entrada de fibras, pelusas o partículas volátiles, de uso general con conexión de puesta a tierra.

503-150. Sistemas de señalización, alarma, control remoto y altavoces de intercomunicación clase III, Divisiones 1 y 2. Los sistemas de señalización, alarma, control remoto y altavoces de intercomunicación, deben cumplir con los requisitos del Artículo 503 relativos a métodos de alambrado, desconectores, transformadores, resistencias, motores, luminarias y componentes relacionados.

503-155. Grúas, montacargas y equipo eléctrico similar - Clase III, Divisiones 1 y 2. Cuando se instalen para operar sobre fibras combustibles o acumulaciones de las pelusas, las grúas viajeras y montacargas para el manejo de materiales, limpiadoras viajeras para máquinas textiles, y equipo similar, deben cumplir con 503-155(a) hasta (d) siguientes:

a) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación a los conductores de contacto debe estar aislada de todos los otros sistemas y estar equipada con un detector de tierra aceptable que active una alarma y automáticamente desenergice a los conductores de contacto en caso de una falla a tierra, o que produzca una alarma visual y audible mientras los conductores de contacto estén energizados y la falla a tierra persista.

b) Conductores de contacto. Los conductores de contacto deben ubicarse o resguardarse para ser inaccesibles a personal no calificado y estar protegidos contra contactos accidentales con objetos extraños.

c) Colectores de corriente. Los colectores de corriente deben acomodarse o resguardarse para confinar el chisporroteo normal e impedir el escape de chispas o partículas calientes. Para reducir el chisporroteo, deben colocarse dos o más superficies de contacto separadas en cada conductor de contacto. Deben tenerse medios confiables para mantener libres de la acumulación de pelusa o de partículas volátiles a los conductores de contacto y escobillas de corriente.

d) Equipo de control. El equipo de control debe cumplir con lo indicado en 503-115 y 503-120.

503-160. Banco y cargador de baterías - Clase III, Divisiones 1 y 2. Los cargadores de baterías deben localizarse en cuartos separados, contruidos o recubiertos con suficiente material no combustible, diseñados de tal forma que eviten la acumulación en cantidades combustibles de pelusa o partículas volátiles y deben estar adecuadamente ventilados.

ARTÍCULO 504

SISTEMAS INTRÍNECAMENTE SEGUROS

504-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de aparatos intrínsecamente seguros (I.S.), alambrado y sistemas para los Artículos 500 a 516.

504-2. Definiciones.

Circuito intrínsecamente seguro: Circuito en el cual cualquier chispa o efecto térmico es incapaz de causar la ignición de una mezcla de material combustible o inflamable en aire bajo condiciones de prueba determinadas.

Circuitos intrínsecamente seguros diferentes. Circuitos intrínsecamente seguros en los que las posibles interconexiones no se han evaluado ni identificado como intrínsecamente seguros.

504-3. Aplicación de otros Artículos. A excepción de lo modificado por este Artículo, todos los Artículos aplicables de esta NOM deben cumplirse.

504-4. Equipos. Todo aparato intrínsecamente seguro y aparatos asociados deben estar aprobados.

Excepción: Un aparato sencillo, como se describe en el diagrama de control, no requiere estar aprobado.

504-10. Instalación de equipo

a) Diagrama de control. Los aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados y otros equipos, deben instalarse de acuerdo con lo indicado en los diagramas de control.

Se permitirá que un aparato sencillo que se indique o no en los diagramas de control sea instalado siempre que el aparato sencillo no interconecte circuitos intrínsecamente seguros

NOTA 1: La identificación del diagrama de control está marcada sobre el aparato.

NOTA 2: Aparatos asociados con un valor U_m marcado de menos de 250 volts pueden requerir de protección adicional contra sobretensión en las entradas para limitar las posibles tensiones de falla hasta un valor inferior al U_m marcado en el producto.

b) Ubicación. Los aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados pueden instalarse en cualquier área peligrosa (clasificada) para la cual han sido identificados. Debe permitirse la instalación de los aparatos asociados en áreas peligrosas (clasificadas) para las cuales se han identificado.

Se permitirá instalar aparatos sencillos en cualquier lugar peligroso (clasificado) de acuerdo con la sección 504-10(d)

c) Envolventes. Deben permitirse envoltorios para fines generales para aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados, a menos que estuviera especificado de otro modo en la documentación del fabricante.

d) Aparato sencillo. Se permitirá instalar aparatos sencillos en áreas peligrosas (clasificadas) donde la temperatura máxima superficial del aparato sencillo no exceda la temperatura de ignición de los gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles, o fibras/partículas inflamables que estén presentes. La temperatura máxima superficial se puede determinar a partir de los valores de la potencia de salida del aparato asociado o del aparato al cual está conectado para obtener la clase de temperatura. La clase de temperatura se puede determinar mediante:

- (1) Referencia a la Tabla 504-10(d).
- (2) Cálculo usando la fórmula siguiente:

$$T = P_o R_t + T_{amb}$$

Donde,

T = es la temperatura superficial

P_o = es la potencia de salida marcada en el aparato asociado o el aparato intrínsecamente seguro.

R_t = es la resistencia térmica del aparato sencillo

T_{amb} = es la temperatura ambiente (normalmente 40 °C) y la Tabla 500-8(c) de referencia.

Además, los componentes con un área superficial menor que 10 cm² (excluyendo las puntas de conductores) se pueden clasificar como T5 si su temperatura superficial no excede de 150 °C.

Tabla 504-10 (d).- Evaluación para la clasificación T4 de acuerdo con el tamaño y la temperatura del componente

Área superficial total, excluyendo las puntas de conductores	Requisito para la clasificación T4 (con base en la temperatura ambiente de 40 °C)
<20 mm ²	Temperatura superficial ≤275 °C
≥20 mm ² ≤10 cm ²	Temperatura superficial ≤200 °C
≥ 20 mm ²	Potencia que no excede 1.3 W*

* Basada en una temperatura ambiente de 40 °C. Reducir a 1.2 watts con temperatura ambiente de 60 °C o a 1.0 watt con temperatura ambiente de 80 °C

504-20. Métodos de alambrado. Se permite instalar aparatos intrínsecamente seguros y su alambrado, utilizando cualquiera de los métodos de alambrado adecuados para áreas no clasificadas, incluyendo aquellos cubiertos en los Capítulos 7 y 8. La aplicación de sellos debe ser como se indica en 504-70, y la separación debe ser como la indicada en 504-30.

504-30. Separación de conductores intrínsecamente seguros

a) De conductores de circuitos no intrínsecamente seguros

1) En canalizaciones, charolas portacables y cables. Los conductores de circuitos intrínsecamente seguros no deben colocarse en canalizaciones, charolas portacables o cables con conductores que no sean de circuito intrínsecamente seguros.

Excepción 1: Cuando los conductores de circuitos intrínsecamente seguros estén separados de los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros por una distancia de al menos 50 milímetros y asegurados, o mediante una división metálica puesta a tierra o mediante una división de aislamiento adecuado.

NOTA: Divisiones de lámina metálica de 0.90 milímetros de espesor o mayores, se consideran normalmente aceptables.

Excepción 2: Cuando (1) todos los conductores de circuitos intrínsecamente seguros o (2) todos los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros estén en cables con cubierta o armadura metálica puesta a tierra, donde esos elementos metálicos sean capaces de transportar la corriente de falla a tierra.

NOTA: Los cables que cumplen con los requisitos indicados en los Artículos 330 y 332 son típicos de aquéllos considerados aceptables.

Excepción 3: Se permitirá instalar circuitos intrínsecamente seguros en lugares de División 2 o Zona 2 en una canalización, charola portacables o cable junto con circuitos de alambrado no incendiario instalados en campo, si se instalan de acuerdo con 504-30(b).

Excepción 4: Se permitirá instalar circuitos intrínsecamente seguros que pasen de un lugar de División 2 o Zona 2 para alimentar un aparato ubicado en un lugar de División 1, Zona o Zona 1 en una canalización, charola portacables o cable junto con circuitos de alambrado no incendiario instalados en campo, si se instalan de acuerdo con 504-30 (b).

NOTA: Los circuitos de alambrado no incendiario instalados en campo se describen en 501-10(b)(3), 502-10(b)(3), 503-10(a)(4).

2) Dentro de envoltorios. Los conductores de los circuitos intrínsecamente seguros deben estar asegurados de tal manera que cualquier conductor que pueda zafarse de su terminal no pueda hacer contacto con otra terminal. Los conductores deben estar separados de los conductores de los circuitos que no son intrínsecamente seguros por uno de los métodos (1) a (4) siguientes:

- (1) Separación mínima de 50 milímetros de los conductores de cualquier circuito no intrínsecamente seguro.
- (2) Separación de los conductores de los circuitos no intrínsecamente seguros mediante una división metálica puesta a tierra de 0.91 milímetros de espesor o más.
- (3) Separación de los conductores de los circuitos no intrínsecamente seguros mediante una división aislante aprobada que se extienda hasta dentro de 1.5 milímetros de las paredes del envoltorio.
- (4) Cuando: (1) todos los conductores del circuito intrínsecamente seguro o (2) todos los conductores del circuito no intrínsecamente seguro estén en cables con revestimiento metálico o con armadura metálica puesta a tierra, donde el recubrimiento o blindaje tiene la capacidad para transportar la corriente de falla a tierra.

NOTA 1: Se consideran como casos típicos aceptables los cables que cumplan los requisitos de los Artículos 330 y 332.

NOTA 2: Un método típico para cumplir con este requisito es el uso de compartimientos de alambrado separados para las terminales de los circuitos intrínsecamente seguros y los no intrínsecamente seguros.

NOTA 3: Para asegurar la separación necesaria del alambrado se pueden utilizar barreras físicas, tales como divisiones metálicas puestas a tierra aprobadas, divisiones aislantes aprobadas o ductos de alambrado de acceso restringido aprobados, separados de otros ductos por un mínimo de 19 milímetros.

3) Otros (que no estén en sistemas de canalizaciones o charolas portacables). Los conductores y cables de circuitos intrínsecamente seguros que no estén en canalizaciones o charolas portacables, deben estar sujetos y separados 50 milímetros como mínimo de los conductores y cables de cualquier circuito no intrínsecamente seguro.

Excepción: Donde: (1) todos los conductores del circuito intrínsecamente seguro estén en cables del tipo MI o MC, o (2) todos los conductores del circuito no intrínsecamente seguro estén instalados en canalizaciones o en cables del tipo MI o MC cuya cubierta o blindaje sea capaz de transportar la corriente de falla a tierra.

b) De conductores de circuitos intrínsecamente seguros diferentes. La separación entre dos terminales para la conexión en campo del cableado de diferentes circuitos intrínsecamente seguros debe ser al menos 6 milímetros, a menos que esté permitida la reducción de este espacio en los diagramas del proyecto. Los circuitos intrínsecamente seguros diferentes deben estar en cables separados, o deben estar separados entre sí por cualquiera de los siguientes medios:

- 1) Que los conductores de cada circuito estén dentro de una pantalla metálica puesta a tierra.
- 2) Que los conductores de cada circuito tengan un aislamiento con un espesor mínimo de 0.25 milímetros.

Excepción: A menos que estén identificados de otra manera.

c) Desde metal puesto a tierra. El espacio libre entre las piezas no aisladas de los conductores del cableado de campo conectados a terminales y metales puestos a tierra u otras piezas conductoras debe ser de al menos 3 milímetros.

504-50. Puesta a tierra

a) Aparatos intrínsecamente seguros, envoltentes y canalizaciones. Deben ponerse a tierra, los aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados, pantallas metálicas, envoltentes y canalizaciones, si son metálicas.

NOTA: Puede ser necesaria una unión suplementaria al electrodo de puesta a tierra para algunos aparatos asociados, por ejemplo, las barreras de diodos zener, si se especifica en el diagrama de control.

b) Aparatos asociados y blindajes de los cables. Los aparatos asociados y los blindajes de los cables se deben poner a tierra de acuerdo con el plano de control exigido. Ver 504-10(a).

c) Conexión al electrodo de puesta a tierra. Cuando se requiera la conexión a un electrodo de puesta a tierra, este electrodo debe ajustarse a las especificaciones indicadas en 250-52(a)(1), (a)(2), (a)(3) y (a)(4) y lo establecido en 250-30(a)(4). No se deben usar las secciones 250-52(a)(5), (a)(7) y (a)(8) si están disponibles cualquiera de los electrodos especificados en 250-52(a)(1), (a)(2), (a)(3) o (a)(4).

504-60. Unión.

a) Aparatos intrínsecamente seguros. Los aparatos intrínsecamente seguros, si son de metal, deben estar unidos en el área peligrosa (clasificada) de acuerdo con lo indicado en 501-30(a), 502-30(a), 503-30(a), 505-25 o 506-25, según aplique.

b) Canalizaciones metálicas. Donde se utilicen canalizaciones metálicas para alambrado de sistemas intrínsecamente seguros, todas las canalizaciones, independientemente de su ubicación, deben estar unidas de acuerdo con lo indicado en 501-30(a), 502-30(a), 503-30(a), 505-25 o 506-25 según sea aplicable.

504-70. Sellado. Los cables y tubo conduit que deban sellarse de acuerdo con lo indicado en 501-15, 502-15, 505-16 y 506-16, deben sellarse para reducir al mínimo el paso de gases, vapores y polvos. No se exigirá que dicho sellado sea a prueba de explosión o a prueba de flama, pero deben estar identificados para el propósito de reducir al mínimo el paso de gases, polvos o vapor en condiciones de funcionamiento normal y deben ser accesibles.

Excepción: No se requieren sellos para envoltentes que contengan únicamente aparatos intrínsecamente seguros, excepto por lo requerido en 501-17.

504-80. Identificación. Las etiquetas requeridas por esta sección deben ser adecuadas para el ambiente donde se instalen, considerando la exposición a productos químicos y a la luz solar.

a) Terminales. Los circuitos intrínsecamente seguros deben identificarse en las terminales y empalmes, de modo que se evite la interferencia no intencional con los circuitos durante las pruebas y mantenimiento.

b) Alambrado. Las canalizaciones, charolas portacables, y otros métodos de alambrado para sistemas intrínsecamente seguros, deben identificarse con etiquetas permanentemente adheridas con la leyenda "Alambrado intrínsecamente seguro" o su equivalente. Las etiquetas deben estar ubicadas de modo que sean visibles después de la instalación y colocadas de tal manera que puedan ser fácilmente localizadas a todo lo largo de la instalación. Las etiquetas de los circuitos intrínsecamente seguros deben aparecer en cada sección del sistema de alambrado que esté separado por envoltentes, paredes, divisiones o pisos. El espaciamiento entre las etiquetas no debe ser mayor que 7.50 metros.

Excepción: Se permite identificar los circuitos subterráneos, cuando sean accesibles después de salir del suelo.

NOTA 1: Los métodos de alambrado permitidos en áreas no clasificadas pueden utilizarse para sistemas intrínsecamente seguros en áreas peligrosas (clasificadas). Sin etiquetas que identifiquen la aplicación del alambrado, no se puede determinar si la instalación cumple con esta NOM.

NOTA 2: En áreas no clasificadas, la identificación es necesaria para evitar que, en un futuro, se agregue inadvertidamente a canalizaciones existentes un alambrado no intrínsecamente seguro.

c) Código de color. Se permite el uso de un código de color para identificar a los conductores intrínsecamente seguros cuando sean de color azul claro, siempre y cuando no se utilicen otros conductores con este mismo color. Asimismo, debe permitirse el código de color para identificar a las canalizaciones, charolas portables y cajas registro de empalme, cuando estén coloreados de color azul claro y contengan únicamente alambrado intrínsecamente seguro.

ARTÍCULO 505

ÁREAS CLASE I, ZONAS 0, 1 Y 2

505-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para el sistema de clasificación por zonas, como una alternativa al sistema de clasificación por divisiones tratado en el Artículo 500, para equipo eléctrico y electrónico y alambrado en todas las tensiones en áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I, Zona 0, Zona 1 y Zona 2, en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables.

NOTA: Véase los Artículos 500 a 504 para los requisitos de equipo eléctrico y electrónico y alambrado para todas las tensiones en áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I, Divisiones 1 o 2; Clase II, Divisiones 1 o 2; y Clase III, Divisiones 1 o 2, en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables, polvos o fibras combustibles.

505-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo se aplican las siguientes definiciones.

A prueba de llama "d": Tipo de protección en el cual la envolvente soportará sin sufrir daño, una explosión interna de una mezcla inflamable que ha penetrado a su interior a través de cualquier junta o abertura estructural en la envolvente y sin causar la ignición de una atmósfera explosiva externa compuesta de uno o más gases o vapores para los cuales se ha diseñado.

Encapsulación "m": Tipo de protección en el cual las partes eléctricas que podrían encender una atmósfera explosiva, tanto por chispa como por calentamiento, están encerradas en un compuesto, de manera que esta atmósfera explosiva no se pueda encender.

NOTA: El encapsulado se designa como tipo de protección "ma" para uso en lugares de Zona 0. La encapsulación se designa como tipo de protección "m" o "mb" para uso en lugares de Zona 1. El encapsulado se designa como tipo de protección "mc" para uso en lugares de Zona 2.

Inmersión en aceite "o": Tipo de protección en la cual el equipo eléctrico está sumergido en un líquido de protección de manera tal que una atmósfera explosiva, que pueda estar sobre el líquido o fuera de la envolvente, no se pueda encender.

Presurización "p": Tipo de protección para el equipo eléctrico que utiliza la técnica de protección contra el ingreso de la atmósfera externa, que puede llegar a ser explosiva, dentro de una envolvente, manteniendo un gas de protección en su interior a una presión mayor que la de la atmósfera externa.

Relleno con polvo "q": Tipo de protección en el cual las partes eléctricas capaces de encender una atmósfera explosiva están fijas en una posición y completamente rodeadas por un material de relleno (polvo de vidrio o de cuarzo) para prevenir la ignición de una atmósfera explosiva externa.

Tipo de Protección "n": Tipo de protección en el cual el equipo eléctrico, en operación normal, no tiene la capacidad para encender una atmósfera explosiva de gas circundante, y no es probable que ocurra una falla capaz de causar la ignición.

Seguridad aumentada "e": Tipo de protección aplicada al equipo eléctrico que no produce arcos ni chispas en servicio normal y bajo condiciones anormales específicas, en el cual se aplican medidas adicionales para incrementar la seguridad contra la posibilidad de temperaturas excesivas y de la ocurrencia de arcos y chispas.

Seguridad intrínseca "i": Tipo de protección en el cual ninguna chispa o efecto térmico es capaz de causar la ignición de una mezcla de material inflamable o combustible en el aire, bajo condiciones de prueba prescritas.

NOTA 1: La seguridad intrínseca se designa como tipo de protección "ia" para uso en lugares de Zona 0. La seguridad intrínseca se designa como tipo de protección "ib" para uso en lugares de Zona 1. La seguridad intrínseca se designa como tipo de protección "ic" para uso en lugares de Zona 2.

NOTA 2: Los aparatos asociados intrínsecamente seguros, designados como [ia], [ib] o [ic], se conectan a un aparato intrínsecamente seguro ("ia", "ib" o "ic" respectivamente), pero se ubican fuera del lugar peligroso (clasificado) a menos que también esté protegido por otro tipo de protección (como por ejemplo a prueba de llama).

505-3. Otros Artículos. Todas las demás reglas aplicables contenidas en esta NOM deben aplicarse al alambrado y equipo eléctrico instalado en áreas peligrosas (clasificadas).

Excepción. Lo modificado por este Artículo y por el Artículo 504.

505-4. Generalidades.

a) Documentación para las ocupaciones industriales. Todas las áreas en ocupaciones industriales designadas como lugares peligrosos (clasificados) deben estar documentadas adecuadamente. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

NOTA 1: Con respecto a los ejemplos de planos de clasificación de áreas, ver apéndice B2.

NOTA 2: Donde el equipo de detección de gas se use como medio de protección de acuerdo con la sección 505-8(i)(1), (i)(2) o (i)(3), la documentación típicamente incluye el tipo del equipo de detección, lugar de su instalación, criterios de alarma y apagado y la frecuencia de calibración.

b) Normas de referencia. Información importante relacionada con los temas tratados en el Capítulo 5 se puede encontrar en otras publicaciones.

NOTA 1: Para la evaluación de la conformidad de esta NOM los evaluadores deben estar familiarizados con la experiencia de la industria y con las normas aplicables a la clasificación de las distintas áreas, a la determinación de la ventilación adecuada y a la protección contra los riesgos producidos por la electricidad estática y los rayos.

NOTA 2: Para información adicional sobre la clasificación de áreas peligrosas, clasificación de materiales inflamables y requisitos de instalaciones que por su naturaleza son áreas peligrosas (clasificadas); véase el apéndice B.

NOTA 3: Para información adicional sobre la clasificación protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas en áreas peligrosas (clasificadas); véase el apéndice B.

NOTA 4: Para información adicional sobre la clasificación ventilación en áreas peligrosas (clasificadas); véase el apéndice B.

NOTA 5: Para información adicional sobre la clasificación sistemas eléctricos para áreas peligrosas (clasificadas) en plataformas marinas petroleras y de gas; véase el apéndice B.

505-5. Clasificación de lugares.

a) Generalidades. Las áreas deben clasificarse dependiendo de las propiedades de los gases inflamables, vapores inflamables generados por líquidos, vapores combustibles generados por líquidos, polvos combustibles o fibras/partículas suspendidas que pudieran estar presentes y de la posibilidad de que esté presente una concentración o cantidad inflamable o combustible. Donde solamente se usan o manipulan materiales pirofóricos, estas áreas quedan fuera del alcance de este artículo.

Cada cuarto, sección o superficie debe considerarse individualmente para determinar su clasificación.

NOTA 1: Véase 505-7 para las restricciones sobre clasificación de áreas.

NOTA 2: Aplicando el ingenio en el diseño de las instalaciones eléctricas de las áreas peligrosas (clasificadas), con frecuencia puede ubicarse la mayor parte de los aparatos en áreas menos peligrosas o no peligrosas, y así reducir el número de equipos especiales necesarios.

Los recintos y áreas que contienen sistemas de refrigeración con amoníaco equipados con ventilación mecánica adecuada operando continuamente o que arranca por medio de un sistema de detección de la concentración que no exceda 150 ppm se pueden clasificar como lugares "no clasificados"

b) Lugares de Clase I, Zonas 0, 1 y 2. Los lugares de Clase I, Zonas 0, 1 y 2 son aquellos en los cuales gases o vapores inflamables están presentes en el aire o pueden estarlo, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares de Clase I, Zonas 0, 1 y 2 deben incluir a aquellos que se especifican en 505(b)(1), (b)(2) y (b)(3).

1) Clase I, Zona 0. Un lugar de Clase I, Zona 0 es un lugar:

(1) En el que continuamente están presentes concentraciones de gases o vapores inflamables, o

(2) En el que están presentes durante largos períodos de tiempo concentraciones de gases o vapores inflamables.

NOTA 1: Esta clasificación incluye el interior de tanques o recipientes ventilados que contengan líquidos inflamables volátiles; el interior de envoltentes para recubrimiento o aplicación por rociado mal ventilados, en los que se utilicen solventes volátiles inflamables; la parte entre el exterior y el interior del techo de un tanque de techo flotante que contenga líquidos volátiles inflamables; el interior de recipientes, fosos y tanques abiertos que contengan líquidos volátiles inflamables; el interior de un ducto de escape que se usa para ventilar concentraciones inflamables de gases o vapores; y el interior de envoltentes mal ventiladas que contengan normalmente instrumentos de ventilación que usan o analizan fluidos inflamables y la ventilación al interior de las envoltentes.

2) Clase I, Zona 1. Un lugar de Clase I, Zona 1 es un lugar:

- (1) En el que es probable que haya concentraciones de gases o vapores inflamables en condiciones normales de operación, o
- (2) En el que frecuentemente puede haber concentraciones de gases o vapores inflamables debido a operaciones de reparación o mantenimiento, o por fugas, o
- (3) En el que se opera equipo o se llevan a cabo procesos de tal naturaleza que la ruptura u operación defectuosa del equipo podría producir la liberación de concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables y causar además la falla simultánea de los equipos eléctricos, de un modo que cause que el equipo eléctrico se convierta en una fuente de ignición, o
- (4) Que está adyacente a un lugar de Clase I, Zona 0, desde la que podrían pasarse concentraciones inflamables de vapores, excepto si ese paso se previene mediante una ventilación de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y se suministran medios eficaces de protección contra fallas de la ventilación.

NOTA 1: Se considera como operación normal la situación en la cual el equipo de planta opera dentro de sus parámetros de diseño. Las fugas menores de materiales inflamables pueden ser parte de operaciones normales. Las fugas menores incluyen aquellas provenientes de los empaques o sellos mecánicos de las bombas. No se consideran como operaciones normales las fallas que provocan reparación o parada total (tales como las rupturas de los sellos de las bombas y empaques de las bridas y los derrames producidos por accidentes).

NOTA 2: Esta clasificación incluye normalmente los lugares en los que se transfieren líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables de un recipiente a otro. Las áreas cercanas a las operaciones de aplicación por rociado y pintura, en las que se utilizan solventes inflamables; los compartimientos o salas de secado adecuadamente ventilados en los que se evaporan solventes inflamables; los lugares adecuadamente ventilados que contengan equipo de extracción de grasas y aceites que utilicen solventes volátiles inflamables; las áreas de las plantas de limpieza y teñido que utilizan líquidos inflamables volátiles; los cuartos de generadores de gas ventilados adecuadamente, y otras áreas de las plantas de producción de gas en las que se puedan producir fugas de gases inflamables; los cuartos de bombas de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables que estén inadecuadamente ventilados; el interior de refrigeradores y congeladores en los que se guardan materiales inflamables volátiles en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper fácilmente; y todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones combustibles de vapores o gases inflamables durante la operación normal, pero no clasificados como Zona 0.

3) Clase I, Zona 2. Un lugar de Clase I, Zona 2 es un lugar:

- (1) En el que no es probable que haya concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables en condiciones de operación normales y, si las hay, será durante un corto período de tiempo, o
- (2) En el que se manipulan, procesan o utilizan líquidos volátiles inflamables, gases inflamables o vapores inflamables, pero en el cual los líquidos, gases o vapores están normalmente confinados dentro de recipientes cerrados de sistemas cerrados de los que sólo pueden escapar como resultado de una rotura o ruptura accidental del recipiente o sistema, o como consecuencia de la operación anormal del equipo con el cual los líquidos o gases se manipulan, procesan o utilizan, o
- (3) En el que normalmente las concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables se previenen mediante ventilación mecánica de presión positiva pero que pueden resultar peligrosas como consecuencia de la falla u operación anormal del equipo de ventilación, o
- (4) Que está adyacente a un lugar de Clase I, Zona 1 desde el que podrían pasarse concentraciones de gases o vapores inflamables, a menos que ese paso se prevenga mediante una ventilación de presión positiva adecuada, desde una fuente de aire limpio y equipado de medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

NOTA: La clasificación de la Zona 2 incluye normalmente los lugares donde se utilizan líquidos volátiles inflamables, gases o vapores inflamables pero que resultarían peligrosos sólo en caso de accidente o de alguna condición de operación inusual.

505-6. Grupos de materiales. Para efectos de pruebas, aprobación y clasificación por áreas, las distintas mezclas de aire (no enriquecidas con oxígeno) se deben agrupar como se exige en (a), (b) y (c) siguientes.

NOTA: El Grupo I está proyectado para su uso en tipos de atmósferas que contienen grisú (una mezcla de gases, compuesta principalmente por metano, que se encuentra bajo tierra, usualmente en minas). Esta NOM no se aplica a instalaciones subterráneas en minas. Ver 1.2.2(d)

El Grupo II se debe subdividir en los subgrupos IIC, IIB y IIA, como se indica en 505-6(a), (b) y (c) de acuerdo con la naturaleza del gas o vapor, para técnicas de protección "d," "ia," "ib," "[ia]," e "[ib]," y, donde sea aplicable, "n" y "o".

NOTA 1: La subdivisión de gas y vapor como se describe anteriormente se basa en la separación segura experimental máxima (MESG), en la corriente mínima de ignición (MIC) o en ambas.

NOTA 2: La verificación del equipo eléctrico que utiliza técnicas de protección "e," "m," "p," y "q," debido a la técnica de diseño, no exige pruebas que involucren la MESG o la MIC. Por tanto, no se exige subdividir el Grupo II para estas técnicas de protección.

NOTA 3: Actualmente el Grupo II se subdivide en Grupo IIA, Grupo IIB y Grupo IIC. Los requisitos de marcado previos permitan que algunos tipos de protección se marquen sin una subdivisión, exhibiendo solamente Grupo II

NOTA 4: Es necesario que los significados de los diferentes marcados de los equipos y la clasificación del Grupo II se observen cuidadosamente para prevenir confusión con la Clase I, Divisiones 1 y 2, Grupos A, B, C y D.

a) Grupo IIC. Atmósferas que contienen acetileno, hidrógeno o gases inflamables o vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden encenderse o explotar, que tienen una separación segura experimental máxima (MESG) menor o igual a 0.50 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) menor o igual a 0.45.

NOTA: El grupo IIC equivale a una combinación de Clase I, Grupo A y Clase I, Grupo B, tal como se describió en 500-6(a)(1) y (a) (2).

Grupo IIB. Atmósferas que contienen acetaldehído, etileno o gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden encenderse o explotar, que tienen una distancia segura experimental máxima (MESG) mayor de 0.50 milímetros y menor o igual a 0.90 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) mayor de 0.45 y menor o igual a 0.80.

NOTA: El grupo IIB equivale al Grupo C de la Clase I, tal como se ha descrito en 500-6(a)(3).

Grupo IIA. Atmósferas que contienen acetona, amoníaco, alcohol etílico, gasolina, metano, propano o gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden encenderse o explotar, que tengan una distancia segura experimental máxima (MESG) mayor que 0.90 milímetros o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) mayor de 0.80.

NOTA: El grupo IIA equivale al Grupo D de la Clase I, tal como se ha descrito en 500-6(a)(4).

505-7. Precaución especial. El Artículo 505 exige que la construcción e instalación del equipo garanticen el desempeño seguro bajo condiciones adecuadas de operación y mantenimiento.

NOTA 1: Es importante que las autoridades a cargo de la inspección y los usuarios ejerzan un cuidado mayor al normal con relación a la instalación y el mantenimiento del equipo eléctrico en lugares peligrosos (clasificados).

NOTA 2: Las condiciones ambientales bajas exigen consideración especial. El equipo eléctrico que dependa de las técnicas de protección descritas en 505-8(a) puede no ser conveniente para su uso a temperaturas inferiores a - 20 °C, a menos que estén identificados para servicio a baja temperatura. Sin embargo, a temperaturas ambiente bajas, tal vez no existan concentraciones inflamables de vapores en un lugar clasificado como Clase I, Zonas 0, 1 o 2 a temperatura ambiente normal.

a) Implementación del sistema de clasificación por zonas. La clasificación de las áreas, la ingeniería y el diseño, la selección de equipo y los métodos de alambrado, la instalación y la inspección deben ser realizados por personas calificadas.

b) Clasificación doble. En los casos de áreas dentro del mismo predio clasificadas separadamente, se permitirá que los lugares de Clase I, Zona 2 terminen junto a, pero que no se traslapen a los lugares de Clase I, División 2. Los lugares de Clase I, Zona 0 o Zona 1 no deben terminar junto a lugares de Clase I, División 1 o División 2.

c) Reclasificación permitida. Se permitirá que un lugar de Clase I, División 1 o División 2 se reclasifique como un lugar de Clase I, Zona 0, Zona 1 o Zona 2, siempre que todo el espacio que se clasifica debido a una sola fuente de gas o vapor inflamable se reclasifique según los requisitos de este Artículo.

d) Obstáculos sólidos. El equipo a prueba de llama con juntas bridadas no se debe instalar de manera que las aberturas bridadas estén más cerca que las distancias mostradas en la Tabla 505-7(d), de cualquier obstáculo sólido que no sea parte del equipo (tales como objetos de acero, paredes, protectores contra la intemperie, abrazaderas de montaje, tubería u otro equipo eléctrico), a menos que el equipo esté aprobado para una distancia de separación menor.

**Tabla 505-7(d).- Distancia mínima de las obstrucciones
desde aberturas bridadas a prueba de llamas "d".**

Grupo de gases	Distancia mínima
	milímetros
IIC	40
IIB	30
IIA	10

e) Presencia simultánea de gases inflamables y polvo combustible o fibras/partículas suspendidas inflamables. Donde haya o pueda haber gases inflamables, polvo combustible o fibras/partículas suspendidas inflamables al mismo tiempo, se debe considerar la presencia simultánea durante la selección e instalación del equipo eléctrico y el método de alambrado, incluyendo la determinación de la temperatura de operación del equipo eléctrico.

f) Corriente de cortocircuito disponible para el tipo de protección "e". A menos que estén marcados para la conexión a circuitos con corriente de cortocircuito disponible, la corriente de cortocircuito disponible para equipos eléctricos que utilicen el tipo de protección "e" para las conexiones del cableado de campo en lugares de Zona 1 debe limitarse a 10 000 rms amperes simétricos, a fin de reducir la probabilidad de ignición de una atmósfera inflamable por causa de un arco eléctrico durante un incidente de cortocircuito.

NOTA: La limitación de la corriente de cortocircuito disponible hasta este nivel podría requerir la aplicación de fusibles de limitación de corriente o interruptores automáticos de limitación de corriente.

505-8. Técnicas de protección. Técnicas de protección aceptables para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en áreas peligrosas (clasificadas) deben ser de (a) hasta (i).

a) A prueba de llama "d". Se permitirá aplicar esta técnica de protección para equipos instalados en áreas Clase I, Zona 1 o Zona 2.

b) Presurización. Se permite aplicar esta técnica de protección para equipos instalados en áreas Clase I, Zonas 1 o Zona 2 para los cuales estén identificados.

c) Seguridad intrínseca. Se permitirá aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en áreas Clase I Zonas 0, Zona 1 o Zona 2 para los cuales estén aprobados.

d) Tipo de Protección "n". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I Zona 2. El tipo de protección "n," también se subdivide en nA, nC y nR.

NOTA 1: Véase la Tabla 505-9(c)(2)(4) para la descripción de las subdivisiones del tipo de protección "n".

e) Inmersión en aceite "o". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I Zona 1 o Zona 2.

f) Seguridad aumentada "e". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I Zona 1 o Zona 2.

g) Encapsulado "m". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I, Zona 0, Zona 1 o Zona 2 para los cuales estén identificados.

NOTA 1: Véase la Tabla 505-9(c)(2)(4) para la descripción de las subdivisiones por encapsulación.

h) Relleno con polvo "q". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I Zona 1 o Zona 2.

i) Sistema de detección de gas combustible. Se permitirá un sistema de detección de gas combustible como un medio de protección en establecimientos industriales con acceso restringido al público y donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personas calificadas atenderán la instalación. Donde se instale dicho sistema, se permitirá el equipo especificado en (1), (2) o (3) siguientes. El tipo de equipo de detección, su aprobado, lugares de instalación, los criterios de alarma y de parada total, así como la frecuencia de calibración deben estar documentados cuando se usan los detectores de gas combustible como una técnica de protección.

1) Ventilación inadecuada. En los lugares de Clase I, Zona 1 que se clasifican así debido a la inadecuada ventilación, se permitirán los equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, Zona 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, Zona 1, para el grupo adecuado de materiales y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

2) Interior de un edificio. En un edificio ubicado en un lugar Clase I, Zona 2 o con una abertura hacia este lugar, cuando el interior no contiene una fuente de gas o vapor inflamable, se permitirá usar equipos eléctricos para lugares no clasificados. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, Zona 1 o Clase I, Zona 2, para el grupo adecuado de materiales y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

3) Interior de un panel de control. En el interior de un panel de control que contenga instrumentación que utilice o mida líquidos, gases o vapores inflamables, se permitirá usar equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, Zona 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, Zona 1, para el grupo adecuado de materiales y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

505-9. Equipo.

a) Apropriado. El equipo identificado se debe determinar como apropiado mediante uno de los siguientes:

- (1) Equipo aprobado o marcado.
- (2) Evidencia de la evaluación del equipo por parte de un laboratorio de prueba aprobado o de una entidad de inspección involucrada en la evaluación de producto.
- (3) Evidencia aceptable para la autoridad competente tal como la autoevaluación del fabricante o el criterio de ingeniería del propietario.

NOTA: La documentación adicional para el equipo puede incluir certificados que demuestren la conformidad con las normas aplicables al equipo, que indiquen las condiciones especiales de uso y otra información pertinente.

b) Aprobado.

- (1) Se permitirá utilizar equipo aprobado para la Zona 0 en la Zona 1 o Zona 2 para el mismo gas o vapor, siempre que esté instalado de acuerdo con los requisitos para el tipo de protección marcado. Se permitirá que el equipo que esté aprobado para uso en un lugar de la Zona 1 se utilice en un lugar de la Zona 2 para el mismo gas o vapor, siempre que esté instalado de acuerdo con los requisitos para el tipo de protección marcado.
- (2) Se permitirá que el equipo sea aprobado para un gas o vapor específico, mezclas específicas de gases o vapores o cualquier combinación específica de gases o vapores.

NOTA: Un ejemplo común es el equipo marcado para "IIB. + H2".

c) Marcado. Los equipos se deben marcar de acuerdo con (1) o (2) siguientes.

1) Equipo de división. Se permitirá que el equipo identificado para Clase I, División 1 o Clase I, División 2, además de estar marcado de acuerdo con 500-8(c), esté marcado con todo lo siguiente:

- (1) Clase I, Zona 1 o Clase I, Zona 2 (según sea aplicable).
- (2) Grupos de clasificación de gas aplicable, de acuerdo con la Tabla 505-9(c)(1)(2).
- (3) Clasificación de temperatura de acuerdo con 505-9(d)(1).

Tabla 505-9(c)(1)(2).- Grupos de materiales

Grupo de material	Comentario
IIC	Ver 505-6(a)
IIB	Ver 505-6(b)
IIA	Ver 505-6(c)

2) Equipo de zona. El equipo que cumpla una o más de las técnicas de protección descritas en 505-8 se debe marcar con toda la siguiente información, en el orden presentado:

- (1) Clase.
- (2) Zona.
- (3) Símbolo "AEx".
- (4) Técnicas de protección, de acuerdo con la Tabla 505-9(c)(2)(4).
- (5) Grupo de materiales aplicable de acuerdo con la Tabla 505-9(c)(1)(2) o un gas o vapor específico.
- (6) Clasificación de temperatura de acuerdo con 505-9(d)(1).

Excepción 1: Se exigirá que los aparatos asociados que NO son adecuados para su instalación en un lugar peligroso (clasificado) esté marcado únicamente con la información indicada en los numerales (3), (4) y (5), pero AMBOS, el símbolo AEx (3) y el símbolo para el tipo de protección (4) deben estar encerrados dentro de los mismos corchetes, por ejemplo [AEx ia] IIC.

Excepción 2: No se exigirá que los aparatos sencillos, tal como se definen en 504-2, tengan marcada la temperatura de operación ni la clase de temperatura.

Excepción 3: No debe requerirse que los accesorios para la terminación de cables tengan marcada la temperatura de funcionamiento ni la clase de temperatura.

NOTA 1: Un ejemplo del marcado que se exige para aparatos intrínsecamente seguros para la instalación en lugares de Clase I, Zona 0 es "Clase I, Zona 0, AEx ia IIC T6". La explicación del marcado exigido se ilustra en la Figura 505-9(c)(2).

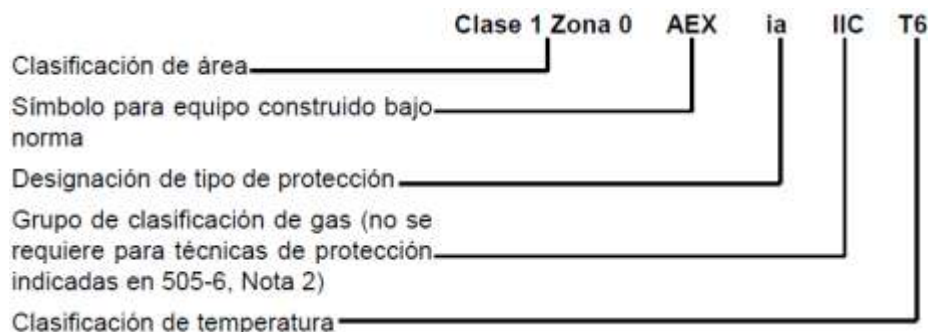
NOTA 2: Un ejemplo del marcado que se exige para aparatos asociados intrínsecamente seguros montados en una envolvente a prueba de llama para la instalación en lugares de Clase I, Zona 1 es "Clase I, Zona 1 AEx d[ia] IIC T4".

NOTA 3: Un ejemplo del marcado que se exige para aparatos asociados intrínsecamente seguros que NO son para la instalación en lugares peligrosos (clasificados) es "[AEx ia] IIC".

NOTA 4: El EPL (nivel de protección de equipo por sus siglas en inglés) puede aparecer en la placa del producto. Los EPL están designados por: G para gas; D para polvo y M para minería y van seguidos de una letra (a, b, o c) para dar al usuario un mayor entendimiento en cuanto a si el equipo ofrece un nivel de protección ya sea: (a) "muy alto"; (b) "alto" o (c) "mejorado" contra la ignición de una atmósfera explosiva. Por ejemplo, un motor AEx d IIC T4 (que es adecuado en cuanto a su protección, para usarlo en Zona 1) puede adicionalmente estar marcado con: EPL de "Gb" para indicar que fue provisto con un alto nivel de protección, tal como el AEx d IIC T4 Gb.

NOTA 5: El equipo instalado fuera de un área Zona 0, conectado eléctricamente conectado a un equipo ubicado dentro de un área Zona 0, puede estar marcado Clase I, Zona 0/1. El "/" indica que el equipo contiene un elemento de separación y puede ser instalado en la frontera entre áreas Zona 0 y Zona 1.

d) Temperatura Clase I. El marcado de temperatura que se especifica a continuación no debe exceder la temperatura de autoignición del gas o vapor específico que se va a encontrar.



NOTA Figura 505-9(c)(2).- Marcado del equipo de zona.

1) Clasificación de temperatura. El equipo debe estar marcado indicando la temperatura de funcionamiento o la clase de temperatura referenciada para un ambiente a 40 °C, o la temperatura ambiente más alta si el equipo está dimensionado y marcado para una temperatura ambiente mayor que 40 °C. Si se da

la clase de temperatura, se debe indicar usando la clase de temperatura (código T) que se muestra en la Tabla 505-9(d)(1).

El equipo eléctrico diseñado para uso en un intervalo de temperatura ambiente entre $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ debe tener un marcado de no temperatura ambiente.

El equipo eléctrico diseñado para uso en un intervalo de temperatura ambiente diferente de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ se considera que es especial y entonces su intervalo de temperatura ambiente se debe marcar en el equipo, incluyendo el símbolo "Ta" o "Tamb", junto con el intervalo especial de temperatura ambiente en grados Celsius.

NOTA: Como ejemplo, dicho marcado podría ser " $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ".

Tabla 505-9(c)(2)(4).- Designación de tipos de protección

Designación	Técnica	Zona *
d	Envoltente a prueba de llama	1
db	Envoltente a prueba de llama	1
e	Seguridad aumentada	1
eb	Seguridad aumentada	1
ia	Seguridad intrínseca	0
ib	Seguridad intrínseca	1
ic	Seguridad intrínseca	2
[ia]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ib]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ic]	Aparatos asociados	No clasificados**
m	Encapsulado	1
ma	Encapsulado	0
mb	Encapsulado	1
mc	Encapsulado	2
nA	Equipos que no producen chispas	2
nAc	Equipos que no producen chispas	2
nC	Equipos que producen chispa en los cuales los contactos están protegidos adecuadamente, por otra técnica que no sean las envoltentes con respiración restringida	2
nCc	Equipos que producen chispa en los cuales los contactos están protegidos adecuadamente, por otra técnica que no sean las envoltentes con respiración restringida	2
nR	Envoltentes con respiración restringida	2
nRc	Envoltentes con respiración restringida	2
o	Inmersión en aceite	1
ob	Inmersión en aceite	1
px	Presurización	1
pxb	Presurización	1
py	Presurización	1
pyb	Presurización	1
pz	Presurización	2
pzc	Presurización	2
q	Relleno con polvo	1
qb	Relleno con polvo	1

* No se considera el uso cuando se utiliza una combinación de técnicas.

** Se permitirá instalar aparatos asociados en un lugar peligroso (clasificado) si están protegidos adecuadamente usando otro tipo de protección.

Excepción 1: No se exigirá que los equipos del tipo no generador de calor, como por ejemplo los accesorios de tubo conduit, y los equipos del tipo generador de calor que tengan una temperatura máxima no mayor de 100 °C, tengan marcada la temperatura de operación o la clase de temperatura.

Excepción 2: Se permitirá que los equipos identificados para lugares Clase I, División 1 o División 2 de acuerdo con 505-20(a), (b) y (c) estén marcados de acuerdo con 500-8(c) y la Tabla 500-8(c).

**Tabla 505-9 (d)(1).- Clasificación de la temperatura superficial
máxima para equipos eléctricos del grupo II**

Clase de temperatura (código T)	Máxima temperatura de la superficie (°C)
T1	≤450
T2	≤300
T3	≤200
T4	≤135
T5	≤100
T6	≤85

e) Roscado. Las conexiones roscadas deberán ser NPT o métricas. Los tubos conduit y accesorios se deben apretar firmemente con llave para prevenir las chispas cuando a través del sistema de tubos conduit fluya una corriente de falla y asegurar la integridad a prueba de explosiones o llamas del sistema de tubo conduit, donde sea aplicable. El equipo provisto de entradas roscadas para conexiones de alambrado en campo se debe instalar de acuerdo con (1) o (2) y (3) siguientes:

1) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o tubo conduit con rosca NPT. Para equipos provistos con entradas roscadas para tubo conduit o accesorios con roscas tipo NPT se deben utilizar accesorios de tubo conduit o accesorios para cables.

Las entradas NPT en los equipos a prueba de fuego o a prueba de explosiones se harán con al menos cinco hilos totalmente introducidos.

Excepción: Para equipo aprobado a prueba de explosión o a prueba de llama, las entradas NPT roscadas en fábrica se deben hacer con por lo menos 4 ½ hilos totalmente introducidos.

2) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o tubo conduit con rosca métrica. Para estos equipos las entradas se deben identificar como métricas. Para la conexión a un tubo conduit o accesorios con rosca NPT, se deben usar adaptadores.

Para entradas métricas en equipo a prueba de explosión o a prueba de llama deben tener una clase de ajuste de al menos 6g/6H y estar hechas con al menos cinco hilos totalmente introducidos para los grupos C, D, IIB o IIA y no menos de ocho hilos totalmente introducidos para los grupos A, B, IIC, o IIB + H₂.

3) Entradas que no se usen. Todas las entradas que no se usen deben ser cerradas con tapones aprobados para el lugar y deben mantener el tipo de protección. El tapón debe cumplir con (1) o (2) anteriores.

f) Cables de fibra óptica. Un cable de fibra óptica con o sin conductores de corriente (cable de fibra óptica compuesto), debe ser instalado para hacer frente al riesgo de incendio asociado y sellado para hacer frente al riesgo de explosión asociado, de acuerdo con los requerimientos de 505-15 y 505-16.

505-15. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben mantener la integridad de las técnicas de protección y deben cumplir con (a) hasta (c) siguientes:

a) Clase I, Zona 0. En lugares Clase I, Zona 0 los equipos protegidos por la seguridad intrínseca "ia" y el equipo protegido por encapsulación "ma" deberán conectarse utilizando circuitos intrínsecamente seguros "ia" con métodos de alambrado intrínsecamente seguros según el Artículo 504.

b) Clase I, Zona 1.

1) Generalidades. En lugares Clase I, Zona 1 se permitirán todos los métodos de alambrado indicados de (a) hasta (i) siguientes:

- a. Todos los métodos de alambrado permitidos por **a)** anterior.
- b. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, y donde el cable no esté sujeto a daños físicos, cables de los tipos MC y MC-HL aprobados para uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con una armadura continua metálica corrugada hermética al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado y unos conductores separados de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-122, y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación. El cable del tipo MC-HL se debe instalar de acuerdo con las disposiciones del Artículo 330, Parte B.
- c. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, y donde el cable no esté sujeto a daños físicos, cables del tipo ITC-HL aprobados para uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con un forro continuo metálico corrugado hermético al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación. El cable Tipo ITC-HL se debe instalar de acuerdo con lo previsto en el Artículo 727.

NOTA: Ver 727-4 y 727-5 con relación a las restricciones del uso del cable tipo ITC.

- d. Cables del tipo MI con accesorios terminales aprobados para lugares de Clase I, Zona 1 o División 1. Los cables del tipo MI se deben instalar y sostener de manera que se eviten esfuerzos de tensión en los accesorios terminales.
 - e. Tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit semipesado de acero roscado.
 - f. Se permitirá tubo conduit del tipo PVC y tubo conduit del tipo RTRC, cuando esté embebido en concreto con un espesor mínimo de 5 centímetros y esté enterrado cuando menos 60 centímetros, medidos desde la parte superior del tubo conduit hasta el nivel del suelo. Se debe usar tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit semipesado de acero roscado para los últimos 60 centímetros del tramo subterráneo hasta que salga de la tierra o hasta el punto de conexión con la canalización que vaya sobre el suelo. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos para dar continuidad eléctrica al sistema de canalizaciones y para poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente.
 - g. Se permitirá el tipo de protección de seguridad intrínseca "ic" mediante la aplicación de los métodos de cableado especificados en el Artículo 504.
 - h. Se permitirá la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en canalizaciones, de acuerdo con lo establecido en la sección 505-15(b). Los cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 505-16.
 - i. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, para aplicaciones limitadas a 600 volts nominales o menos, para diámetros de cables de 25 milímetros o menos y donde el cable no esté sujeto a daños físicos, cables del tipo TC-ER-HL adecuados para su uso en lugares de Clase I, Zona 1, con una chaqueta entera y uno o más conductores separados de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con lo establecido en la sección 250-122, y terminados con accesorios adecuados para el lugar; los cables del tipo TC-ER-HL deben instalarse de conformidad con lo descrito en las disposiciones del Artículo 336, incluidas las restricciones de la sección 336-10(7).
- 2) Conexiones flexibles.** Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, se permitirán accesorios flexibles para lugares Clase I, Zona 1 o División 1 o cordón flexible de acuerdo con las disposiciones de 505-17 terminado con un conector de cordón aprobado, que mantenga el tipo de protección de la terminal del compartimiento.

c) Clase I, Zona 2.

1) Generalidades. En los lugares Clase I, Zona 2 se permitirán los métodos de alambrado siguientes:

- a. Todos los métodos de alambrado permitidos en 505-15(b).

- b. Cables tipo, MC, MT, TC o TC-ER con accesorios terminales aprobados, incluyendo la instalación en sistemas de charolas portacables. Los cables del tipo MT de un solo conductor deben ser blindados o con armadura metálica.
- c. Cables tipo ITC e ITC-ER según lo permitido en 727-4 y terminado con accesorios aprobados
- d. Cables tipo PLTC y PLTC-ER que cumplan lo establecido en el Artículo 725, incluyendo la instalación en sistemas de charolas portacables. El cable PLTC se debe instalar con accesorios terminales aprobados.
- e. Electroductos (*busway*) con empaques, ductos eléctricos encerrados con empaques.
- f. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación y donde el tubo conduit metálico no brinda suficiente resistencia a la corrosión, se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), codos elaborados en fábrica y accesorios asociados, todos aprobados y marcados con el sufijo -XW, y tubo conduit de PVC Cédula 80, codos elaborados en fábrica y accesorios asociados. En donde se exigen sellos para las condiciones de límites como los que se definen en 505-16(c)(1)(b), el método de alambrado de la Zona 1 se debe extender en el área de la Zona 2 hasta el sello, que se debe ubicar en el lado de la Zona 2 del límite entre Zona 1 – Zona 2.
- g. Se permitirá protección intrínsecamente segura tipo “ic” utilizando cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas con protección intrínsecamente segura tipo “ic” se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en el plano de control, se permitirán en un circuito intrínsecamente seguro tipo “ic” siempre que tal aparato no interconecte el sistema intrínsecamente seguro tipo “ic” con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en el Artículo 100.

- h. Debe permitirse la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en bandejas portacables o cualquier otra canalización, de acuerdo con lo establecido en la sección 505-15(c). Los cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 505-16.
- i. Canalizaciones prealambradas

Los circuitos separados de intrínsecamente seguros tipo “ic” se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

- (1) En cables separados.
- (2) En cables multiconductores, en los que los conductores de cada circuito están dentro de una armadura metálica puesta a tierra.
- (3) En cables multiconductores, en los que los conductores de cada circuito tienen aislamiento con espesor mínimo de 0.25 milímetros.

2) Conexiones flexibles. Cuando debe haber disposiciones para una flexibilidad limitada, se permitirá usar accesorios metálicos flexibles, tubo conduit metálico flexible con accesorios aprobados, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados o cordón flexible de acuerdo con las disposiciones de 505-17, terminado con un conector de cordón aprobado que mantenga el tipo de protección de la terminal del compartimiento.

NOTA: Para los requisitos de puesta a tierra cuando se use tubo conduit flexible, ver 505-25(b).

Excepción: Para uso en ascensores, debe permitirse un cable para ascensores identificado para tal fin, del Tipo EO, ETP o ETT, especificado en la columna “uso” de la tabla 400-4 para “lugares (clasificados como) peligrosos”, que esté terminado con conectores que mantengan el tipo de protección del compartimiento del terminal.

505-16. Sellado y drenaje. Los sellos en los sistemas de tubo conduit y cables deben cumplir las disposiciones de (a) hasta (e) siguientes. Se debe usar un compuesto sellante en los accesorios terminales de los cables del tipo MI para prevenir que entre humedad o algún líquido en el aislamiento del cable.

NOTA 1: Los sellos se utilizan en los sistemas de tubo conduit y cables para reducir al mínimo el paso de gases y vapores y prevenir el paso de llamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través del tubo conduit. Dicho paso a través del cable del tipo MI se previene en forma inherente a su construcción. A menos

que sean diseñados y probados específicamente para el propósito, los sellos de tubo conduit y cables no están diseñados para prevenir el paso de líquidos, gases o vapores a una presión diferencial continua a través del sello. Incluso aunque haya diferencias de presión a través del sello, equivalentes a algunos centímetros de agua, puede haber un paso lento de gases o vapores a través del sello y a través de los conductores que pasan por él. Ver (c)(2)(b) de esta sección. Las temperaturas extremas y los líquidos y vapores muy corrosivos pueden afectar la capacidad del sello para cumplir su función prevista. Ver (d)(2) de esta sección.

NOTA 2: A través de los intersticios entre los hilos de los conductores trenzados de tamaño mayor de 33.6 mm² (2 AWG) se pueden introducir gases o vapores y propagarse las llamas. Un medio para reducir las entradas y prevenir la propagación de las llamas consiste en utilizar conductores de construcción especial, por ejemplo, de hilos compactados, o sellando los hilos individuales.

a) Zona 0. En lugares Clase I, Zona 0, los sellos se deben ubicar de acuerdo con (1), (2) y (3) siguientes.

1) Sellos del tubo conduit. Se deben proporcionar sellos a una distancia no mayor de 3.00 metros de donde el tubo conduit sale de un lugar de Zona 0. No debe haber uniones, coples, cajas ni accesorios, excepto reductores aprobados en el sello, en el tramo de tubo conduit entre el sello y el punto en el cual el tubo conduit sale del lugar.

Excepción: No se exigirá que esté sellado un tubo conduit rígido continuo que pase completamente a través del lugar de Zona 0 sin accesorios a menos de 30 centímetros más allá de cada límite, si los puntos de terminación del tubo conduit continuo están en lugares no clasificados.

2) Sellos del cable. Se deben proporcionar sellos en los cables en el primer punto de terminación después de entrar en el lugar de Zona 0.

3) No se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama. No se exigirá que los sellos sean a prueba de explosión o a prueba de llama.

b) Zona 1. En lugares Clase I, Zona 1 los sellos se deben ubicar de acuerdo con (1) hasta (8) siguientes.

1) Envoltentes con protección del tipo "d" o "e". Se debe instalar un sello a una distancia máxima de 5 centímetros en cada tubo conduit que entra en una envoltente con protección del tipo "e" o "d".

Excepción 1: Cuando la envoltente con protección del tipo "d" está marcada para indicar que no requiere sello.

Excepción 2: Para protección del tipo "e", se permitirán tubos conduit y accesorios que utilicen únicamente juntas de canalizaciones o accesorios NPT a NPT aprobados para la protección del tipo "e", entre la envoltente y el sello, y no se exigirá que el sello esté a una distancia de 5 centímetros de la entrada.

NOTA: Ejemplos de accesorios que usan roscas que no son NPT incluyen los coples de tubo conduit, codos con casquillo, uniones y drenajes de ventilación.

Excepción 3: No se exigirá sello para los tubos conduit instalados entre envoltentes con protección del tipo "e" que usan únicamente uniones de canalización o accesorios de tubo conduit NPT a NPT aprobados para la protección del tipo "e".

2) Equipo a prueba de explosión. Se deben suministrar sellos de tubo conduit en cada tubo conduit que entra a un equipo a prueba de explosión, de acuerdo con (a), (b) y (c) siguientes.

a. En cada entrada de tubo conduit a una envoltente a prueba de explosión cuando aplique cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) La envoltente contiene aparatos tales como interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o resistencias que puedan producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas que se consideren como una fuente de ignición en condiciones normales de funcionamiento, o (2) la entrada es de designador métrico de 53 (tamaño comercial 2) o más grande y la envoltente contenga terminales, empalmes o derivaciones. Para los propósitos de esta sección, se debe considerar como alta temperatura cualquiera que exceda el 80 por ciento de la temperatura de autoignición en grados Celsius, del gas o vapor involucrado.

Excepción: No se requerirán sellos para tubo conduit que entra en una envoltente en donde los interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o las resistencias cumplen una de las siguientes condiciones:

- a) Están encerrados dentro de una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores.
- b) Están sumergidos en aceite.
- c) Están encerrados dentro de una cámara a prueba de explosión sellada en fábrica ubicado dentro de la envoltente identificado para ese lugar y marcado con las palabras "sellado en fábrica" o equivalente,

- (2) La entrada de la envolvente sea de designador métrico 53 (tamaño comercial 2) o más grande y el envolvente contenga terminales, empalmes y derivaciones.

Un envolvente identificado para el lugar y marcado "línea sellada en fábrica" "sellado en fábrica", "Sello no requerido" o un equivalente no se debe considerar que las carcassas selladas en fábrica sirvan como sello para otra envolvente adyacente a prueba de explosión que se exige que tenga un sello de conduit.

- b. Los sellos de conduit se deben instalar a una distancia máxima de 45 centímetros de la envolvente. Entre el accesorio de sellado y la envolvente a prueba de explosión sólo se permitirán uniones, coples, reductores, codos, codos con casquillo y cajas de paso similares a los tipos en L, en T y en cruz, todos ellos a prueba de explosión y que no sean más grandes que el tamaño comercial del tubo conduit.
- c. Cuando dos o más envolventes a prueba de explosión para los cuales se exigen sellos de conduit por 505-16 (b)(2), están conectadas mediante niples o tramos de tubo conduit de máximo 90 centímetros de longitud, se debe considerar suficiente un solo sello de conduit en cada conexión con niple o tramo de tubo conduit, si está ubicado a máximo 45 centímetros de cualquiera de las carcassas.

3) Envolventes presurizadas. Se deben suministrar sellos de conduit en cada entrada de tubo conduit en una envolvente presurizada, en donde el tubo conduit no está presurizado como parte del sistema de protección. Los sellos de conduit se deben instalar a una distancia no mayor de 45 centímetros de la envolvente presurizada.

NOTA: La instalación del sello lo más cerca posible de la envolvente reducirá problemas con el purgado del espacio de aire muerto en el tubo conduit presurizado.

4) Límite de la Clase I, Zona 1. Se deben suministrar sellos de tubo conduit en cada tramo de tubo conduit que salga de un lugar de Clase I, Zona 1. Se permitirá ubicar el accesorio de sellado en cualquier lado del límite de dicho lugar, a una distancia no mayor de 3.00 metros de dicho límite y debe estar diseñado e instalado para reducir al mínimo la cantidad de gas o vapor dentro de la porción de tubo conduit de la Zona 1 que se comuniquen con el tubo conduit que está más allá del sello. En el tramo comprendido entre el sello del tubo conduit y el punto en el que el tubo conduit sale del lugar de Zona 1, no debe haber uniones, coples, cajas ni accesorios, excepto los reductores a prueba de explosión, en el sello del tubo conduit.

Excepción: No se exigirá sellar los tubos conduit metálicos que no contengan uniones, coples, cajas o accesorios y que atraviesen completamente un lugar de Clase I, División 1 y que no tengan accesorios a menos de 30 centímetros más allá de cada límite, si los puntos de terminación del tubo conduit continuo están en lugares no clasificados.

5) Cables con capacidad para transmitir gases o vapores. En los tubos conduit que contengan cables con forro continuo hermético a los gases y vapores, a través de cuyo núcleo central puedan transmitir gases o vapores, se deben sellar en el lugar de Zona 1 después de quitar la cubierta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee a cada conductor con aislamiento individual o tubo de fibra óptica y a la cubierta externa.

Excepción: Los cables multiconductores con un forro continuo hermético a los gases y vapores, a través de cuyo núcleo central se puedan transmitir gases o vapores, se pueden considerar como un solo conductor, sellando el cable en el tubo conduit a una distancia no mayor de 45 centímetros de la envolvente y el extremo del cable dentro de la envolvente con un medio aprobado para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de las llamas dentro del núcleo del cable, o por otros métodos aprobados. Para cables con pantalla y cables de pares trenzados no se exigirá quitar el material de blindaje ni separar el par trenzado.

6) Cables sin capacidad para transmitir gases o vapores. Si el cable no tiene la capacidad para transmitir gases o vapores a través de su núcleo central, cada cable multiconductor o de multifibras ópticas instalado en tubo conduit se debe considerar como un solo conductor o como un solo tubo de fibra óptica. Estos cables se deben sellar de acuerdo con 505-16(d).

7) Cables que entran en las carcassas. Se deben suministrar sellos de cable para cada cable que entre en envolventes a prueba de explosión o a prueba de llama. El sello debe cumplir con 505-16(d).

8) Límite de la Clase I, Zona 1. Los cables se deben sellar en el punto en el cual salen del lugar de Zona 1.

Excepción: Cuando el cable está sellado en su punto de terminación.

c) Zona 2. En lugares Clase I, Zona 2 los sellos se deben ubicar de acuerdo con (1) y (2) siguientes.

1) Sellos de conduit. Los sellos de conduit se deben ubicar de acuerdo con (a) y (b)

- a. Para las conexiones con envoltentes que se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama, se debe instalar un sello de conduit de acuerdo con (b)(1) y (b)(2) siguientes. Todas las porciones del tramo de tubo conduit o niple entre el sello y dicha envoltente deben cumplir lo establecido en (b) siguiente.
- b. En cada tramo de tubo conduit que pase de lugares Clase I, Zona 2 a lugares no clasificados. Se permitirá que el accesorio de sellado esté a cualquier lado del límite de dicho lugar y a una distancia no mayor de 3.00 metros de dicho límite, y debe estar diseñado e instalado para reducir al mínimo la cantidad de gas o vapor en la porción de tubo conduit dentro de la Zona 2 que se comunice con el tubo conduit que está más allá del sello. Entre el accesorio de sellado y el punto en el cual el tubo conduit sale del lugar de la Zona 2, se debe usar tubo conduit metálico pesado o tubo conduit semipesado de acero roscado, y se debe usar una conexión roscada en el accesorio de sellado. Excepto por los reductores a prueba de explosión aprobados en el sello del tubo conduit, no debe haber uniones, coples, cajas o accesorios entre el sello de conduit y el punto en el cual el tubo conduit sale del lugar de Zona 2. Los tubos conduit se deben sellar para minimizar la cantidad de gas o vapor dentro de la parte del tubo conduit que está en la Clase 1, Zona 2 que comunica al tubo conduit más allá del sello. Tales sellos no se requerirán a prueba de llama o explosión, pero deben estar identificados para el propósito de minimizar el paso de gases bajo condiciones normales de operación y deben ser accesibles.

Excepción 1: No se exigirá sellar los tubos conduit metálicos que no contengan uniones, coples, cajas ni accesorios, que atraviesen completamente un lugar de Clase I, Zona 2 y que no tengan accesorios a menos de 30 centímetros más allá de cada límite, si los puntos de terminación de los tubos conduit continuos están en lugares no clasificados.

Excepción 2: No se exigirá sellar, en el punto donde pasan desde un lugar de Clase I Zona 2 hasta un lugar no clasificado, los sistemas de tubos conduit que terminan en lugares no clasificados, cuando se hace una transición del método de alambrado a charola portacables, grupo o ensamble de cables, electroductos (*busway*) ventiladas, cable del tipo MI o a un cable no instalado en ninguna charola portacables o sistema de canalización. El lugar no clasificado debe ser exterior, o se permitirá que sea interior si el sistema de tubos conduit está todo en un solo cuarto. Los tubos conduit no deben terminar en una envoltente que contenga fuentes de ignición en condiciones normales de funcionamiento.

Excepción 3: No se exigirá un sello en el límite en los sistemas de tubos conduit que pasen desde una envoltente o cuarto no clasificado, como resultado de la presurización, hasta un lugar de Clase I, Zona 2.

Excepción 4: No se exigirá sellar los segmentos del sistema de tubos conduit sobre el piso, cuando pasen desde un lugar de Clase I, División 2 a un lugar no clasificado, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Ninguna parte del segmento del sistema de tubos conduit que pasa a través de un lugar Zona 0 o Zona 1, tiene uniones, coples, cajas o accesorios dentro de una distancia de 30 centímetros del lugar Zona 0 o Zona 1.
- (2) El segmento del sistema de tubos conduit está localizado completamente en el exterior.
- (3) El segmento del sistema de tubos conduit no está conectado directamente a bombas encapsuladas, conexiones de proceso o de servicio para mediciones de presión, de caudal o de análisis, etc., que dependan de un sólo sello de compresión, diafragma o tubo para prevenir la entrada de fluidos inflamables o combustibles al sistema de tubos conduit.
- (4) El segmento del sistema de tubos conduit contiene únicamente tubos conduit metálicos, uniones, coples, cajas de paso y accesorios roscados en el lugar no clasificado.
- (5) El segmento del sistema de tubos conduit está sellado en su entrada a cada envoltente o a accesorios terminales de carcasas que contengan terminales, empalmes o derivaciones en lugares Zona 2.

2) Sellos de cable. Los sellos de cable se deben colocar de acuerdo con (a), (b) y (c) siguientes.

- a. Envoltentes a prueba de explosión o a prueba de llama. Los cables que entren en envoltentes que se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama se deben sellar en el punto de entrada. El sello debe cumplir con 505-16(d). Los cables multiconductores o de multifibras ópticas, con un forro continuo hermético a los gases y al vapor, con capacidad para transmitir gases o vapores a

través del núcleo del cable, se deben sellar en el lugar de Zona 2, después de quitar la cubierta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee a cada conductor con aislamiento individual de una manera tal que reduzca al mínimo el paso de gases y vapores. Los cables multiconductores o de multifibras ópticas instalados en tubo conduit se deben sellar como se describe en 505-16(b)(4).

Excepción 1: No se exigirá sello en el límite para los cables que pasen desde una envolvente o cuarto no clasificado como resultado de una presurización tipo Z, hasta un lugar de Zona 2.

Excepción 2: En cables con pantalla y cables de pares trenzados no se exigirá remover el material de blindaje ni separar los pares trenzados, siempre que la terminación esté hecha por medios aprobados para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de la llama dentro del núcleo del cable.

- b. Cables que no transmiten gases ni vapores. No se exigirá sellar los cables con forro continuo hermético al vapor y a los gases y que no transmitan gases ni vapores a través del núcleo del cable por encima de la cantidad permitida para los accesorios de sellado, excepto lo exigido en 505-16(c)(2)(a). El tramo mínimo de dichos cables no debe ser inferior a la longitud que limite el flujo de gases o vapores a través del núcleo de cable a la tasa permitida para los accesorios de sellado, $200 \text{ cm}^3/\text{h}$ de aire a una presión de 1500 pascales (0.02 kg/cm^2).

NOTA: El núcleo del cable no incluye los intersticios entre los hilos trenzados de los conductores.

- c. Cables con capacidad de transmitir gases o vapores. No se exigirá sellar los cables que tienen un forro continuo hermético al vapor y a los gases, que puedan transmitir gases o vapores a través del núcleo, excepto lo exigido en 505-16(c)(2)(a), a menos que el cable esté conectado a dispositivos o equipos de procesos que puedan originar una presión mayor que 1500 pascales (0.02 kg/cm^2) ejercida en el extremo del cable, en cuyo caso se debe instalar un sello, barrera u otro medio que impida la migración de vapores o gases inflamables hacia un lugar no clasificado.

Excepción: Se permitirá que los cables con un forro ininterrumpido hermético a gases y vapores pase sin sellos a través de un lugar Clase I, Zona 2.

- d. Cables sin forro continuo hermético a gases y vapores. Los cables sin forro continuo hermético a gases y vapores se deben sellar en el límite de los lugares de Zona 2 y no clasificado, de manera que se reduzca al mínimo el paso de gases o vapores hacia el lugar no clasificado.

NOTA: El forro del cable puede ser de material metálico o no metálico.

d) Clase I, Zonas 0, 1 y 2. Donde se exijan sellos en los lugares Clase I, Zonas 0, 1 y 2, deben cumplir con lo establecido en (1) hasta (5) siguientes.

1) Accesorios. Las envolventes para conexiones o equipos deben tener medios integrales para su sellado, o se deben utilizar accesorios de sellado aprobados para el lugar. Los accesorios de sellado deben estar aprobados para uso con uno o más compuestos específicos y deben ser accesibles.

2) Compuesto. El compuesto debe proporcionar un sello contra el paso de gases o vapores a través del accesorio de sellado, no debe ser afectado por la atmósfera o los líquidos circundantes, y su punto de fusión no debe ser inferior a 93°C .

3) Espesor del compuesto. En un sello terminado, el espesor mínimo del compuesto sellante no debe ser menor al tamaño comercial del accesorio de sellado, y en ningún caso menor de 16 milímetros.

Excepción: No se exigirá que los accesorios de sellado para cables tengan un espesor mínimo igual al tamaño comercial del accesorio.

4) Empalmes y derivaciones. No se deben hacer empalmes ni derivaciones en accesorios proyectados únicamente para sellamiento con compuesto, y los accesorios en los que se hayan hecho empalmes y conexiones no se deben rellenar con compuesto.

5) Porcentaje de ocupación de los conductores o fibras ópticas. El área de la sección transversal de los conductores o tubos de fibra óptica (metálicos o no metálicos) permitidos en un sello no debe exceder el 25 por ciento del área de la sección transversal del tubo conduit metálico pesado del mismo tamaño comercial, a menos que esté aprobado específicamente para un porcentaje de ocupación mayor.

e) Drenaje

1) Equipo de control. Cuando exista la probabilidad de que puedan quedar atrapados líquidos u otros vapores condensados dentro de las envolventes para equipos de control o en cualquier punto de un sistema de canalización, se deben proporcionar medios aprobados para prevenir la acumulación o para permitir el drenaje periódico de dichos líquidos o vapores condensados.

2) Motores y generadores. Cuando se estime que existe la probabilidad de que se acumulen líquidos o vapores condensados dentro de los motores o generadores, las uniones y los sistemas de tubos conduit se deben instalar de forma que se reduzca al mínimo la entrada de líquidos. Si se juzga necesario un medio para prevenir la acumulación o para permitir el drenaje periódico, dicho medio debe instalarse en la fábrica y se debe considerar como parte integral de la máquina.

505-17 Cables, cordones y conexiones flexibles en lugares Clase I, Zonas 1 y 2.

a) Cordones flexibles, Clase I, Zonas 1 y 2. Se permitirá un cordón flexible para la conexión entre el equipo portátil de alumbrado u otro equipo de utilización portátil y la porción fija de su circuito de alimentación. También se permitirá usar cordón flexible para la porción del circuito donde los métodos de alambrado fijos de 505-15(b) y (c) no pueden proporcionar el grado necesario de movimiento para el equipo eléctrico de utilización fijo y móvil, en un establecimiento industrial donde las condiciones de mantenimiento y supervisión de ingeniería garantizan que únicamente personas calificadas instalarán y atenderán la instalación y el cordón flexible esté protegido contra daños por su ubicación o por una protección adecuada. La longitud del cordón flexible debe ser continua. Cuando se usen cordones flexibles, éstos deben cumplir con las siguientes condiciones:

- (1) Ser de un tipo aprobado para uso extra rudo.
- (2) Contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra de equipos que cumpla lo establecido en 400-23.
- (3) Estar conectados a las terminales o a los conductores de alimentación de una manera aprobada.
- (4) Estar sostenidos por abrazaderas u otro medio adecuado de una manera que prevenga la tensión mecánica en las conexiones de los terminales.
- (5) Estar equipados con conector de cordón aprobado para mantener el tipo de protección en donde el cordón flexible entre en cajas, accesorios o envolventes que se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama.
- (6) El cordón que entre en una envolvente con seguridad incrementada "e" debe terminar con un conector aprobado de cordón para seguridad incrementada "e".

NOTA: Ver 400-10 con respecto a los usos permitidos de los cordones flexibles.

Las bombas eléctricas sumergibles con medios para su retiro sin entrar en el foso mojado se deben considerar como equipo de utilización portátil. Se permitirá la extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre el pozo y la fuente de alimentación.

Los mezcladores eléctricos proyectados para entrar y salir de tanques o recipientes de mezcla del tipo abierto se deben considerar equipo de utilización portátil.

NOTA: Ver 505-18 con respecto a los cordones flexibles sujetos a líquidos con efectos dañinos en el aislamiento del conductor.

b) Conexiones de instrumentación para la zona 2. Para facilitar los reemplazos, debe permitirse conectar los instrumentos de control de procesos mediante cordones flexibles, clavijas de conexión y contactos, siempre que se apliquen todas las siguientes condiciones:

(1) Se provea un interruptor para Zona 2, de modo que no se dependa de la clavija de conexión para interrumpir la corriente, a menos que el circuito sea de tipo de protección "ia", "ib" o "ic", en cuyo caso no se requiere el interruptor.

(2) La corriente no exceda de 3 amperes a 120 volts nominales.

(3) El cordón de alimentación no tenga más de 90 centímetros, sea de un tipo adecuado para uso extra rudo para uso rudo, si está protegido por su ubicación, y está alimentado a través de una clavija de conexión y un contacto del tipo de seguridad y con polo a tierra.

(4) Se provean solamente los contactos necesarios.

(5) El contacto lleve una etiqueta que advierta contra la desconexión bajo carga

505-18. Conductores y aislamiento del conductor.

a) Conductores. Para el tipo de protección “e”, los conductores de alambrado de campo deben ser de cobre. Todo conductor (incluidos los de repuesto) que entren en equipos del tipo “e” debe terminar en una terminal del tipo “e”.

b) Aislamiento del conductor. Cuando los líquidos o vapores condensados puedan acumularse sobre o entrar en contacto con el aislamiento de los conductores, dicho aislamiento debe ser de un tipo identificado para uso en estas condiciones, o el aislamiento debe estar protegido por un recubrimiento de plomo o por otro medio aprobado.

505-19. Partes expuestas sin aislar. No debe haber partes expuestas sin aislar, como conductores eléctricos, barras conductoras, terminales o componentes que funcionen a más de 30 volts (15 volts en lugares mojados). Estas partes se deben proteger además con un tipo de protección ia, ib o nA que sea adecuado para el lugar.

505-20. Requisitos para los equipos

a) Zona 0. En áreas Clase I, Zona 0 se permiten únicamente equipos específicamente aprobados y marcados como adecuados para uso en esas áreas.

Excepción: Se permite utilizar equipos intrínsecamente seguros aprobados para uso en áreas Clase I, División 1 para el mismo gas, o como se permite en 505-9(b)(2) y con una temperatura nominal adecuada.

b) Zona 1. En áreas Clase I, Zona 1 se permiten únicamente equipos específicamente aprobados y marcados como adecuados para uso en esas áreas.

Excepción 1: Se permite utilizar equipos aprobados para uso en áreas Clase I, División 1 o aprobados para uso en áreas Zona 0 para el mismo gas, o como se permite en 505-9(b)(2) y con una temperatura nominal adecuada

Excepción 2: Se permitirá usar equipos identificados para Clase I, Zona 1 o Zona 2 y con protección del tipo “p”.

c) Zona 2. En áreas Clase I, Zona 2 se permiten únicamente equipos específicamente aprobados y marcados como adecuados para uso en esas áreas.

Excepción 1: Se permite utilizar equipos aprobados para uso en áreas Zona 0 o Zona 1 para el mismo gas, o como se permite en 505-9(b)(2) y con una temperatura nominal adecuada.

Excepción 2: Se permitirá usar equipos identificados para Clase I, Zona 1 o Zona 2 y con protección del tipo “p”.

Excepción 3: Se permite utilizar equipos aprobados para uso en áreas Clase I, División 1 o División 2 para el mismo gas, o como se permite en 505-9(b)(2) y con una temperatura nominal adecuada.

Excepción 4: En áreas Clase I Zona 2 se permite la instalación de motores abiertos o motores cerrados que no son a prueba de explosión ni a prueba de llama, como los motores de inducción de jaula de ardilla, sin escobillas, sin mecanismos de conmutación o dispositivos similares que producen arcos eléctricos, que no están identificados para uso en un área Clase 1, Zona 2.

NOTA 1: Es importante considerar la temperatura de las superficies interna y externa que pueden estar expuestas a la atmósfera inflamable.

NOTA 2: Es importante considerar el riesgo de ignición debido a las corrientes que producen arcos a través de discontinuidades y de sobrecalentamiento de partes en envolventes de múltiples secciones de motores y generadores de gran tamaño. Estos motores y generadores pueden necesitar puentes de unión equipotencial en las juntas de la envolvente y de la envolvente a tierra. Si se sospecha la presencia de gases o vapores inflamables, se puede necesitar una purga con aire limpio inmediatamente antes y durante los periodos de arranque.

d) Materiales. Se permitirán equipos marcados como de Grupo IIC para aplicaciones que requieran equipos de Grupo IIA o de Grupo IIB. De manera similar, deben permitirse equipos marcados como de Grupo IIB para aplicaciones que requieran equipos de Grupo IIA.

Se permitirán equipos marcados para gases o vapores específicos para aplicaciones donde pueda haber gases o vapores específicos.

NOTA: Un ejemplo común combina estas marcas con equipos marcados IIB +H2. Estos equipos son adecuados para aplicaciones que requieran equipos de Grupo IIA, equipos de Grupo IIB o equipos para atmósferas de hidrógeno.

e) Instrucciones del fabricante. El equipo eléctrico instalado en áreas peligrosas (clasificadas) se debe instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

505-22. Motores y generadores de seguridad incrementada "e". En áreas Clase I, Zona 1, los motores y generadores de seguridad incrementada "e", de todas las capacidades de tensión, deben estar aprobados para áreas Zona 1 y deben cumplir con (1) hasta (8) siguientes:

- (1) Los motores se deben marcar con la relación de corriente, I_A/I_N y un tiempo t_E .
- (2) Los motores deben tener los controladores identificados con el número de modelo o de identificación, potencia nominal de salida (en kilowatts o en caballos de fuerza), corriente de plena carga en amperes, relación de corriente de arranque (I_A/I_N) y tiempo (t_E) de los motores que van a proteger; el marcado del controlador también debe incluir el tipo específico de protección contra sobrecarga (y ajuste, si es aplicable) que está aprobado con el motor o generador.
- (3) Las conexiones se deben hacer con las terminales específicas aprobadas con el motor o generador.
- (4) Se permite que las cajas de las terminales sean de un material sólido, no metálico y no combustible, siempre que estén equipadas con medios internos para puesta a tierra entre la carcasa del motor y la conexión de puesta a tierra del equipo, incorporados dentro de la caja.
- (5) Las disposiciones de la parte C del Artículo 430 se deben aplicar, independientemente de la tensión del motor.
- (6) Los motores se deben proteger contra sobrecarga por un dispositivo separado que responda a la corriente del motor. Este dispositivo se debe seleccionar para que dispare, o se debe ajustar de acuerdo con la aprobación del motor y su protección contra sobrecarga.
- (7) Las Secciones 430-32(c) y 430-44 no se deben aplicar a estos motores, y
- (8) La protección contra sobrecarga del motor no se debe bloquear o quitar durante el periodo de arranque.

NOTA: Los generadores accionados por motor, compresores alternativos y otros equipos instalados en lugares de Clase I, Zona 2, pueden presentar un riesgo de ignición de los materiales inflamables, asociados con abastecimiento de combustible, arranque, compresión, etc., debido a una liberación involuntaria o al mal funcionamiento de los equipos por causa del sistema y los controles de ignición de motores.

505-25. Puesta a tierra y unión. Independientemente de la tensión del sistema eléctrico, la puesta a tierra y la unión deben cumplir con el Artículo 250 y con los requisitos (a) y (b) siguientes.

a) Uniones. No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envoltentes, etc., que intervienen entre los lugares Clase I y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

Excepción: Los medios específicos de unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor puesto a tierra del circuito y el electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, como se especifica en 250-32(b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicada en el lado carga del medio de desconexión.

b) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Los tubos conduit metálicos flexibles o tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos, deben incluir puentes de unión de equipos del tipo de alambre que cumpla con 250-102.

Excepción: En lugares Clase I, Zona 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- a. Se usa tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos de 1.80 metros o menos de longitud, con los accesorios aprobados para puesta a tierra.
- b. La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperes o menos.
- c. La carga no es una carga de utilización de potencia.

505-26. Sellado de procesos. Esta sección es aplicable a los equipos conectados al proceso, que incluyen, pero no están limitados a, bombas encapsuladas, bombas sumergibles, a instrumentos de análisis y medición de flujo, de presión o de temperatura. Un sello de proceso es un dispositivo que previene la

migración de fluidos del proceso del confinamiento designado al interior del sistema eléctrico externo. El equipo eléctrico conectado al proceso que tenga un solo sello de proceso, tal como un sello de compresión, diafragma o tubo para prevenir la entrada de fluidos inflamables o combustibles a la canalización o al sistema de cables capaces de transmitir fluidos, debe ser provisto de medios adicionales para mitigar una falla simple del sello del proceso. Los medios adicionales pueden incluir, pero no están limitados a lo siguiente:

- (1) Una barrera que pueda soportar las condiciones de presión y temperatura del proceso a los que estaría sujeta en caso de falla simple del sello del proceso. Debe haber una abertura o drenaje entre el sello del proceso y la barrera. Debe haber una indicación de la falla del sello del proceso, que puede ser una señal visible de la fuga, una alarma sonora o cualquier otra forma de monitoreo.
- (2) La instalación de un ensamble de cables aprobados Tipo MI, dimensionado a no menos del 125 por ciento de la presión del proceso y no menos del 125 por ciento de la temperatura máxima del proceso (en grados Celsius), entre el cable o la canalización y el sello del proceso.
- (3) Una abertura o drenaje localizado entre el sello del proceso y el sello de la canalización o cable. La abertura o drenaje debe estar suficientemente dimensionado para prevenir una sobrepresión mayor de 1500 pascales (0.02 kg/cm²) en el sello de la canalización o del cable. Debe haber una indicación de la falla del sello del proceso que puede ser una señal visible de la fuga, una alarma sonora o cualquier otra forma de monitoreo.
- (4) Un sello secundario complementario marcado como "sello secundario" y adecuado para las condiciones de presión y temperatura a las cuales estará sometido ante la falla del sello de proceso único.

No se requerirán otros medios adicionales de sellado para el equipo eléctrico conectado al proceso que no depende de un solo sello de proceso o esté aprobado y marcado "sello sencillo" o "sello dual".

ARTÍCULO 506

LUGARES EN ZONAS 20, 21 Y 22 PARA POLVOS COMBUSTIBLES

O FIBRAS/PARTÍCULAS SUSPENDIDAS INFLAMABLES

506-1 Alcance. Este artículo trata de los requisitos para el sistema de clasificación por zonas como alternativa al sistema de clasificación por división del que tratan los artículos 500, 502 y 503 para equipo eléctrico y electrónico y del alambrado para todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) en Zona 20, Zona 21 y Zona 22, donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debido a polvos combustibles o fibras/partículas suspendidas inflamables. Los polvos metálicos combustibles no están cubiertos por los requisitos de este artículo.

NOTA 1: Ver los Artículos 500 a 505 con respecto a los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y del alambrado, para todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) de Clase I, División 1 o División 2; Clase II, División 1 o División 2; Clase III, División 1 o División 2 y Clase I, Zona 0 o Zona 1 o Zona 2 en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debidos a gases, vapores o líquidos inflamables, o polvos o fibras combustibles.

NOTA 2: Zona 20, Zona 21 y Zona 22 son clasificaciones de área que se basan en el sistema de clasificación de área de IEC (International Electrotechnical Commission) modificado,

NOTA 3: Los peligros únicos asociados con agentes explosivos, pirotécnicos y de demolición no se tratan en este artículo.

506-2. Definiciones. Para los fines de este Artículo, se aplican las siguientes definiciones:

Protección por encapsulación "m": Tipo de protección donde las partes que podrían causar la ignición de una mezcla de polvo o fibras/partículas combustibles en aire, están protegidas mediante una envolvente de un compuesto, de manera que la atmósfera explosiva no pueda ser encendida.

NOTA: La encapsulación se designa como nivel de protección "maD" para uso en lugares de Zona 20. La encapsulación se designa como nivel de protección "mbD" para uso en lugares de Zona 21. El encapsulado se designa como tipo de protección "mc" para uso en lugares de Zona 22.

Protección mediante envolvente "t": Tipo de protección para atmósferas de polvo explosivo donde el aparato eléctrico tiene una envolvente que brinda protección contra el ingreso de polvo y medios para limitar las temperaturas superficiales.

NOTA: La protección mediante envolvente se designa como nivel de protección "ta" para uso en lugares de Zona 20. La protección mediante envolvente se designa como nivel de protección "tb" o "tD" para uso en lugares de Zona 21. La protección mediante envolvente se designa como nivel de protección "tc" o "tD" para uso en lugares de Zona 22.

Protección mediante seguridad intrínseca "i": Tipo de protección donde ninguna chispa o efecto térmico puede causar ignición de una mezcla de polvo, fibras o partículas combustibles en aire, bajo condiciones de prueba prescritas.

Protección mediante presurización "p": Tipo de protección contra el ingreso de una mezcla de polvo o fibras/partículas combustibles en aire en una envolvente que contiene equipo eléctrico, al suministrar y mantener una atmósfera de gas protector dentro de la envolvente a una presión por encima de la atmósfera externa.

NOTA: La seguridad intrínseca se designa como nivel de protección "iaD" o "ia" para uso en lugares de Zona 20. La seguridad intrínseca se designa como nivel de protección "ibD" o "ib" para uso en lugares de Zona 21. La seguridad intrínseca se designa como tipo de protección "ic" para uso en lugares de Zona 22.

506-3. Otros artículos. Todas las demás reglas aplicables contenidas en esta NOM se deben aplicar a los equipos eléctricos y al cableado instalados en lugares (clasificados como) peligrosos.

Excepción: Según las modificaciones descriptas en el Artículo 504 y en el presente artículo

506-4. Generalidades.

a) Documentación para ocupaciones industriales. Todas las áreas designadas como lugares peligrosos (clasificados) deben estar documentadas adecuadamente. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

b) Normas de referencia. Información importante relacionada con los temas tratados en el Capítulo 5 se puede encontrar en apéndice B.

506-5. Clasificaciones de lugares.

a) Clasificaciones de lugares. Los lugares se deben clasificar con base en las propiedades de los polvos combustibles o fibras/partículas inflamables que pueda haber en ellos, y por la posibilidad de que estén presentes combustibles, concentraciones de combustibles o cantidades de combustibles. Para determinar la clasificación, cada recinto, sección o área se debe considerar individualmente. Cuando los únicos materiales utilizados o manipulados en estos lugares sean pirofóricos, estos lugares están fuera del alcance de este artículo.

b) Lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22. Los lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 son aquellos en los que hay o puede haber polvos combustibles o fibras/partículas inflamables en el aire o en capas, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 deben incluir los especificados en (1), (2) y (3) siguientes.

NOTA: Aplicando el ingenio en el diseño de la disposición de las instalaciones eléctricas para lugares peligrosos (clasificados), frecuentemente se pueden ubicar la mayor parte de los equipos en un nivel menor de clasificación, y así reducir el número de equipos especiales necesarios.

1) Zona 20. Un lugar de Zona 20, es un lugar en el cual puede ocurrir cualquiera de los dos siguientes:

- a. Están presentes continuamente concentraciones inflamables de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables.
- b. En el cual están presentes por largos periodos de tiempo concentraciones de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables.

NOTA: La clasificación de Zona 20 incluye los lugares dentro de sistemas de contenedores de polvo, tolvas, silos, etc., ciclones y filtros, sistemas de transporte de polvo, excepto algunas partes de bandas y cadenas transportadoras, etc.; mezcladores, molinos, secadores, equipo de empaque, etc.

2) Zona 21. Un lugar de Zona 21 es un lugar puede ocurrir cualquiera de los cuatro siguientes:

- a. En el que es probable que haya presencia ocasional, en condiciones de funcionamiento normal, de concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, o
- b. En el cual, debido a operaciones de reparación o mantenimiento o a fugas, frecuentemente pueden existir concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables; o
- c. En el cual se operan equipos o se realizan procesos, de tal naturaleza que la ruptura o funcionamiento defectuoso de equipos pueden liberar concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables y simultáneamente pueden causar una falla en el equipo eléctrico de manera que provoque directamente que el equipo eléctrico se convierta en una fuente de ignición; o
- d. Que está adyacente a un lugar de Zona 20 desde el que podrían pasarse concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, a menos que ese paso se prevenga mediante una ventilación de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y con medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

Excepción: Cuando la comunicación con una Zona 20 adyacente se minimiza con una adecuada ventilación a presión de aire limpio y se proporcionen salvaguardas efectivas contra fallas de la ventilación.

NOTA: Esta clasificación usualmente incluye lugares afuera de los contenedores de polvo y en la cercanía inmediata de las puertas de acceso sometidas a remoción o apertura frecuente con propósitos de operación cuando hay presencia interna de mezclas combustibles; los lugares afuera de los contenedores de polvo en la proximidad de los puntos de llenado y vaciado, bandas de alimentación, puntos de muestreo, estaciones de descarga para camiones, puntos de descarga sobre bandas, etc. donde no se aplican medidas para prevenir la formación de mezclas combustibles; lugares afuera de los contenedores de polvo donde se acumula el polvo y es probable que, debido a operaciones del proceso, se altere la capa de polvo y forme mezclas combustibles; lugares dentro de los contenedores de polvo donde existe la probabilidad de que se formen nubes de polvo explosivo (pero no continuamente, ni por largos periodos de tiempo y tampoco frecuentemente) como, por ejemplo, silos (si se llenan o vacían sólo ocasionalmente) y el lado sucio de los filtros cuando se dan intervalos largos de auto limpieza.

3) Zona 22. Un lugar de Zona 22 es un lugar donde aplica alguna de las siguientes:

- a. En el cual no es probable la presencia, en condiciones de funcionamiento normal, de concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables y, si se presentan, sólo persistirán por un periodo corto, o
- b. En el cual se manipulan, procesan o utilizan polvo combustible o fibras/partículas inflamables, pero en el que normalmente el polvo combustible o fibras/partículas inflamables están confinados dentro de recipientes cerrados de sistemas cerrados, de donde pueden escapar únicamente como resultado del funcionamiento anormal del equipo con el cual se manipulan, procesan o utilizan los polvos o las fibras/partículas; o
- c. Que está adyacente a un lugar de Zona 21 desde el que podrían pasar concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, a menos que ese paso se prevenga mediante una ventilación de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y con medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

NOTA 1: Esta clasificación usualmente incluye las salidas de las aberturas de los filtros de bolsa, dado que en caso de mal funcionamiento puede haber emisión de mezclas combustibles; lugares cerca de equipos que se deben abrir a intervalos no frecuentes o equipos que, según la experiencia, pueden crear fugas fácilmente donde, debido a la presión mayor a la atmosférica, el polvo pueda salirse del local; equipos neumáticos, conexiones flexibles que se puedan dañar, etc.; lugares de almacenamiento para costales que contengan productos en polvo, puesto que se pueden presentar fallas en los costales durante su manipulación causando un escape de polvo; y lugares donde se forman capas de polvo controlables que probablemente originen mezclas explosivas de polvo y aire. Sólo cuando se retire la capa de polvo antes de que se puedan formar mezclas peligrosas de polvo y aire, el área se podrá designar como no peligrosa.

NOTA 2: Los lugares que normalmente se clasifican como Zona 21 pueden clasificarse como Zona 22 cuando se emplean medidas para prevenir la formación de mezclas explosivas de polvo y aire. Tales medidas incluyen ventilación por extracción. Las medidas se deben utilizar en la vecindad de los puntos de llenado y vaciado (de costales), bandas de alimentación, puntos de muestreo, estaciones de descarga para camiones, puntos de descarga sobre bandas, etc.

506-6. Grupos de materiales. Para fines de prueba, aprobación y clasificación por áreas, las distintas mezclas de aire (no enriquecidas con oxígeno) se deben agrupar como se indica a continuación:

- a) Grupo IIIC. Polvo metálico combustible. El Grupo IIIC será considerado equivalente a Clase II, Grupo E
- b) Grupo IIIB. Polvo combustible que no sea polvo metálico combustible. El Grupo IIIB será considerado equivalente a Clase II, Grupo F y C
- c) Grupo IIIA. Partículas sólidas, incluidas fibras, de más de 500 µm de tamaño nominal, que pueden estar suspendidas en aire y podrían asentarse fuera de la atmósfera por su propio peso. El Grupo IIIA debe considerarse como equivalente a la Clase III.

NOTA: Entre los ejemplos de partículas suspendidas se incluyen rayón, algodón (incluidas las pelusas y la borra), sisal, yute, cáñamo, fibra de cacao y estopa.

506-7. Precaución especial. El Artículo 506 exige que la construcción e instalación del equipo garanticen el desempeño seguro bajo condiciones adecuadas de uso y mantenimiento.

NOTA: Es importante que las autoridades a cargo de la inspección y los usuarios ejerzan un cuidado mayor al normal con relación a la instalación y el mantenimiento del equipo eléctrico en lugares peligrosos (clasificados).

a) Implementación del sistema de clasificación por zonas. La clasificación de las áreas, la ingeniería y el diseño, la selección de equipo y los métodos de alambrado, la instalación y la inspección deben ser realizados por personas calificadas.

b) Clasificación doble. En los casos de áreas dentro del mismo predio clasificadas independientemente, se permitirá que los lugares de Zona 22 estén junto a, pero que no se traslapen con los lugares de Clase II o Clase III, División 2. Los lugares de Zona 20 o Zona 21 no deben estar junto a lugares de Clase II o Clase III, División 1 o División 2.

c) Reclasificación permitida. Se permitirá que un lugar de Clase II o Clase III, División 1 o División 2 se reclasifique como un lugar de Zona 20, Zona 21 o Zona 22, siempre que todo el espacio que se clasifica debido a una sola fuente de polvo combustible o fibras/partículas inflamables se reclasifique según los requisitos de este artículo.

d) Presencia simultánea de gases inflamables y polvos o fibras/partículas combustibles. Cuando gases inflamables y polvos o fibras/partículas combustibles están presentes o puedan estarlo al mismo tiempo, la presencia simultánea se debe tomar en consideración durante la selección e instalación del equipo eléctrico y de los métodos de alambrado, incluyendo la determinación de la temperatura segura de funcionamiento del equipo eléctrico.

506-8. Técnicas de protección. Las técnicas de protección aceptables para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en lugares peligrosos (clasificados) deben ser como las descritas de (a) hasta (k) siguientes.

a) A prueba de ignición de polvo. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

b) Presurizado. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

c) Intrínsecamente segura. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

d) Hermético al polvo. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 22 para las cuales estén identificados.

e) Protección por encapsulación "m". Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

NOTA: Para la descripción de las subdivisiones de encapsulación véase 506-9(c)(2)(3).

f) Equipo no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 22 para las cuales estén identificados.

g) Protección mediante envoltente "t". Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

NOTA: Ver Tabla 506-9(c)(2)(3) para acceder a la descripción de las subdivisiones de la protección mediante envoltorio "t".

h) Protección mediante presurización "pD". Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

i) Protección mediante seguridad intrínseca "iD". Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

506-9. Requisitos del Equipo.

a) Aprobado. El equipo identificado se debe determinar como apropiado mediante uno de los siguientes:

- (1) Equipo aprobado o marcado.
- (2) Evidencia de la evaluación del equipo por parte de un laboratorio de prueba aprobado o de una entidad de inspección involucrada en la evaluación de producto.
- (3) Evidencia aceptable para la autoridad competente tal como la autoevaluación del fabricante o el criterio de ingeniería del propietario.

NOTA: La documentación adicional para el equipo puede incluir certificados que demuestren la conformidad con las normas aplicables al equipo, que indiquen las condiciones especiales de uso y otra información pertinente.

Tabla 506-9(c)(2)(3).- Designación de tipos de protección

Designación	Técnica	Zona *
iaD	Protección mediante seguridad intrínseca	20
ia	Protección mediante seguridad intrínseca	20
ibD	Protección mediante seguridad intrínseca	21
ib	Protección mediante seguridad intrínseca	21
ic	Protección mediante seguridad intrínseca	22
[iaD]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ia]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ibD]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ib]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ic]	Aparatos asociados	No clasificados**
maD	Protección mediante encapsulación	20
ma	Protección mediante encapsulación	20
mbD	Protección mediante encapsulación	21
mb	Protección mediante encapsulación	21
mc	Protección mediante encapsulación	22
pD	Protección mediante presurización	21
p	Protección mediante presurización	21
pb	Protección mediante presurización	21
tD	Protección mediante envoltorios	21
ta	Protección mediante envoltorios	20
tb	Protección mediante envoltorios	21
tc	Protección mediante envoltorios	22

* No se considera el uso cuando se utiliza una combinación de técnicas.

** Se permite instalar aparatos asociados en un lugar peligroso (clasificado) si está protegido adecuadamente usando otro tipo de protección.

b) Aprobado.

- (1) Se permitirá utilizar equipo aprobado para la Zona 20 en un lugar de Zona 21 o Zona 22 para el mismo polvo o fibras/partículas inflamables. El equipo que esté aprobado para uso en un lugar de Zona 21 se puede utilizar en un lugar de Zona 22 para el mismo polvo o fibras/partículas inflamables.

c) Marcado.

1) Equipo de división. Se permitirá que el equipo identificado para Clase II, División 1 o Clase II, División 2, además de estar marcado de acuerdo con 500-8(c), esté marcado con toda la información que se indica en (1) y (2) siguientes:

- (1) Zona 20, 21 o 22 (según sea aplicable).
- (2) Grupo de materiales, de acuerdo con lo descrito en 506-6.
- (3) Temperatura superficial máxima conforme a lo establecido en la sección 506-9(d), marcada como un valor de temperatura en grados C, precedido por "T" y seguido por el símbolo "°C".

2) Equipo de zona. El equipo que cumple una o más de las técnicas de protección descritas en 506-8 se debe marcar con la siguiente información, en el orden presentado:

- (1) Zona
- (2) Símbolo "AEx".
- (3) Técnicas de protección, de acuerdo con la Tabla 506-9(c)(2)(3).
- (4) Grupo de materiales, de acuerdo con lo descrito en 506-6.
- (5) Temperatura superficial máxima conforme a lo establecido en la sección 506-9(d), marcada como un valor de temperatura, en grados Celsius, precedida por la letra T y seguido por el símbolo "°C".
- (6) Marca de temperatura ambiente de acuerdo con 506-9(d).

NOTA: El EPL (nivel de protección de equipo por sus siglas en inglés) puede aparecer en la placa del producto. Los EPL están designados por: G para gas; D para polvo y M para minería y van seguidos de una letra (a, b, o c) para dar al usuario un mayor entendimiento en cuanto a si el equipo ofrece un nivel de protección ya sea: (a) "muy alto"; (b) "alto" o (c) "mejorado" contra la ignición de una atmósfera explosiva. Por ejemplo; un motor AEx pb IIIB T165 °C (el cual es conveniente para su aplicación en Zona 21) puede estar marcado con un EPL de "Db" adicionalmente, AEx p IIB T165 °C Db.

Excepción: Se requerirá que los aparatos asociados que NO sean adecuados para su instalación en un lugar (clasificado como) peligroso estén marcados únicamente con la información indicada en 506-9(c)(2)(2), (3) y (5), pero AMBOS, el símbolo AEx mencionado en 506-9(c)(2)(2) y el símbolo para el tipo de protección descrito en 506-9(c)(2)(3) deben estar encerrados dentro de los mismos corchetes, por ejemplo [AEx iaD]o [AEx ia] IIIC.

NOTA: La letra "D" en la designación del tipo de protección era empleado antes de incluir los Grupos IIIA, IIIB y IIIC; que ahora se usa para distinguir entre el tipo de protección empleado para Grupo II (gases) y Grupo III (polvos)

d) Clasificación de temperatura. El equipo debe estar marcado para indicar la temperatura superficial máxima con referencia a una temperatura ambiente de 40 °C o a la temperatura ambiente mayor si el equipo está certificado y marcado para una temperatura ambiente de más de 40 °C. Para los equipos instalados en un lugar de Zona 20 o Zona 21, la temperatura de funcionamiento debe basarse en el funcionamiento del equipo cuando está cubierto con la máxima cantidad de polvo (o con fibras/partículas suspendidas que simulen polvo) que pueda acumularse sobre dicho equipo. El equipo eléctrico diseñado para uso en un rango de temperatura ambiente entre -20 °C y +40 °C no necesitará marcado adicional de temperatura ambiente. El equipo eléctrico diseñado para uso en un rango de temperatura ambiente diferente de -20 °C y +40 °C se considera que es especial y entonces su rango de temperatura ambiente se debe marcar en el equipo, incluyendo el símbolo "Ta" o "Tamb" junto con el intervalo especial de temperatura ambiente.

NOTA: Como ejemplo, dicho marcado podría ser "-30 °C ≤ Ta ≤ +40 °C".

Excepción 1: No se exigirá que los equipos del tipo no generador de calor, como por ejemplo los accesorios de tubos conduit, tengan marcada la temperatura de funcionamiento.

Excepción 2: Se permitirá que los equipos identificados para lugares Clase II, División 1 o Clase II, División 2 de acuerdo a lo permitido en 506-20(b) y (c) estén marcados de acuerdo con 500-8(c) y la Tabla 500-8(c).

e) Roscado. Las entradas roscadas deberán ser NPT o métricas. Los tubos conduit y accesorios se deben apretar firmemente con llave para prevenir las chispas cuando fluya una corriente de falla a través del sistema de tubos conduit y para asegurar la integridad del sistema de tubos conduit. El equipo provisto de entradas roscadas para conexiones de alambrado en campo se debe instalar de acuerdo con (1) o (2) y (3) siguientes:

1) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o tubo conduit con rosca NPT. Para los equipos provistos con entradas roscadas para tubo conduit o accesorios con roscas tipo NPT se debe utilizar accesorios de tubo conduit o accesorios para cables, todos ellos aprobados.

2) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios con rosca métrica. En los equipos con entradas métricas roscadas, tales entradas se deben identificar como métricas, o se deben suministrar con el equipo los adaptadores aprobados para permitir la conexión a tubo conduit o accesorios con rosca NPT. Se deben usar adaptadores para la conexión a tubo conduit o accesorios con rosca NPT. Se permitirá usar accesorios aprobados para cable que tengan rosca métrica. Las entradas con rosca métrica deben estar hechas con al menos cinco cuerdas totalmente introducidas.

3) Orificios sin usar. Todos los orificios que no se usen deben ser cerrados con tapones de metal aprobados. Los tapones deben cumplir con (1) o (2) anteriores.

f) Cables de fibra óptica. Cuando un cable de fibra óptica con o sin conductores de corriente (cable de fibra óptica compuesto), se instalará y sellará para hacer frente al riesgo de incendio asociado al riesgo de explosión, de acuerdo con 506-15 y 506-16.

506-15. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben mantener la integridad de las técnicas de protección y deben cumplir con (a), (b) o (c) siguientes.

a) Zona 20. En lugares de Zona 20 se permitirán los métodos siguientes:

- (1) Tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit semipesado de acero roscado.
- (2) Cables tipo MI con accesorios terminales aprobados para el lugar. Los cables del tipo MI se deben instalar y sostener de manera que se prevenga el esfuerzo mecánico en los accesorios terminales.

Excepción 1: Se permitirá usar cable MI y sus accesorios, aprobados para lugares de Clase II, División 1.

Excepción 2: Se permitirá que los equipos identificados como intrínsecamente seguros "iaD" o "ia" se conecten aplicando los métodos de cableado que se especifican en la sección 504-20

- (3) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, se permitirán cables tipo MC y MC-HL aprobados para uso en lugares de Zona 20, con una armadura continua metálica corrugada hermética al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado, unos conductores de puesta a tierra de equipos separados de acuerdo con 250-122, y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación. Los cables tipo MC y MC-HL deben instalarse de acuerdo con lo previsto en el Artículo 330, Parte B.

Excepción: Se permitirá usar los cables tipo MC y MC-HL y sus accesorios, aprobados para lugares de Clase II, División 1.

NOTA: Ver 330-12 con relación a las restricciones en el uso del cable del tipo MC o MC-HL.

- (4) En establecimientos industriales con acceso restringido al público donde las condiciones de mantenimiento y operación aseguran que solamente personas calificadas atienden la instalación y donde el cable no está sujeto a daño físico, se permitirán cables Tipo ITC-HL aprobados para uso en lugares Zona 1 o Clase 1, División 1 con una envoltura metálica continua hermético al gas/vapor y una cubierta de material polimérico adecuada, y terminado con accesorios aprobados para esa aplicación. El cable Tipo ITC-HL debe ser instalado de acuerdo con lo previsto en el Artículo 727.

- (5) Los accesorios y cajas deben estar identificados para uso en lugares Zona 20

Excepción: Se permitirá usar cajas y accesorios aprobados para lugares Clase II, División 1.

- (6) Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, se debe usar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados o cordón flexible aprobado para uso extra rudo y con accesorios aprobados. Cuando se usen cordones flexibles, éstos también deben cumplir con 506-17 y terminados con un conector de cordón aprobado que mantenga el tipo de protección del compartimento. Cuando las conexiones flexibles estén sometidas a aceite o a otras condiciones corrosivas, el aislamiento de los conductores debe ser de un tipo aprobado para esa condición, o debe estar protegido por medio de un recubrimiento adecuado.

Excepción 1: Se permitirá usar tubo conduit flexible y tubo conduit flexible y accesorios para cordón, aprobados para lugares Clase II, División 1.

Excepción 2: Para uso en ascensores, se permitirá un cable para ascensores identificado para tal fin, del Tipo EO, ETP o ETT, especificado en la columna "uso" de la tabla 400-4 para "lugares (clasificados como) peligrosos", que esté terminado con conectores que mantengan el tipo de protección del compartimiento del terminal.

NOTA: Ver 506-25 con respecto a los requisitos de puesta a tierra cuando se usa tubo conduit flexible.

(7) Se permitirá la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en canalizaciones, de acuerdo con lo establecido en la sección 506-15(a). Los cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 506-16

b) Zona 21. En los lugares de Zona 21 se permitirán los métodos de alambrado que se indican en (1) y (2) siguientes:

- (1) Todos los métodos de alambrado permitidos en (a) anterior.
- (2) Se pueden usar accesorios y cajas herméticas al polvo con copas roscadas para la conexión al tubo conduit, en las cuales no se hagan empalmes, derivaciones, o conexiones terminales, y que no se usen en lugares donde haya polvo metálico.

Excepción: Se permitirá que los equipos identificados como intrínsecamente seguros "ibD" o "ib" se conecten aplicando los métodos de cableado que se especifican en la sección 504-20.

c) Zona 22. En lugares de Zona 22 se permitirán los métodos de alambrado indicados en (1) hasta (8).

- (1) Todos los métodos de alambrado permitidos en (b) anterior.
- (2) Tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubería metálica eléctrica, canalizaciones herméticas al polvo.
- (3) Cables tipo MC o MC-HL o MI con accesorios terminales aprobados.
- (4) Cables tipo PLTC y Tipo PLTC-ER de acuerdo con lo previsto en el Artículo 725, incluyendo la instalación en charolas portacables. El cable debe ser terminado con accesorios terminales aprobados
- (5) Cables tipo ITC y Tipo ITC-ER de acuerdo con lo previsto en el Artículo 727-4 y terminado con accesorios terminales aprobados.
- (6) Cables tipo MC, MC-HL, MI, MT, TC o TC-ER instalados en una sola capa en charola portacables del tipo escalera, ventilada o de canal ventilado, y con un espacio entre dos cables adyacentes no menor al diámetro del cable más grueso, debe ser el método de alambrado empleado. Los cables del tipo MT de un solo conductor deben ser con pantalla o con armadura metálica.
- (7) Se permitirá el tipo de protección de seguridad intrínseca utilizando cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas del tipo de protección intrínseca segura "ic" se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control en un circuito de protección de seguridad intrínseca segura "ic", se permitirán siempre que el aparato sencillo no interconecte el circuito de protección de seguridad intrínseca instalado en campo con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en el Artículo 100.

La separación de los circuitos del tipo de protección de seguridad intrínseca "ic" debe cumplir con una de las siguientes condiciones:

- a. Estar en cables separados.
- b. Estar en cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de una pantalla metálica puesta a tierra.
- c. Estar en cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito tienen aislamiento con espesor mínimo de 0.25 milímetros.
- (8) Las cajas y los accesorios deben ser herméticos al polvo.
- (9) Debe permitirse la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en bandejas portacables o cualquier otra canalización, de acuerdo con lo establecido en la sección 506-15(b). Los cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 506-16.
- (10) Canalizaciones prefabricadas

506-16. Sellado. Se deben suministrar sellos cuando sea necesario para evitar la entrada de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables, o para mantener el tipo de protección. El sello debe estar identificado como capaz de prevenir el ingreso de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables, y mantener el tipo de protección, pero no es necesario que sea a prueba de explosión o a prueba de llama.

506-17. Cordones flexibles. Los cordones flexibles utilizados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 deben cumplir con todas las siguientes condiciones:

- (1) Ser de un tipo aprobado para uso extra rudo.
- (2) Contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra de equipos que cumpla lo establecido en 400-23.
- (3) Estar conectados a las terminales o a los conductores de alimentación de una manera aprobada.
- (4) Estar sostenidos por abrazaderas u otro medio adecuado que prevenga la tensión mecánica en las conexiones terminales.
- (5) Estar equipados con conectores de cordón aprobados para mantener la técnica de protección del compartimiento terminal.

506-20. Instalación del equipo.

a) Zona 20. En lugares de Zona 20, únicamente se permitirá usar equipos aprobados y marcados como adecuados para esos lugares.

Excepción: Se permitirá usar aparatos aprobados para uso en lugares Clase II, División 1 y con una clase de temperatura adecuada.

b) Zona 21. En lugares de Zona 21 sólo se permitirán equipos aprobados y marcados como adecuados para uso en esos lugares.

Excepción 1: Se permitirá usar aparatos aprobados para uso en lugares Clase II, División 1 y con una clase de temperatura adecuada.

Excepción 2: Se permitirá usar equipos presurizados identificados para lugares Clase II, División 1.

c) Zona 22. En lugares de Zona 22 sólo se permitirán equipos aprobados y marcados como adecuados para uso en esos lugares.

Excepción 1: Se permitirá usar aparatos aprobados para uso en lugares Clase II, División 1 o Clase II, División 2 y con una clase de temperatura adecuada.

Excepción 2: Se permitirá usar equipos presurizados identificados para lugares Clase II, División 1 o División 2.

d) Grupo de materiales. Deben permitirse equipos marcados como de Grupo IIIC para aplicaciones que requieran equipos de Grupo IIIA o IIIB. De manera similar, deben permitirse equipos marcados como de Grupo IIIB para aplicaciones que requieran equipos de Grupo IIIA.

e) Instrucciones del fabricante. El equipo eléctrico instalado en lugares peligrosos (clasificados) se debe instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante (si las hay).

f) Temperatura. La temperatura marcada según se especifica en 506-9(c)(2)(5) debe cumplir con (1) o (2) siguientes:

- (1) Para polvos combustibles, debe ser inferior a la temperatura más baja entre la temperatura de ignición de la nube o de la capa del polvo combustible específico. Para polvos orgánicos que puedan deshidratarse o carbonizarse, la temperatura marcada no debe exceder del menor de los valores entre la temperatura de ignición o 165 °C.
- (2) Para fibras/partículas inflamables, debe ser menor que 165 °C para equipos que no están sometidos a sobrecarga, o 120 °C para equipos (tales como motores o transformadores de potencia) que pueden ser sobrecargados.

506-25. Puesta a tierra y unión. Independientemente de la tensión del sistema eléctrico la puesta a tierra y la unión deben cumplir con el Artículo 250 y con los requisitos de (a) y (b) siguientes.

a) Uniones. No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envoltentes, etc., que intervienen entre los lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 y el

punto de puesta a tierra del equipo de acometida o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

Excepción: Los medios específicos de unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor puesto a tierra del circuito y el electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, como se especifica en 250-32(b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicado en el lado carga del medio de desconexión.

b) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Los tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos deben incluir un puente de unión de equipos del tipo de cable que cumpla con 250-102.

Excepción: En lugares de Zona 22, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Se usa tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos de 1.80 metros o menos de longitud, con los accesorios para puesta a tierra.
- (2) La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperes o menos.
- (3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

ARTÍCULO 510

ÁREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS) ESPECÍFICAS

510-1. Alcance. Los Artículos 511 al 517 establecen requisitos para locales o partes de locales que son o que pueden ser peligrosos debido a la concentración atmosférica de líquidos, gases o vapores inflamables, o debido a la acumulación o depósitos de materiales que pueden ser de fácil ignición.

510-2. Generalidades. Las reglas generales de esta NOM y lo especificado en los Artículos 500 al 504 se aplican al alambrado eléctrico y equipo en locales dentro del alcance de los Artículos 511 al 517, excepto como esas reglas son modificadas en los Artículos 511 al 517. Cuando en un lugar específico existan condiciones inusuales, una persona calificada debe decidir sobre la aplicación de las reglas específicas.

ARTÍCULO 511

ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES, TALLERES DE SERVICIO Y DE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES

511-1. Alcance. Estos lugares incluyen los locales empleados para trabajos de servicio y reparación de vehículos automotores (incluyendo automóviles, autobuses, camiones, tractores, etc.) en los cuales los líquidos volátiles inflamables o gases inflamables son utilizados como combustible o fuente de energía.

511-2. Definiciones.

Talleres para reparaciones mayores: Edificios, o partes de un edificio, en donde se llevan a cabo reparaciones mayores en vehículos automotores, como, por ejemplo: reconstrucción de motores, pintura, trabajos de carrocería y hojalatería y reparaciones que exigen el drenaje del tanque de combustible del automotor; se incluyen los espacios asociados utilizados para oficinas, estacionamiento o salas de exhibición.

Talleres para reparaciones menores: Un edificio o parte de un edificio, utilizado para labores de lubricación, inspección y mantenimiento menor automotriz, como por ejemplo afinación del motor, reemplazo de partes, cambios de fluidos (por ejemplo: aceite, anticongelante, líquido para la transmisión, líquido de frenos, refrigerantes para el aire acondicionado), reparación del sistema de frenos, rotación de las llantas y trabajos similares de mantenimiento de rutina, se incluyen los espacios asociados utilizados para oficinas, estacionamiento o salas de exhibición.

511-3. Clasificación de áreas, generalidades. Cuando se almacenan, manipulan o transfieren combustibles gaseosos o líquidos de clase I, el alambrado eléctrico y el equipo eléctrico de utilización debe estar diseñado de acuerdo con los requisitos para lugares peligrosos (clasificados) de clase I, División 1 o 2, clasificados de acuerdo con 500-5 y 500-6, y este Artículo. Un lugar de clase I no se debe prolongar más allá de una pared sin aberturas, un techo u otra división sólida que no tenga aberturas.

a) Garajes para estacionamiento. Se permitirá que los garajes para estacionamiento utilizados para almacenamiento o estacionamiento sean no clasificados.

b) Talleres para reparación, con surtidor. Los talleres para reparaciones mayores y menores que surten combustibles para motores en los tanques de combustible de los vehículos, incluyendo líquidos inflamables

con un punto de inflamación por debajo de 38 °C tales como la gasolina o combustibles gaseosos, como por ejemplo el gas natural, gas LP o hidrógeno, deben tener las funciones y componentes del surtidor clasificadas de acuerdo con la Tabla 514-3(b)(1) además de cualquier clasificación exigida en esta sección. Cuando se surten líquidos de Clase I, que no sean combustibles, el área a una distancia máxima de 90 centímetros de cualquier punto de llenado o surtido, que se extiende en todas las direcciones, debe ser un lugar de Clase I, División 2.

c) Talleres para reparaciones, mayores y menores. Cuando se reparen vehículos que usen líquidos Clase 1 o gases más pesados que el aire (tal como gas LP) la clasificación de la zona de peligro se encuentra en la Tabla 511-3(c)

d) Talleres de reparación mayores. Cuando se reparen o guarden vehículos que usen gases más ligeros que el aire (tales como hidrógeno y gas natural), la clasificación de la zona de peligro se encuentra en la Tabla 511-3(d)

e) Modificaciones en la clasificación.

1) Áreas específicas adyacentes a lugares clasificados. Las áreas adyacentes a lugares clasificados en las cuales no es probable que sean liberados vapores inflamables, como por ejemplo en cuartos de almacenamiento, cuartos para tableros de distribución y otros lugares similares, deben ser no clasificadas cuando estén ventiladas a un ritmo de cuatro o más cambios de aire por hora, o diseñadas con presión positiva de aire, o cuando están divididas de manera eficaz mediante paredes o divisiones.

2) Líquido con base de alcohol para el lavado del parabrisas. El área utilizada para almacenar, manipular o surtir el líquido con base de alcohol para el lavado del parabrisas en los vehículos automotores en los talleres para reparaciones, debe ser no clasificada, a menos que se clasifique de otra manera de acuerdo con las disposiciones de 511-3.

511-4. Alambrado y equipos en lugares Clase I.

a) Alambrado en lugares Clase I. En los lugares Clase I, como se clasifican en 511-3, el alambrado debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501.

Tabla 511-3(c) Extensión de los lugares clasificados para los talleres de reparaciones mayores y menores con combustible más pesado que el aire.

Clase I			
Lugar	División (Grupo D)	Zona (Grupo IIA)	Extensión del lugar clasificado
Taller de reparación, mayor (cuando se transfieren o surtan líquidos de Clase I o combustibles gaseosos *)	1	1	Todo el espacio dentro de cualquier pozo, área de trabajo debajo de la superficie o área de trabajo del subsuelo que no esté ventilada
	2	2	Todo el espacio dentro de cualquier pozo, área de trabajo de debajo de la superficie o área de trabajo del subsuelo provista de ventilación de al menos 0.3 m ³ /min/m ² de superficie de suelo, con succión tomada desde un punto dentro de 30 cm del nivel del piso
	2	2	Hasta 45 cm por encima del nivel del piso de la habitación, excepto como se indica a continuación, para toda la superficie del piso.
	No clasificado	No clasificado	Hasta 45 cm por encima del nivel del piso de la habitación donde la habitación está provista de ventilación de al menos 0.3 m ³ /min/m ² de área de suelo, con succión tomada desde un punto dentro de 30 cm del nivel del piso
	2	2	Dentro de 0.9 metros de cualquier punto de llenado o despacho, extendiéndose en todas las direcciones
Área específica adyacente a lugares clasificados	No clasificado	No clasificado	Áreas adyacentes a lugares clasificados donde no es probable que se liberen vapores inflamables, tales

			como cuartos de almacenes, salas de conmutadores y otros lugares similares, ventilados mecánicamente a razón de cuatro o más cambios de aire por hora o diseñados con presión de aire positiva o donde es efectivamente cortado por paredes o cancelles
Taller de reparación menor (cuando no se transfieren o despachen líquidos de Clase I o combustibles gaseosos *)	2	2	Todo el espacio dentro de cualquier pozo, área de trabajo debajo de la superficie o área de trabajo del subsuelo que no esté ventilada
	2	2	Hasta 45 cm por encima del nivel del piso, extendiéndose 0.9 metros horizontalmente en todas las direcciones desde cualquier pozo abierto, debajo de la superficie o área de trabajo del subsuelo que no esté ventilada
	No clasificado	No clasificado	Todo el espacio dentro de cualquier pozo, área de trabajo de debajo de la superficie o área de trabajo del subsuelo provista de ventilación de al menos 0.3 m ³ /min/m ² de superficie de suelo, con succión tomada desde un punto dentro de 30 cm del nivel del piso
Áreas específicas adyacentes a lugares clasificados	No clasificado	No clasificado	Áreas adyacentes a lugares clasificados donde no es probable que los vapores inflamables sean liberados, tales como cuartos de almacenamiento, cuartos de conmutadores y otros lugares similares, donde ventilados mecánicamente a una velocidad de cuatro o más cambios de aire por hora o diseñados con presión de aire positiva, o donde es efectivamente cortado por paredes o cancelles

* Incluye drenaje de líquidos Clase I de vehículos

Tabla 511-3 (d) Extensión de las áreas clasificadas para los talleres de reparaciones mayores con combustible más ligero que el aire.

Clase 1			
Área	División ²	Zona ³	Extensión del área clasificada
Garaje de reparación, mayor (en el que se reparan o almacenan vehículos con combustible ¹ gaseoso más ligero que el aire)	2	2	Dentro de 45 cm del techo, excepto como se indica a continuación
	No clasificada	No clasificada	Dentro de 45 cm al techo, donde la ventilación es de al menos 0,3 m ³ / min / m ² en la superficie del piso, con la succión tomada desde un punto dentro de 45 cm del punto más alto del techo
Áreas específicas adyacentes a lugares clasificados	No clasificada	No clasificada	Áreas adyacentes a lugares clasificados donde no es probable que los vapores inflamables sean liberados, tales como cuartos de almacenamiento, cuartos de conmutadores y otros lugares similares, cuando estén ventilados mecánicamente a una velocidad de cuatro o más cambios de aire por hora o diseñados con presión de aire positiva, o donde estén efectivamente separados por paredes o cancelles

¹ Incluye combustibles como el hidrógeno y el gas natural, pero no el gas LP.

² Para el hidrógeno (más ligero que el aire) Grupo B, o gas natural Grupo D.

³ Para el hidrógeno (más ligero que el aire) del grupo IIC o IIB + H₂, o el grupo IIA del gas natural.

b) Equipos en lugares Clase I. En los lugares Clase I, como se definen en 511-3, los equipos deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501.

1) Unidades surtidoras de combustible. Cuando dentro de los edificios haya surtidores de combustible (excepto de gas LP, que están prohibidos), se deben cumplir los requisitos del Artículo 514.

Cuando haya ventilación mecánica en el área de suministro, los controles deben estar enclavados de modo que el surtidor no pueda funcionar sin ventilación, como se prescribe en 500-5 (b)(2).

2) Equipos portátiles de alumbrado. Los equipos portátiles de alumbrado deben estar dotados de manijas, portalámparas, gancho y protectores adecuados sólidos sujetos al portalámparas o a la manija. Todas las superficies exteriores que puedan entrar en contacto con las terminales de las baterías, las terminales del alumbrado u otros objetos deben ser de material no conductor o estar protegidas eficazmente con aislamiento. Los portalámparas no deben tener interruptores ni ofrecer ningún medio para enchufar clavijas. La carcasa exterior debe ser de un compuesto moldeado u otro material adecuado. A menos que la lámpara y su cordón estén sostenidos o dispuestos de manera que no se puedan utilizar en los lugares clasificados en 511-3, deben ser de un tipo aprobado para su uso en lugares Clase I, División 1.

511-7. Alambrado y equipos instalados sobre los lugares Clase I.

a) Alambrado en espacios sobre lugares Clase I.

1) Alambrado fijo sobre lugares Clase I. Todo el alambrado fijo sobre lugares Clase I debe estar en canalizaciones metálicas, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tuberías eléctricas no metálicas, tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, o deben ser sistemas de alambrado fabricados del tipo MC, MC-HL, AC o MI o cables PLTC de acuerdo con lo establecido en el Artículo 725, o cables de los tipos TC o ITC de acuerdo con el artículo 727. Se permitirá utilizar canalizaciones en pisos celulares metálicos o celulares de concreto sólo para alimentar salidas en plafones o extensiones hasta el área bajo el piso, pero dichas canalizaciones no deben tener terminales de conexión dentro o a través de ningún lugar de Clase I sobre el suelo.

2) Aparatos colgantes. Para los aparatos colgantes se debe utilizar un cordón flexible adecuado para el tipo de servicio y aprobado para uso rudo.

b) Equipos eléctricos instalados sobre los lugares Clase I.

1) Equipos eléctricos fijos. Los equipos eléctricos en una posición fija se deben ubicar por encima del nivel de cualquier lugar definido de Clase I o deben estar identificados para ese lugar.

- a. Equipos que pueden formar arcos. Los equipos que estén a menos de 3.70 metros sobre el nivel del piso y que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como cortacircuitos, interruptores, tableros de carga, generadores, motores u otros equipos (excepto contactos, lámparas y portalámparas) que tengan contactos de establecer e interrumpir el circuito o contactos deslizantes, deben ser del tipo totalmente encerrados o contruidos de modo que se impida el escape de chispas o partículas de metal caliente.
- b. Alumbrado fijo. Las lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, ubicados sobre las líneas por las que normalmente transitan vehículos o que pudieran estar de otro modo expuestas a daños físicos, deben estar ubicados a no menos de 3.70 metros sobre el nivel del suelo, a menos que sean del tipo totalmente encerrado o estén contruidas de modo que se impida el escape de chispas o partículas de metal caliente.

511-8. Alambrado subterráneo. El alambrado subterráneo se debe instalar en tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado.

Excepción: Se permitirán los tubos conduit Tipo PVC, Tipo RTRC y el Tipo HDPE cuando estén enterrados al menos 60 cm de la superficie. Cuando se usen los tubos conduit Tipo PVC, Tipo RTRC o el Tipo HDPE, se debe usar tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado en los últimos 60 cm del tramo enterrado para emerger o para el punto de conexión a la canalización sobre el piso, y se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos para proporcionar continuidad al sistema de canalizaciones y para la puesta a tierra de las partes de metal no conductoras de corriente.

511-9. Sellado. Se deben instalar sellos que cumplan los requisitos de 501-15 y 501-15 (b)(2) y se debe aplicar a los límites, tanto horizontales como verticales, de los lugares definidos Clase I.

511-10. Equipos especiales

a) Cargadores de baterías. Los cargadores de baterías y sus equipos de control, y las baterías que estén siendo cargadas, no deben localizarse dentro de las áreas clasificadas en 511-3.

b) Carga de vehículos eléctricos

1) Generalidades. Todo equipo y alambrado eléctrico debe ser instalado de acuerdo con lo indicado en el Artículo 625, a excepción de lo indicado en (2) y (3) siguientes. Los cordones flexibles deben estar aprobados para uso extra rudo.

2) Ubicación de los conectores. No debe colocarse ningún conector dentro de un área Clase I como se define en 511-3.

3) Conectores de clavijas para vehículos. Cuando el cordón esté suspendido, debe ser colocado de tal modo que el punto inferior de la catenaria quede al menos a 15 centímetros por encima del piso. Cuando exista un dispositivo automático para jalar tanto al cordón como a la clavija más allá del rango de daño físico, no se requiere ningún conector adicional en el cable o en la caja de salida.

511-12. Interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal. Todos los contactos monofásicos de 120 volts para 15 y 20 amperes, instalados en áreas donde haya equipo de diagnóstico eléctrico, herramientas de mano eléctricas, o equipo portátil de alumbrado, deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal.

511-16. Requisitos de puesta a tierra y unión.

a) Requisitos generales de puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, cubiertas o armaduras metálicas en los cables, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles, independientemente de su tensión, deben ser puestas a tierra.

b) Circuitos de alimentación con conductores puestos a tierra y de puesta a tierra en lugares Clase I. La puesta a tierra en los lugares Clase I debe cumplir con 501-30.

1) Circuitos que alimentan a equipos portátiles o colgantes. Cuando un circuito alimente aparatos portátiles o colgantes y tenga un conductor puesto a tierra como exige el Artículo 200, los contactos, clavijas de conexión, conectores y dispositivos similares deben ser del tipo con polo a tierra y el conductor puesto a tierra del cordón flexible debe estar conectado al casquillo roscado de cualquier portalámpara o a la terminal del conductor puesto a tierra de cualquier equipo de utilización alimentado.

2) Medios aprobados. Se deben proporcionar medios aprobados para mantener la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no portadoras de corriente de las luminarias colgantes, luminarias portátiles y equipos de utilización portátiles.

ARTÍCULO 513**HANGARES PARA AERONAVES**

513-1. Alcance. Este Artículo se debe aplicar a edificaciones o estructuras en cuyo interior se guardan o almacenan aeronaves que contengan líquidos Clase I (inflamables) o líquidos Clase II (combustibles) cuyas temperaturas estén por encima de sus puntos de inflamación, en las cuales las aeronaves pueden ser sometidas a servicio, reparación o alteraciones. No se debe aplicar a lugares utilizados exclusivamente para aeronaves que nunca han tenido combustible o aeronaves sin combustible.

513-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo, se deben aplicar las siguientes definiciones.

Hangar para pintura de aeronaves. Hangar para aeronaves construido con el propósito expreso de aplicaciones de pintura por rociado/revestimiento/inmersión y dotado con ventilación dedicada de entrada y salida.

513-3. Clasificación de áreas

a) Por debajo del nivel del piso. Cualquier fosa o depresión por debajo del nivel del piso del hangar se considera como área Clase I, División 1, o Zona 1 hasta el nivel de dicho piso.

b) Áreas no separadas ni ventiladas. Toda el área del hangar, incluyendo las áreas adyacentes y de acceso, que no estén adecuadamente separadas del hangar, se clasifican como áreas Clase I, División 2 o Zona 2 hasta una altura de 45 centímetros sobre el nivel del piso.

c) Área próxima a las aeronaves.

1) Hangares para almacenamiento y mantenimiento de aeronaves. Las áreas circundantes hasta una distancia de 1.50 metros medida horizontalmente desde los motores o tanques de combustible de las aeronaves, deben ser clasificadas áreas Clase I, División 2 o Zona 2 y deben extenderse verticalmente desde

el piso hasta un nivel de 1.50 metros por arriba de la superficie superior de las alas y de las envolventes de los motores.

2) Hangares para pintura de aeronaves. Las áreas a una distancia máxima de 3.00 metros horizontalmente desde las superficies de la aeronave, desde el piso y hasta 3.00 metros por encima de la aeronave, se deben clasificar como lugares Clase I, División 1 o Clase I, Zona 1. Las áreas a una distancia horizontal desde la superficie de la aeronave, entre 3.00 y 9.00 metros, y desde el piso hasta 9.00 metros por encima de la superficie de la aeronave se deben clasificar como lugares Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2.

d) Áreas adecuadamente separadas o ventiladas. Las áreas adyacentes en las cuales no es probable la emisión de vapores o líquidos inflamables, tales como cuartos de depósito, cuartos de control eléctrico y otros lugares similares, no se clasifican como peligrosas cuando se ventilan adecuadamente y cuando se separan efectivamente del hangar por medio de muros o divisiones.

513-4. Alambrado y equipo en áreas Clase I.

a) Generalidades. Todo alambrado y equipo que sea o pueda ser instalado u operado dentro de cualquiera de las áreas Clase I definidas en 513-3, debe cumplir con los requisitos aplicables del Artículo 501 o el Artículo 505 para la división o zona en la cual se usan.

Las clavijas y contactos en áreas Clase I deben estar aprobados para áreas Clase I o diseñados de modo que no sean energizados mientras se estén conectando o desconectando.

b) Andamios, plataformas y pasillos de mantenimiento. El alambrado, las salidas y el equipo eléctrico (incluidas las lámparas) colocados sobre andamios, plataformas o pasillos de mantenimiento, o unidos a ellos, que están ubicados o se puedan ubicar en lugares Clase I, como se define en 513-3(c), deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501 o del Artículo 505 para la división o zona en la cual se usan.

513-7. Alambrado y equipos no instalados en áreas Clase I

a) Alambrado fijo. Todo alambrado fijo en un hangar, pero que no esté dentro de áreas Clase I como se definen en 513-3, debe instalarse en canalizaciones metálicas o con cables tipo MI, TC o MC.

Excepción: El alambrado instalado en áreas no clasificadas como se definen en 513-3(d), se permite que sea cualquiera de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3.

b) Alambrado Colgante. Para alambrado colgante se debe utilizar cordón flexible adecuado al tipo de servicio y aprobado para uso rudo o extra rudo. Cada cordón debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipo separado.

c) Equipos que pueden formar arcos. En lugares por encima de los descritos en 513-3, los equipos que estén a menos de 3.00 metros por encima de las alas y de las envolventes de los motores de las aeronaves y que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como las lámparas y portalámparas de alumbrado fijo, cortacircuitos, interruptores, contactos, tableros de carga, generadores, motores u otros equipos con contactos deslizantes o de establecer e interrumpir, deben ser del tipo totalmente encerrado o estar contruidos de modo que impidan la salida de chispas o partículas de metal caliente.

Excepción: Se permitirá utilizar equipos del tipo de propósito general en las áreas descritas en 513-3(d).

d) Portalámparas. Para el alumbrado incandescente fijo no se deben usar portalámparas de casquillo metálico recubierto de fibra.

e) Andamios, plataformas o pasillos de mantenimiento. Cuando los andamios, plataformas o pasillos de mantenimiento no estén ubicados o no sea probable que sean ubicados en lugares Clase I, como los define 513-3(c), el alambrado y los equipos deben cumplir lo establecido en 513-7, excepto que cuando tales alambrados y equipos estén a no más de 45 centímetros sobre el piso en cualquier posición, deben cumplir con 513-4(b). Los contactos y clavijas de conexión deben ser de un tipo de seguridad que no se desconectan fácilmente.

f) Andamios móviles. Los andamios móviles con equipos eléctricos que cumplan con 513-7(e) deben llevar por lo menos una señal de advertencia fijada permanente con la siguiente inscripción o equivalente:

PRECAUCIÓN: MANTÉNGASE A UNA DISTANCIA DE 1.50 METROS
DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES Y TANQUES
DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES

513-8. Alambrado subterráneo.

a) Alambrado y equipos empotrados, bajo losas o subterráneos. Todo el alambrado instalado en o debajo del piso del hangar debe cumplir con los requisitos para los lugares de Clase I, División 1. Cuando dicho alambrado esté en bóvedas, fosos o ductos, se debe proporcionar un drenaje adecuado.

b) Canalizaciones ininterrumpidas, empotradas, bajo losas o subterráneas. Las canalizaciones ininterrumpidas que están empotradas en el piso del hangar o enterradas debajo del piso del hangar se deben considerar que están dentro de un lugar Clase I por encima del piso, independientemente del punto en el cual la canalización desciende bajo el piso o asciende sobre él.

513-9. Sellado. Se deben colocar sellos aprobados de acuerdo con lo indicado en 501-15 o 505-16 según sean aplicables. Los requisitos de sellado especificados se deben aplicar tanto a los límites horizontales como a los verticales de los lugares definidos como de Clase I.

513-10.- Equipo especial.**a) Sistemas eléctricos de las aeronaves.**

1) Desenergización del sistema eléctrico de la aeronave. Los sistemas eléctricos de las aeronaves se deben desenergizar cuando estén dentro de un hangar, y siempre que sea posible, mientras reciba mantenimiento y servicio.

2) Baterías de aeronaves. Las baterías de las aeronaves no deben cargarse cuando estén instaladas en una aeronave ubicada completa o parcialmente dentro de un hangar.

b) Carga de las baterías de una aeronave y equipos. Los cargadores de baterías y su equipo de control no deben localizarse u operarse dentro de cualquier área Clase I definida en 513-3, y deben colocarse de preferencia en un local separado del edificio o en alguna área de las descritas en 513-3(d). Los cargadores móviles deben llevar al menos una señal fija de advertencia con una leyenda similar a:

"PRECAUCIÓN, MANTÉNGASE A MÁS DE 1.50 metros
DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES Y TANQUES
DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES"

Las mesas, bastidores, soportes y alambrado no deben estar localizados dentro de áreas Clase I, y además deben cumplir con los requisitos del Artículo 480.

c) Fuentes de alimentación externas para energizar las aeronaves

1) A no menos de 45 centímetros sobre el piso. Los dispositivos eléctricos externos dedicados a suministrar energía a las aeronaves deben estar diseñados y montados de tal modo que todo su equipo eléctrico y sus alambrados fijos estén por lo menos a 45 centímetros por encima del nivel del piso, y no deben operarse en áreas Clase I como las definidas en 513-3(c).

2) Marcado de las unidades móviles. Las fuentes de alimentación móviles deben llevar por lo menos una señal de advertencia permanentemente fija con una leyenda similar a:

"PRECAUCIÓN, MANTÉNGASE A MÁS DE 1.50 metros
DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES Y TANQUES
DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES"

3) Cordones. Los cordones flexibles para las fuentes de energía de las aeronaves y de equipo auxiliar en tierra, deben ser adecuados para el tipo de servicio y aprobados para uso extra rudo y deben incluir un conductor de puesta a tierra de equipo.

d) Equipos móviles de mantenimiento con componentes eléctricos

1) Generalidades. El equipo móvil de mantenimiento (tales como aspiradoras, compresores de aire, ventiladores y similares), que tengan equipo y alambrado eléctrico inadecuado para áreas Clase I, División 2 o Zona 2 deben estar diseñados y montados de tal modo que el alambrado fijo y el equipo queden por lo menos a 45 centímetros sobre el nivel del piso. Este equipo móvil no debe funcionar en las áreas Clase I definidas en 513-3(c) y deben llevar por lo menos una señal fija de advertencia con una leyenda como:

"PRECAUCIÓN, MANTÉNGASE A MAS DE 1.50 metros
DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES Y TANQUES"

DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES”

2) Cordones y conectores. Los cordones flexibles para equipo móvil deben ser adecuados para el tipo de servicio y aprobados para uso extra rudo, e incluir un conductor de puesta a tierra de equipo. Las clavijas y contactos deben estar identificados para el área en que sean instalados y tener un medio para la conexión del conductor de puesta a tierra de equipo.

3) Usos restringidos. El equipo que no esté identificado como adecuado para áreas Clase I, División 2, no debe hacerse funcionar en áreas donde puedan efectuarse maniobras de mantenimiento que tengan la probabilidad de liberar líquidos inflamables o vapores.

e) Equipos portátiles.

1) Equipos portátiles de alumbrado. Los equipos portátiles de alumbrado que se utilicen dentro de un hangar deben estar identificados para el lugar en el cual se usen. Para luminarias portátiles, se debe emplear un cordón flexible adecuado para el tipo de servicio e identificado para uso extra rudo. Cada uno de estos cordones debe tener un conductor de puesta a tierra de equipos separado.

2) Equipos de utilización portátiles. Los equipos de utilización portátiles que se usen o se puedan usar dentro de un hangar deben ser del tipo adecuado para uso en lugares Clase I, División 2 o Zona 2. Para los equipos de utilización portátiles se debe emplear un cordón flexible adecuado para el tipo de servicio y aprobado para uso extra rudo. Cada uno de estos cordones debe tener un conductor de puesta a tierra de equipos separado.

513-12. Protección para el personal mediante interruptor de circuito por falla a tierra. Los contactos monofásicos de 125 volts para 15 y 20 amperes, 60 hertz instalados en áreas donde se utilicen equipos eléctricos de diagnóstico, herramientas eléctricas de mano o equipos de alumbrado portátiles, deben tener protección para las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra.

513-16. Requisitos de puesta a tierra y unión.

a) Requisitos generales de puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, las armaduras metálicas o pantallas metálicas de cables, así como todas las partes metálicas no destinadas a conducir corriente de equipo eléctrico fijo o portátil, cualquiera que sea su tensión, deben ser puestas a tierra. La puesta a tierra en áreas Clase I debe cumplir con lo indicado en 501-30 para lugares Clase I, Divisiones 1 y 2, y 505-25 para lugares Clase I, Zona 0, 1 y 2.

b) Circuitos de alimentación con conductores puestos a tierra y de puesta a tierra en lugares Clase I.

1) Circuitos que alimentan equipos portátiles o colgantes. Cuando un circuito alimente aparatos portátiles o colgantes e incluya un conductor puesto a tierra, como se establece en el Artículo 200, los contactos, las clavijas de conexión, los conectores y dispositivos similares deben ser del tipo de puesta a tierra, y el conductor puesto a tierra del cordón flexible se debe conectar al casquillo roscado de cualquier portalámparas o al conductor puesto a tierra de cualquier equipo de utilización alimentado.

2) Medios aprobados. Se debe proporcionar un medio aprobado para mantener la continuidad del conductor de puesta a tierra entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no portadoras de corriente de las luminarias colgantes, luminarias portátiles y equipos de utilización portátiles.

ARTÍCULO 514**GASOLINERAS Y ESTACIONES DE SERVICIO**

514-1. Alcance. Este artículo se debe aplicar a gasolineras y estaciones de servicio, para motores, motores marinos, dentro de edificios y para flotillas de vehículos.

514-2. Definición

Gasolineras y estaciones de servicio: Parte de una propiedad donde se almacenan y despachan combustibles para motores desde un equipo fijo a los tanques de combustible de vehículos automotores o marítimos, o a recipientes aprobados, incluyendo todo el equipo utilizado en conexión con ellas.

NOTA: Consulte los Artículos 510 y 511 con respecto al alambrado y equipos eléctricos para otras áreas utilizadas como lugares para lubricación, zonas de servicio, zonas de reparaciones, oficinas, salas de ventas, cuarto de compresores y lugares similares.

514-3. Clasificación de lugares.

a) Lugares no clasificados. Cuando una persona calificada determine que en un local no se van a manejar líquidos inflamables que tengan un punto de inflamación por debajo de los 38 °C, como la gasolina, no se requiere que esa área se clasifique como peligrosa.

b) Lugares Clasificados

1) Áreas Clase I. La Tabla 514-3(b)(1) debe ser aplicada donde sean almacenados, manejados o surtidos líquidos Clase I y usada para describir y clasificar las estaciones de servicio, talleres de servicio, de reparación y estacionamiento comercial para vehículos automotores, que están definidos en el Artículo 511. La Tabla 515-3 debe aplicarse en la clasificación de tanques superficiales. Un área Clase I, no se debe extender más allá de una pared no perforada, techo u otra división sólida.

2) Áreas para gas natural comprimido, gas natural licuado y gas licuado de petróleo. La Tabla 514-3(b)(2) debe aplicarse y utilizarse para delinear y clasificar superficies en donde se surta gas natural comprimido, gas natural licuado, hidrógeno líquido, gas licuado de petróleo o una combinación de ellos, como combustible de vehículos automotores junto con líquidos Clase I o Clase II que también son despachados como combustible para vehículos automotores.

Quando los surtidores de gas natural comprimido o gas natural licuado se instalen debajo de algún tipo de techumbre o recinto, éste debe estar diseñado de forma tal que evite la acumulación o confinación de vapores de fácil ignición, o todo el equipo eléctrico instalado bajo la techumbre o recinto debe ser aprobado para áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I, División 2.

Los surtidores para gas licuado de petróleo deben instalarse de la siguiente manera:

(1) A no menos de 3 metros de cualquier otro surtidor para líquidos de Clase I.

(2) A no menos de 1.50 metros de cualquier surtidor para líquidos Clase I donde existan las condiciones siguientes:

a. La boquilla de suministro de gas LP y la válvula de llenado liberan no más de 4 cm³ de líquido al desconectarse.

b. El indicador de nivel de líquido máximo fijo permanece cerrado durante todo el proceso de llenado.

NOTA: Para estaciones de combustible en muelles y marinas, ver la sección 514-3(c)

Tabla 514-3(b)(1).- Áreas peligrosas (clasificadas) Clase I: Estaciones de servicio y gasolineras

Área	División Grupo D	Zona Grupo IIA	Extensión del área peligrosa (clasificada) ¹
Surtidores (dispensarios) (excepto del tipo elevado)^{2,3}			
Bajo el contenedor del surtidor (dispensario)	1	1	Todo el espacio dentro y bajo el la fosa del surtidor o el contenedor.
Dispensador	2	2	Dentro de 45.00 centímetros de la envolvente del dispensador o la parte de la envolvente del contenedor del dispensario que contiene componentes para manejo de líquidos que se extiende horizontalmente en todas direcciones y hacia abajo a nivel de piso.
Exterior	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel de piso, que se extiende 6.00 metros horizontalmente en todas las direcciones desde la envolvente del dispensador
Interior			
Con ventilación mecánica	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel de piso, que se extiende 6.00 metros horizontalmente en todas las direcciones de la envolvente del dispensador.
Con ventilación natural	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel de piso, que se extiende 7.50 metros horizontalmente en todas las direcciones de la envolvente del dispensador
Surtidores (dispensadores)-Tipo elevado⁴			
	1	1	Espacio dentro de la envolvente del dispensador y todo el equipo eléctrico integral con la manguera

	2	2	del dispensador o la pistola de despacho.
	2	2	Dentro de 45.00 centímetros de la envolvente del dispensador, que se extiende horizontalmente en todas las direcciones y hacia abajo a nivel de piso.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel del piso, que se extiende 6.00 metros horizontalmente en todas las direcciones desde un punto verticalmente por debajo del exterior de la envolvente del dispensador.
Bombas remotas			
Exteriores	1	1	Todo el espacio dentro de una fosa o caja debajo del nivel de piso, cualquier parte de la cual esté a menos de 3 metros horizontalmente desde cualquier punto exterior de la bomba.
	2	2	Dentro de 1.00 metro de cualquier borde de la bomba, que se extiende horizontalmente en todas las direcciones.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel de piso, que se extiende 3.00 metros horizontalmente en todas las direcciones desde cualquier punto exterior de la bomba.
Interiores	1	1	Todo el espacio dentro de una fosa.
	2	2	Dentro de 1.50 metros de cualquier punto exterior de la bomba, que se extiende en todas las direcciones.
	2	2	Hasta 1.00 metro sobre el nivel de piso, que se extiende 7.50 metros horizontalmente en todas las direcciones desde cualquier punto exterior de la bomba.
Tiendas, bodegas, baños incluyendo estructuras (tales como los módulos de servicio) sobre o adyacentes a los surtidores (dispensadores).	No clasificada	No clasificada	Excepto como se indica a continuación
	1	1	Todo el volumen, si hay alguna abertura en el cuarto dentro la extensión de un área División 1 o Zona 1.
	2	2	Todo el volumen, si hay alguna abertura en el cuarto dentro la extensión de un área División 2 o Zona 2.
Tanque sobre piso			
En el interior del tanque	1	0	Todo el volumen interior
Tanque, terminales, techo, área de dique	1	1	Todo el espacio dentro del dique, donde la altura del dique supere la distancia del tanque a la pared interior del dique por más del 50 por ciento de la circunferencia del tanque.
	2	2	Todo el espacio dentro del dique, donde la altura del dique no supere la distancia de la pared del tanque al interior de la pared del dique por más del 50 por ciento de la circunferencia del tanque.
Ventoeo	2	2	Dentro de 3.00 metros de la envolvente, terminales o techo del tanque
	1	1	Dentro de 1.50 metros de extremo abierto de ventoeo, que se extiende en todas las direcciones
	2	2	Entre 1.50 y 3.00 metros desde el extremo abierto de ventoeo, que se extiende en todas las direcciones
Tanque subterráneo			
En el interior del tanque	1	0	Todo el volumen interior
Boquillas de llenado	1	1	Todo el espacio dentro de una fosa o una caja debajo del nivel de piso, cualquier parte que esté dentro de un área peligrosa (clasificada) División 1 o División 2 o dentro de un área peligrosa (clasificada) Zona 1 o Zona 2.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros por encima del nivel de piso, que se extiende 1.50 metros horizontalmente en todas las direcciones desde cualquier conexión hermética de llenado y se extiende 3 metros horizontalmente en todas las direcciones desde

Ventoeo	1	1	cualquier conexión enroscada de llenado. Dentro de 1.50 metros desde el extremo abierto de ventoeo, que se extiende en todas las direcciones
	2	2	Entre 1.50 y 3.00 metros desde el extremo abierto de ventoeo, que se extiende en todas las direcciones
Sistema de procesamiento de vapor			
Fosas	1	1	Todo el espacio dentro de una fosa o una caja debajo del nivel de piso, cualquier parte de la cual: (1) se encuentra dentro de un área peligrosa (clasificada) División 1 o División 2, (2) se encuentra dentro de un área peligrosa (clasificada) Zona 1 o Zona 2; (3) aloja cualquier equipo utilizado para transferir o procesar vapores.
Equipos con envoltentes de protección	2	2	Todo el espacio dentro de la envoltente.
Equipo sin envoltentes de protección	2	2	Dentro de 45.00 centímetros de equipos que contengan gases o líquidos inflamables, que se extiende horizontalmente en todas las direcciones y hacia abajo a nivel de piso.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel del piso a menos de 3.00 metros horizontalmente de los equipos de procesamiento de vapor
- Envoltentes de equipos	1	1	Todo el espacio dentro de la envoltente, si hay vapor o líquido inflamable en condiciones normales de operación.
	2	2	Todo el espacio dentro de la envoltente, si no hay vapor o líquido inflamable en condiciones normales de operación.
- Extracción por vacío	2	2	Dentro de 45.00 centímetros del ventilador, que se extiende horizontalmente en todas las direcciones y hacia abajo a nivel de piso.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros por encima del nivel de piso, que se extiende 3.00 metros horizontalmente en todas las direcciones.
Bóveda	1	1	Espacio interior completo, si líquidos Clase I están almacenados dentro.

¹ Para las aplicaciones marítimas, nivel del suelo significa la superficie de un muelle que se encuentra arriba del agua.

² Ver Figura 514-3 y Figura 514-3(b) ilustración de lugares clasificados alrededor de los surtidores.

Tabla 514-3(b)(2).- Áreas clasificadas, equipo eléctrico para surtidores de combustible

Surtidor	Extensión de la superficie clasificada	
	Clase I, División 1	Clase I, División 2
Gas natural comprimido (GCN)	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor	1.50 metros en todas las direcciones desde la cubierta del surtidor
Gas natural licuado (GLN)	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor	3.00 metros en todas las direcciones desde la cubierta del surtidor
Gas de petróleo licuado (Gas LP)	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor; 45 centímetros desde la superficie exterior de la cubierta del surtidor hasta una elevación de 1.20 metros arriba de la base del surtidor; toda la fosa o espacio abierto por debajo del surtidor y dentro de 6.00 metros horizontalmente de cualquier arista de la cubierta del surtidor cuando la fosa o trinchera no está ventilada	Hasta 45 centímetros sobre el nivel del piso y dentro de 6.00 metros horizontalmente de cualquier arista de la cubierta del surtidor, incluyendo fosas y trincheras dentro de esta área cuando se provee con ventilación mecánica adecuada

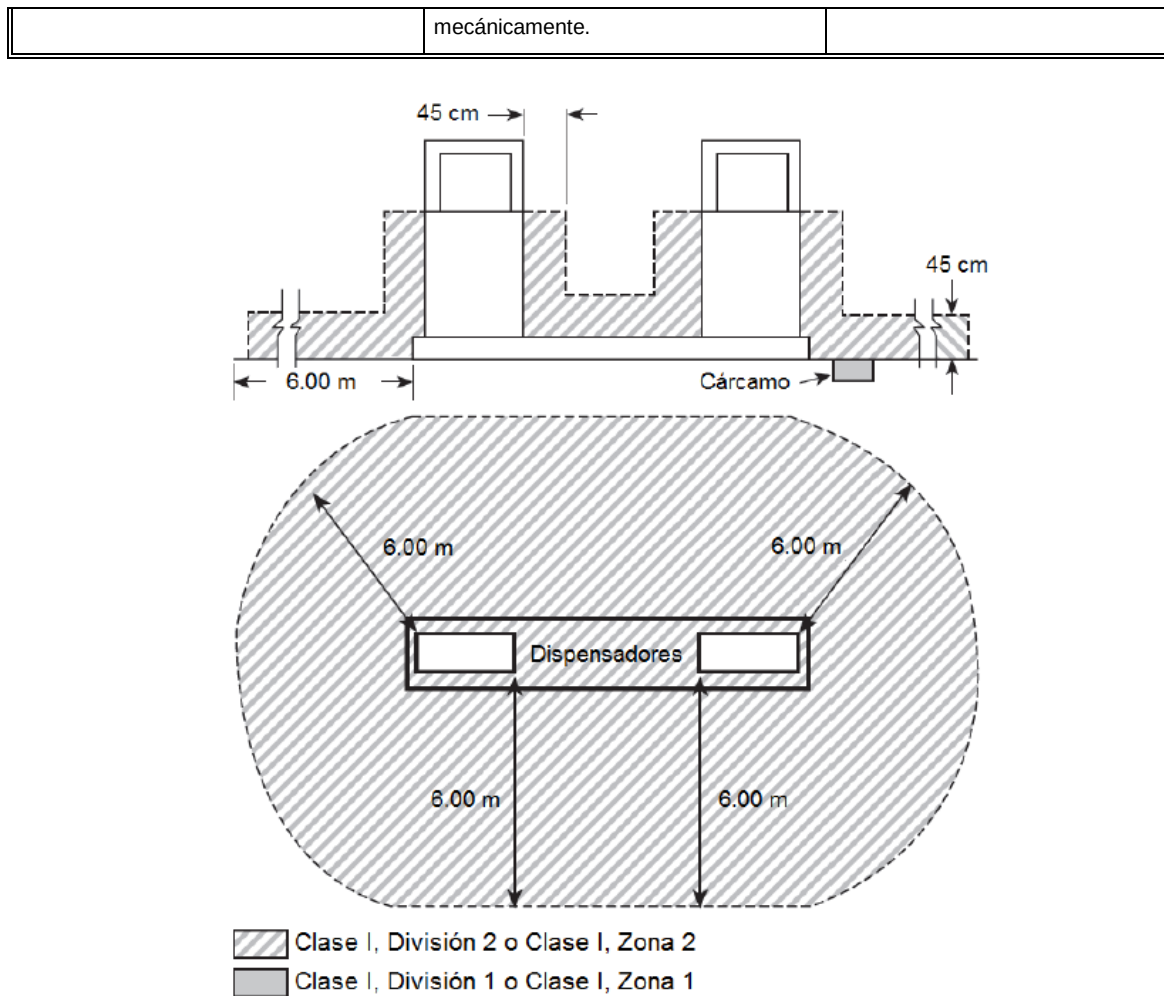


Figura 514-3.- Diagrama de áreas peligrosas (clasificadas) adyacentes a los surtidores (dispensadores) como se detalla en la tabla 514-3(b)(1).

(3) Almacenamiento de combustible.

a. Los tanques de almacenamiento de gas natural comprimido o gas natural licuado sobre el suelo deben estar separados de cualquier límite adyacente de la propiedad que está o pueda estar construida sobre cualquier vía pública, y el edificio más cercano importante en la misma propiedad.

b. Los tanques de almacenamiento de hidrógeno sobre el suelo deben estar separados de cualquier límite adyacente de la propiedad que está o pueda estar construida sobre cualquier vía pública, y el edificio más cercano importante en la misma propiedad.

c. Los tanques de almacenamiento de gas licuado de petróleo sobre el suelo deben estar separados de cualquier límite adyacente de la propiedad que está o pueda estar construida sobre cualquier vía pública, y el edificio más cercano importante en la misma propiedad.

d. Los tanques de almacenamiento de gas natural comprimido, gas natural licuado gas licuado de petróleo sobre el suelo deben estar separados uno del otro por al menos 6 metros y de los dispositivos surtidores que surten combustibles líquidos o gaseosos a vehículos automotores por al menos 6 metros.

Excepción 1: La separación requerida no se aplicará a los tanques dispensadores que almacenan o manipulan combustibles de la misma composición química.

Excepción 2: La separación requerida no se aplicará cuando tanto el equipo de almacenamiento y el surtidor de combustible gaseoso está al menos a 15 metros de otro equipo de almacenamiento y surtidor de combustible gaseoso subterráneo.

e. Instalaciones del surtidor debajo de los toldos. Donde se instalan surtidores de gas natural comprimido o gas natural licuado debajo de un toldo o recinto, el toldo o el recinto deberán estar diseñados para prevenir la

acumulación o atrapamiento de los vapores inflamables o todos los equipos eléctricos instalados debajo de la cubierta o recinto deben ser adecuados para lugares peligrosos (clasificados) Clase I, División 2.

f. Requisitos específicos para dispositivos surtidores de gas LP. Los dispositivos surtidores para gas LP se deben ubicar de la siguiente manera:

- 1) Al menos a 3 metros de cualquier dispositivo surtidor de líquidos Clase I
- 2) A no menos de 1.50 metros de cualquier surtidor para líquidos Clase I donde existan las condiciones siguientes:
 - a. La boquilla de suministro de gas LP y la válvula de llenado liberan no más de 4 cm³ de líquido al desconectarse.
 - b. El indicador de nivel de líquido máximo fijo permanece cerrado durante todo el proceso de llenado.

Se debe utilizar la Tabla 514.3(b)(2) para delimitar y clasificar áreas para la instalación del cableado eléctrico y el equipo eléctrico de utilización.

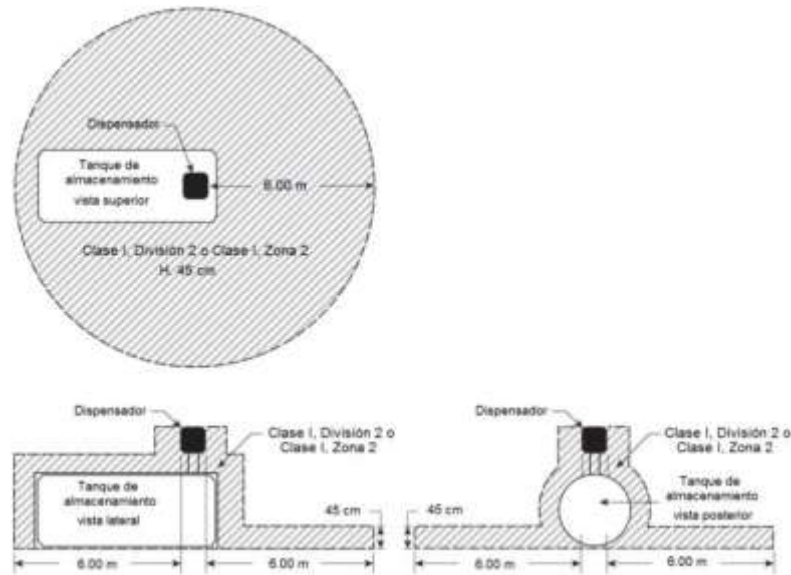


Figura 514-3(b).- Áreas clasificadas adyacentes a un surtidor montado sobre un tanque de almacenamiento situado sobre la superficie del terreno.

c) Estaciones de suministro de combustible para motores en muelles y marinas.

(1) Generalidades. El cableado eléctrico y el equipo localizado en o sobre los lugares de los dispensadores de combustible, se deben instalar en el lado del muelle, desembarcadero o embarcadero opuesto del sistema de tuberías del líquido.

(2) Clasificación de áreas de Clase I, Divisiones 1 y 2. Se deben utilizar los siguientes criterios con el fin de aplicar la Tabla 514-3(b)(1) y la Tabla 514-3(b)(2) para el equipo de suministro de combustible para motores en muelles, desembarcaderos o embarcaderos flotantes o fijos.

d) Construcción cerrada. Cuando la construcción de los muelles, desembarcaderos o embarcaderos flotantes es cerrada, de manera que no hay espacio entre la parte inferior del muelle, desembarcadero o embarcadero y el agua, por ejemplo, la construcción con espuma expandida encerrada en concreto o una construcción similar, y que tienen cajas de acometida integradas con bastidores de alimentación, se deben aplicar las siguientes condiciones:

(1) El espacio por encima de la superficie del muelle, desembarcadero o embarcadero flotante debe ser un lugar Clase I, División 2 con distancias como las identificadas en la tabla 514-3(b)(1), para el dispensador y lugares exteriores.

(2) El espacio por debajo de la superficie del muelle, desembarcadero o embarcadero flotante con áreas o envolventes tales como tinas, huecos, fosos, bóvedas, cajas, depresiones, bastidores de las tuberías de combustible o espacios similares en los que se pueda acumular líquido o vapor inflamable, debe ser un lugar Clase I, División 1.

Excepción 1: Se permitirá que las secciones del muelle, desembarcadero o embarcadero que no den soporte a dispensadores de combustible y que lindan, pero están a 6.00 metros o más desde las secciones del embarcadero que dan soporte a los dispensadores de combustible, sean de Clase I, División 2 cuando exista un espacio de aire entre las secciones del embarcadero que permita que los líquidos o vapores inflamables se disipen y eviten que se muevan hacia estas secciones del embarcadero. La documentación debe cumplir con 500-4(a).

Excepción 2: Se permitirá que las secciones del muelle, desembarcadero o embarcadero que no den soporte a dispensadores de combustible y que no lindan directamente con ellos, sean no clasificadas cuando exista un espacio de aire documentado y los líquidos o vapores inflamables no se puedan mover a estas secciones del embarcadero. Tal documentación debe cumplir con 500-4(a).

e) Construcción abierta. Cuando la construcción de los muelles, desembarcaderos o embarcaderos sea abierta, como por ejemplo plataformas construidas sobre vigas longitudinales sostenidas por pilotes, flotadores, pontones o construcción similar se deben aplicar lo siguiente:

(1) El área de 45 centímetros por encima de la superficie del embarcadero, muelle o desembarcadero y que se prolongue 6.00 metros horizontalmente en todas las direcciones desde el borde externo del dispensador y hacia abajo hasta el nivel del agua, debe ser de Clase I, División 2.

(2) Las envolventes tales como tinas, huecos, fosos, bóvedas, cajas, depresiones, bastidores de las tuberías o espacios similares en los que se pueda acumular líquido o vapor inflamable a una distancia máxima de 6.00 metros del dispensador, debe ser un lugar Clase I, División 1.

514-4. Alambrado y equipo dentro de áreas Clase I. Todo el alambrado y equipo eléctrico dentro de áreas Clase I definidas en 514-3 deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501.

Excepción: Lo que se permite en 514-8.

NOTA: Para requisitos especiales en el aislamiento de los conductores, Véase 501-20.

514-7. Alambrado y equipo por encima de áreas Clase I. El alambrado y equipo por encima de las áreas Clase I definidas en 514-3, deben cumplir con 511-7.

514-8. Alambrado subterráneo. El alambrado subterráneo debe ser instalado en tubo conduit roscado metálico tipo pesado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado. Cualquier parte del equipo o alambrado eléctrico que esté debajo de la superficie de un área Clase I, División 1 o División 2 (como se define en las Tablas 514-3(b)(1) y (b)(2) se debe sellar a una distancia máxima de 3.00 metros del punto de salida sobre el suelo. Excepto las reducciones aprobadas a prueba de explosión en el sello del tubo conduit, no debe haber uniones, coples, cajas ni accesorios entre el sello del tubo conduit y el punto de salida sobre el suelo. Consúltese la Tabla 300-5.

Excepción 1: Se permitirá el uso de cable del tipo MI si se instala de acuerdo con el Artículo 332.

Excepción 2: Se permitirá usar tubo conduit Tipo PVC y tubo conduit Tipo RTRC cuando esté enterrado a no menos de 60 centímetros de la cubierta. Cuando se use tubo conduit Tipo PVC y tubo conduit Tipo RTRC, en los últimos 60 centímetros del tramo subterráneo hasta que salga del suelo o hasta el punto de conexión con la canalización sobre el suelo se debe usar tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de los equipos para proporcionar la continuidad eléctrica del sistema de canalizaciones y para la puesta a tierra de las partes metálicas no portadoras de corriente.

514-9. Sellado.

a) En el surtidor. En todos los tramos de tubo conduit que entren o salgan de un surtidor o en cualquier cavidad o envolvente en comunicación directa con el surtidor, se debe instalar un sello aprobado. El accesorio de sellado debe ser el primer accesorio después de que el tubo conduit salga de la tierra o del concreto.

b) En los límites. Se deben instalar sellos adicionales de acuerdo con 501-15. En los límites horizontales y verticales de los lugares definidos como de Clase I se deben aplicar 501-15(a)(4) y (b)(2).

514-11. Desconectores de los circuitos.

a) Desconectores eléctricos de emergencia. Se deben proporcionar sistemas de suministro de combustible con uno o más dispositivos de apagado o interruptores de emergencia claramente identificados. Tales dispositivos o interruptores deben estar instalados en lugares aprobados, pero a no menos de 6 metros o más de 30 metros de los surtidores de combustible que alimentan. Los dispositivos de apagado de

emergencia o interruptores eléctricos deben desconectar la energía a todos los dispositivos surtidores; a todas las bombas remotas que alimentan los dispositivos surtidores; a todos los circuitos asociados de potencia, control y señalización; y a todos los demás equipos eléctricos en las áreas peligrosas clasificadas alrededor de los dispositivos surtidores de combustible. Cuando se proporcionen más de un dispositivo de apagado de emergencia o interruptor eléctrico, se deben interconectar todos los dispositivos. El reseteo de una condición de apagado de emergencia debe requerir intervención manual.

Excepción. El equipo eléctrico intrínsecamente seguro no necesita cumplir este requisito.

b) Despacho de combustible y estaciones de autoservicio atendidas. En las estaciones de despacho de combustible atendidas, los dispositivos o interruptores deben estar fácilmente accesibles al empleado.

c) Despacho de combustible y estaciones de autoservicio no atendidas. En todas las estaciones de despacho de combustible no atendidas, los dispositivos o interruptores deben estar fácilmente accesibles a los patrones y al menos un dispositivo o interruptor adicional debe estar fácilmente accesible en cada grupo de los dispensadores de combustible en una isla individual.

514-13. Disposiciones para el mantenimiento y la reparación del equipo surtidor. Cada surtidor debe estar equipado con un medio para retirar todas las fuentes de tensión externa, incluyendo todos los circuitos asociados de potencia, voz, datos y video; incluyendo la retroalimentación, durante los periodos de mantenimiento y reparación del equipo surtidor. La ubicación de este medio puede estar ya sea dentro o adyacente al surtidor. El medio debe poder bloquearse en posición abierta de conformidad con la sección 110-25.

514-16. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, las pantallas metálicas o cubierta metálica de los cables y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de equipo fijo y portátil, independientemente de la tensión, deben ser puestas a tierra y unidos. La puesta a tierra y la unión en áreas Clase I debe cumplir con los requisitos indicados en 501-30.

ARTÍCULO 515

PLANTAS DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES

515-1. Alcance. Este artículo cubre un predio o parte de él donde se reciben líquidos inflamables de buques cisterna, tuberías, carros tanque o vehículos con tanque, y se almacenan o mezclan con el fin de distribuir tales líquidos mediante buques cisterna, tuberías, carros tanque o vehículos con tanque, tanques portátiles o contenedores.

515-3. Áreas Clase I. Cuando se almacenan, manejan o surten líquidos de Clase I debe aplicarse la Tabla 515-3 para diseñar y clasificar las plantas de almacenamiento. Las áreas Clase I no deben extenderse más allá de un piso, una pared, techo u otras divisiones sólidas que no tengan aberturas de comunicación.

NOTA: Para gasolineras en marinas o patios de botes, véase la Sección 514-3(c) a (e)

515-4. Alambrado y equipo dentro de áreas Clase I. Todo alambrado y equipo eléctrico dentro de áreas Clase I, definidas en la sección 515-3, deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501 o del Artículo 505 para la división o zona en la cual se usan.

Excepción: Lo permitido en 515-8.

515-7. Alambrado y equipo sobre áreas Clase I.

a) Alambrado fijo. Todo alambrado fijo que pase sobre áreas Clase I, debe instalarse en canalizaciones metálicas o en tubo conduit no metálico rígido de PVC Cédula 80 o equivalente, o con cable de los tipos RTRC marcado con el sufijo -XW, MI, TC o MC, o cable tipo PLTC y PLTC-ER, de acuerdo con lo previsto en el Artículo 725, incluyendo la instalación en las canalizaciones o el cable tipo ITC y ITC-ER como está permitido en 727-4. El cable debe ser terminado con accesorios aprobados.

b) Equipos fijos. El equipo fijo que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, cortacircuitos, interruptores, contactos, motores u otro equipo que tengan contactos de cierre y apertura o deslizantes, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar contruidos de tal manera que impidan el escape de chispas o partículas metálicas calientes.

c) Luminarias portátiles u otros equipos de utilización. Las luminarias portátiles u otros equipos de utilización y sus cordones flexibles deben cumplir con los requisitos del Artículo 501 o del Artículo 505 para la clase de área sobre la que han de conectarse o utilizarse.

Tabla 515-3.- Clasificación eléctrica de las áreas

Lugar	División	Zona	Extensión del área clasificada
Equipo interior instalado donde puedan existir mezclas inflamables de aire - vapor bajo funcionamiento normal.	1	0	La totalidad del área asociada con dicho equipo cuando hay gases o vapores inflamables continuamente o por largos periodos de tiempo.
	1	1	Área dentro de 1.50 metros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 1.5 y 2.5 metros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones; también el espacio hasta 90 centímetros por encima del piso o el nivel del suelo desde 1.50 hasta 7.50 metros horizontalmente desde cualquier borde del equipo. ¹
Equipo exterior instalado donde pueda haber mezclas inflamables de aire - vapor bajo funcionamiento normal.	1	0	La totalidad del área asociada con dicho equipo cuando hay gases o vapores inflamables continuamente o por largos periodos de tiempo.
	1	1	Área dentro 90 centímetros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 2.50 metros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones; también el espacio hasta 90 centímetros por encima del piso o el nivel del suelo desde 90 centímetros hasta 3.00 metros horizontalmente desde cualquier borde del equipo
Instalaciones de tanques de almacenamiento dentro de edificios	1	1	Todo el equipo localizado debajo del nivel del suelo.
	2	2	Cualquier equipo localizado en o por encima del suelo.
Tanque - sobre el suelo, techo fijo	1	0	Interior del techo fijo del tanque.
	1	1	Área dentro del dique, en donde la altura del dique es mayor que la distancia desde el tanque hasta el dique por más del 50 por ciento de la circunferencia del tanque.
	2	2	Dentro de 3.00 metros desde el casco del tanque, los extremos o el techo del tanque. También el área dentro del dique hasta el nivel superior de la pared del dique.
	1	0	Área dentro de la abertura o tubería de ventilación.
	1	1	Área dentro de 1.50 metros del extremo abierto de la ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 1.50 y 3.00 metros desde el extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
Tanque-sobre el suelo, techo flotante	1	0	Área entre las secciones del techo flotante

Lugar	División	Zona	Extensión del área clasificada
con techo exterior fijo			y el techo fijo y dentro del casco del tanque.
sin techo exterior fijo	1	1	Área por encima del techo flotante y dentro del casco del tanque.
Válvula del tanque-interior	1	1	Todo el volumen interior de los líquidos Clase I se almacena
Abertura para llenado del tanque subterráneo	1	1	Cualquier foso o espacio bajo el nivel del suelo, si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 o 2 o Zona 1 o 2.
	2	2	Hasta 45 centímetros sobre el nivel del suelo, dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde cualquier conexión de llenado floja y dentro de un radio horizontal de 1.50 metros desde una conexión de llenado apretada.
Ventilación - Descargando hacia arriba	1	0	Área interior de la abertura o tubería de ventilación.
	1	1	Dentro de 90 centímetros del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 1.50 metros del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
Llenado de tambores de 200 litros y contenedores – en exteriores o interiores	1	0	Área dentro del tambor o contenedor.
	1	1	Dentro de 90 centímetros de las aberturas de ventilación y llenado, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 1.50 metros desde la abertura de ventilación o llenado, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 45 centímetros sobre el piso o el nivel del suelo dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde las aberturas de ventilación o llenado.
Bombas, purgadores, accesorios de vaciado,			
En el interior	2	2	Dentro de 1.50 metros de cualquier borde de estos dispositivos, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 90 centímetros sobre el nivel del piso o suelo, y dentro de 7.50 metros horizontalmente desde cualquier borde de tales dispositivos.
En el exterior	2	2	Dentro de 90 centímetros de cualquier borde de estos dispositivos, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 45 centímetros sobre el nivel del suelo y dentro de 3.00 metros horizontalmente desde cualquier borde de tales dispositivos.
Fosos y sumideros			
Sin ventilación mecánica	1	1	Toda el área dentro del foso o sumidero si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 o 2, o Zona 1 o

Lugar	División	Zona	Extensión del área clasificada
			2.
Con ventilación mecánica adecuada	2	2	Toda el área dentro del foso o sumidero si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 o 2, o Zona 1 o 2.
Que contengan válvulas, accesorios o tuberías y no estén dentro de un lugar clasificado de la División 1 o 2, o Zona 1 o 2.	2	2	Todo el foso o sumidero.
Zanjas de drenaje, separadores, fosa de contención.			
En el exterior	2	2	Área hasta 45 centímetros sobre la zanja, separador o fosa. Además, área hasta 45 centímetros sobre el nivel del suelo, y dentro de 4.50 metros horizontalmente desde cualquier borde.
En el interior			Misma clasificación que para los fosos.
Carga de camiones cisterna y vagones cisterna ² por el domo abierto.	1	0	Área dentro del tanque
	1	1	Hasta 90 centímetros del borde del domo, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 4.50 metros desde el borde del domo, extendiéndose en todas las direcciones.
Carga a través de conexiones en el fondo del tanque con ventilación atmosférica	1	0	Área dentro del tanque
	1	1	Dentro de 90 centímetros del punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 4.50 metros desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 45 centímetros sobre el suelo dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde el punto de conexión de carga.
Carga a través de domo cerrado con ventilación atmosférica	1	1	Hasta 90 centímetros del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 4.50 metros desde el extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 90 centímetros del borde del domo extendiéndose en todas las direcciones.
Carga a través de domo cerrado con control de vapores	2	2	Dentro de 90 centímetros del punto de conexión de las líneas tanto de llenado como de vapor, extendiéndose en todas las direcciones.
Carga por el fondo del tanque con control de vapor y cualquier descarga por el fondo del	2	2	Dentro de 90 centímetros del punto de conexión, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 45 centímetros

Lugar	División	Zona	Extensión del área clasificada
tanque.			sobre el suelo dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde el punto de conexión.
Almacenamiento y taller de reparación de camiones cisterna	1	1	Todos los fosos o espacios bajo el nivel del piso.
	2	2	Área de hasta 45 centímetros sobre el nivel del piso o del suelo en todo el garaje de almacenamiento o taller.
Talleres para vehículos diferentes de camiones cisterna	No clasificado		Si en estos cuartos hay alguna abertura dentro de la extensión de un lugar exterior clasificado, todo el cuarto se debe clasificar igual que la clasificación del área en el punto de la abertura.
Almacenaje exterior de barriles	No Clasificado		
Recintos internos o gaveta de almacenamiento usados para el almacenamiento de líquidos de Clase I	2	2	Todo el recinto o gaveta.
Almacenamiento interior cuando no hay transferencia de líquidos inflamables	No clasificado		Si hay cualquier abertura hacia estos cuartos dentro de la extensión de un lugar interior clasificado, el lugar clasificado se debe extender hasta la salida lo mismo que si la pared, reborde o tabique no existieran.
Oficinas y cuartos de baño	No clasificado		Si en estos cuartos hay alguna abertura dentro de la extensión de un lugar interior clasificado, el cuarto se debe clasificar lo mismo que si la pared, reborde o tabique no existieran.
Muelles y embarcaderos			Ver la Figura 515-3.

¹ La liberación de líquidos de Clase I puede generar vapores hasta el punto en que todo el edificio, y posiblemente la zona que la rodea, deban considerarse lugares Clase I, División 2 o Zona 2.

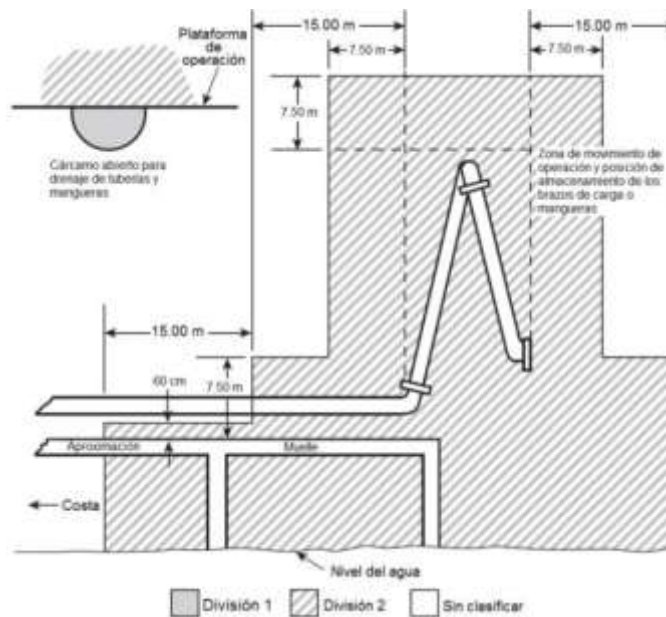
² Al clasificar la extensión del área, se debe tener en cuenta el hecho de que los vagones y camiones cisterna pueden tener distintas posiciones. Por tanto, se deben usar los extremos de las posiciones de carga o descarga.

515-8. Alambrado subterráneo

a) Método de alambrado. El alambrado subterráneo debe instalarse en tubo conduit metálico tipo pesado roscado o en tubo conduit metálico de acero roscado, o cuando esté enterrado a no menos de 60 centímetros de una cubierta, se permite que vaya en tubo conduit Tipo PVC o tubo conduit Tipo RTRC o un cable aprobado. Cuando se utilice tubo conduit, Tipo PVC o tubo conduit Tipo RTRC en los últimos 60 centímetros del tramo subterráneo hasta que salga del suelo o hasta el punto de conexión con la canalización sobre el suelo, debe utilizarse tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado. Cuando se utilice cable, el tramo desde el punto más bajo del nivel del cable enterrado hasta el punto de conexión con la canalización sobre el piso debe instalarse en tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado.

b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe cumplir con lo indicado en 501-20.

c) Alambrado no metálico. Cuando se utilice tubo conduit Tipo PVC, tubo conduit Tipo RTRC o cables con cubierta no metálica, se debe incluir un conductor de puesta a tierra del equipo, para que brinde continuidad eléctrica al sistema de canalización y permita poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente.



1) La "fuente de vapor" es el área que rodea a todo el movimiento del brazo de carga durante la operación normal y en la posición de almacenamiento o descanso en la zona de la brida de conexión final del brazo de carga (o manguera).

2) El área de anclaje o amarre adyacente al buque-tanque y barcasas es División 2 cubriendo las siguientes extensiones:

a) 7.50 metros medidos horizontalmente en todas direcciones en el lado del muelle o embarcadero desde la porción del casco de la nave que contiene los tanques.

b) Desde el nivel del agua hasta 7.50 metros por encima de los tanques de carga de las naves en su posición más alta.

3) Las áreas adicionales pueden ser clasificadas según sea necesario por la presencia de otras fuentes de líquidos inflamables en el muelle o en el embarcadero.

Figura 515-3.- Clasificación de área para terminal marítima para manipulación de líquidos inflamables.

515-9. Sellado. Los requisitos de sellado se aplican tanto a los límites horizontales como a los verticales de las áreas clasificadas Clase I. Las canalizaciones y los cables enterrados bajo las áreas definidas como Clase I se consideran lugares Clase I, División 1 o Zona 1.

515-10. Gasolineras. Cuando se suministre gasolina u otros líquidos inflamables volátiles o gases licuados inflamables en las estaciones de almacenamiento, se aplican las disposiciones del Artículo 514.

515-16. Puesta a tierra y unión. Todas las canalizaciones metálicas, las cubiertas metálicas o armaduras metálicas de los cables y todas las partes metálicas de equipo eléctrico fijo o portátil, no portadoras de corriente, independientemente de la tensión, deben ser puestas a tierra y unidas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250. La puesta a tierra y la unión en las áreas Clase I deben cumplir con los requisitos indicados en 501-30 para lugares Clase I, División 1 y 2, y en 505-25 para lugares Clase I, Zona 0, 1 y 2.

NOTA: Para información adicional sobre puesta a tierra para protección contra la electricidad estática, véase el apéndice B.

ARTÍCULO 516

PROCESOS DE APLICACIÓN POR ROCIADO, INMERSIÓN, RECUBRIMIENTO E IMPRESIÓN QUE EMPLEAN MATERIALES INFLAMABLES O COMBUSTIBLES

Parte A. Generalidades

516-1. Alcance. Este Artículo cubre la aplicación, regular o frecuente, de líquidos inflamables, líquidos combustibles y polvos combustibles mediante operaciones de rociado o aspersión y la aplicación de líquidos inflamables o líquidos combustibles a temperaturas por encima de su punto de ignición, por rociado, inmersión, recubrimiento, impresión u otros medios.

NOTA: Para información adicional sobre las medidas de seguridad en estos procesos, tales como protección contra incendios, instalación de señalización de precaución y medidas de mantenimiento, así como información adicional sobre ventilación, véase el apéndice B.

516-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo se deben aplicar las siguientes definiciones:

Área de rociado: Toda área completamente cubierta, parcialmente cubierta o no cubierta en la que hay cantidades inflamables de vapores, neblinas, residuos, polvos o depósitos inflamables o combustibles debido a la operación de procesos de rociado, entre las que se incluyen (1) toda área situada en el recorrido directo de un proceso de aplicación por rociado; (2) el interior de una cabina de rociado o de un recinto de rociado o de una estación de trabajo limitada a procesos de acabado, según lo definido en el presente; (3) el interior de todo pleno de escape, sector del eliminador o sector del depurador; (4) el interior de todo ducto de escape o caño de escape que provenga de un proceso de aplicación por rociado; (5) el interior de toda carcasa o gabinete de los filtros de recirculación de aire, incluidos los filtros antipartículas de recirculación secundarios; (6) toda unidad concentradora de solventes (reducción de la contaminación) o unidad de recuperación de solventes (destilación); y (7) el interior de un envoltente de membrana. No se consideran parte del área de rociado los siguientes: (1) unidades de renovación de aire fresco; (2) conductos de suministro de aire y cámaras de distribución del suministro; (3) conductos de suministro de aire de recirculación en dirección de la corriente descendente de los filtros secundarios; (4) ductos de escape de las unidades de concentradores de solventes (reducción de la contaminación).

NOTA: Las áreas de rociado no cubiertas son lugares situados fuera de edificios u operaciones localizadas dentro de una sala o espacio de mayor tamaño. Dichas áreas están habitualmente equipadas con algún sistema local de ventilación/extracción de vapores. En operaciones automatizadas, los límites del área constituyen el área máxima del recorrido directo de las operaciones de rociado. En operaciones manuales, los límites del área constituyen el área máxima de rociado, cuando esté establecida a 90 grados de la superficie de aplicación.

Área de rociado exterior. Un área de rociado que está fuera de los límites de un edificio o que tenga una cubierta o techo que no limite la disipación del calor de un incendio o dispersión de vapores y no restringe el acceso y control de lucha contra incendios. Para los fines de esta norma un área de rociado exterior puede ser tratada como un área de rociado sin envoltente.

Área de rociado sin envoltente. Toda área de rociado no confinada por una estación de trabajo limitada a acabados, cabina de rociado o recinto de rociado.

Cabina de rociado: Envoltente con ventilación mecánica, utilizado para una operación o proceso de aplicación por rociado que confina y limita el escape del material que se está rociando, incluidos los vapores, neblinas, polvos y residuos producidos por la operación de rociado y que conduce o dirige estos materiales hacia un sistema de extracción.

NOTA: Una cabina de rociado es un envoltente o inserto dentro de un recinto de mayores dimensiones que se utiliza para aplicaciones de rociado/recubrimiento/inmersión. Una cabina de rociado puede estar totalmente encerrada o tener una parte o superficie frontal abierta, y puede incluir una entrada y una salida separada para el transportador. La cabina de rociado está equipada con ventilación por extracción dedicada, pero puede extraer aire de alimentación desde el recinto más grande o tener un suministro de aire dedicado.

Cubierta de membrana. Un envoltente temporal usado para el rociado de piezas de trabajo que no pueden ser llevadas a la cabina de rociado cuando el rociado abierto no es práctico debido a la proximidad con otras actividades, acabado de calidad o temas como la colecta del sobrerociado.

Estación de trabajo limitada a procesos de acabado. Aparato con capacidad de confinar los vapores, neblinas, residuos, polvos o depósitos generados por un proceso de aplicación por pulverización pero que no cumple con los requerimientos de un recinto de rociado o cabina de pulverización.

Recinto de rociado: Recinto con ventilación mecánica y completamente cubierto con envoltente, que se utiliza exclusivamente para la atomización abierta de materiales inflamables o combustibles.

Parte B. Contenedores abiertos

516-4. Clasificación de áreas. Para contenedores abiertos, contenedores de suministro, recipientes de basura, limpiadores de pistolas de pulverización, y unidades de destilación de disolventes que contienen líquidos Clase I que se encuentran en Zonas ventiladas, la clasificación de la zona deberá hacerse de acuerdo con lo siguiente:

- (1) El área dentro de los 90 cm en todas las direcciones del contenedor o equipo extendiéndose hasta el suelo se clasificarán como Clase I, División 1 o Clase I, Zona 1, según sea aplicable.

- (2) El área que se extiende 60 cm más allá de la División 1 o Zona 1 se clasificarán como Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2, según sea aplicable
- (3) El área que se extiende 15 cm horizontalmente más allá del área descrita en el inciso inmediato anterior hasta una altura de 45 cm por encima del piso se clasificará como Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2, según corresponda.
- (4) El área dentro de cualquier tanque o contenedor se clasificarán como Clase 1, División 1 o Clase 1, Zona 0, según sea aplicable.
- (5) Sumideros, pozos o canales por debajo del suelo dentro de los 3.5 m medidos horizontalmente de una fuente de vapor, se clasificarán como Clase I, División 1 o Zona 1. Si el sumidero, pozo o canal se extiende más allá de 3.5 m de la fuente de vapor, se deberá proporcionar un tope de vapor o se clasificará como Clase I, División 1 o Zona 1 para toda su longitud.

Para los propósitos de clasificación de áreas eléctricas, el sistema de Divisiones y el sistema de Zonas no se deben mezclar para cualquier fuente de liberación.

El alambrado y el equipo de utilización instalado en estas áreas debe ser adecuado para el lugar, como se muestra en la figura 516-4.

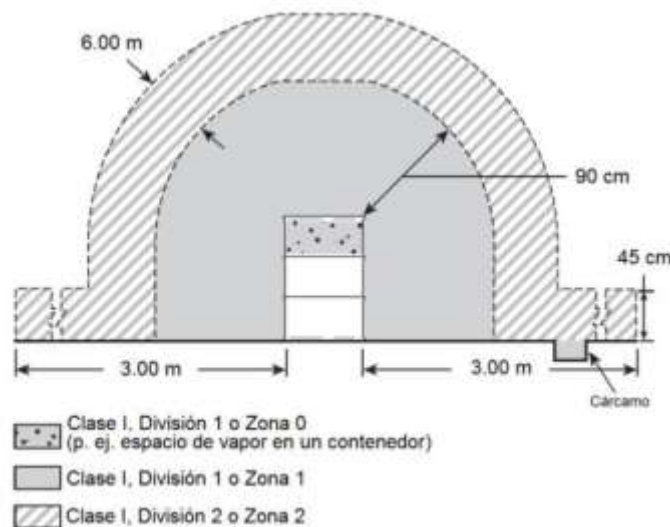


Figura 516-4.- Clasificación eléctrica de área para actividades con líquidos Clase I alrededor de contenedores abiertos, contenedores de suministro, recipientes de basura, limpiadores de pistolas de pulverización, y unidades de destilación de disolventes

Parte C. Proceso de aplicación de rociado

516-5. Clasificación de áreas. La clasificación de áreas está basada en cantidades peligrosas de vapores inflamables, neblinas combustibles, residuos, polvos o depósitos combustibles que estén presentes o que podrían estar presentes en cantidades suficientes como para generar mezclas inflamables o explosivas con el aire.

a) Clasificación de los lugares por Zonas.

(1) Clasificación de lugares. El sistema de clasificación por Zona de las áreas eléctricas debe aplicarse de la siguiente manera.

- a. El interior de contenedores o recipientes cerrados debe ser considerado un área de Clase I, Zona 0.
- b. Debe permitirse que un área de Clase I, División 1 sea alternativamente clasificada como un área de Clase I, Zona 1.
- c. Debe permitirse que un área de Clase I, División 2 sea alternativamente clasificada como un área de Clase I, Zona 2.
- d. Debe permitirse que un área de Clase II, División 1 sea alternativamente clasificada como un área de Zona 21.
- e. Debe permitirse que un área de Clase II, División 2 sea alternativamente clasificada como un área de Zona 22.

(2) Sistemas de clasificación. Para los fines de la clasificación de las áreas eléctricas, el sistema por Divisiones y el sistema por Zonas no deben entremezclarse para ninguna fuente de liberación determinada.

En los casos en que las áreas dentro de las mismas instalaciones se clasifiquen de manera separada, debe permitirse que los lugares de Clase I, Zona 2 sean contiguos, pero que no se superpongan con los lugares de Clase I, División 2. Los lugares de Clase I, Zona 0 o Zona 1 no deben ser contiguos a los lugares de Clase I, División 1 o División 2.

(3) Equipos. Los equipos o procesos con llamas abiertas, generadores de chispas, y los equipos cuyas superficies expuestas excedan la temperatura de autoignición del material que está siendo atomizado no deben estar ubicados en un área de rociado ni en ninguna de las áreas circundantes que esté clasificada como de División 2, Zona 2 o Zona 22.

Excepción: Este requisito no debe aplicarse a aparatos de secado, curado o fusión.

Todo aparato o equipo que utilice energía eléctrica, que sea capaz de generar chispas o partículas de metal caliente y que esté ubicado por encima o adyacente a ya sea un área de rociado o a las áreas de División 2, Zona 2 o Zona 22 circundantes debe ser del tipo totalmente encerrado o debe estar construido de modo que se evite el escape de chispas o partículas de metal caliente.

b) Lugares Clase I, División I o Clase I, Zona 0. El interior de cualquier contenedor abierto o cerrado o buque con líquido inflamable se deben considerar de Clase I, División I o Clase I, Zona 0, según sea aplicable.

c) Lugares de Clase I, División 1; de Clase I, Zona 1; de Clase II, División 1; o de Zona 21. Los siguientes espacios se consideran áreas Clase I, División 1, o Clase 1, Zona 1, o Clase II, División 1, o de Zona 21, según sea aplicable:

- (1) Los interiores de cabinas y cuartos de rociado, excepto como se indica específicamente en (d) siguiente.
- (2) El interior de ductos de extracción.
- (3) Cualquier área en la trayectoria directa de las operaciones de rociado.
- (4) Lo sumideros, fosas o canales bajo el nivel del suelo, ubicados hasta una distancia de 7.50 metros medida horizontalmente de la fuente de vapor. Si los sumideros, fosas o canales se extienden más allá de 7.50 metros de la fuente de vapor deben contar con un retén para detener el vapor o deben clasificarse como área Clase I, División 1 en toda su extensión.
- (5) Todo el espacio exterior, en todas direcciones, pero a una distancia máxima de 90 centímetros de contenedores abiertos, contenedores de suministro, limpiadores de pistolas para rociado y unidades de purificación de solventes que contienen líquidos inflamables.
- (6) Para estaciones de trabajo limitadas a procesos de acabado, el área interior delimitada por cortinas o tabiques. Ver Figura 516-5(d)(5).

d) Áreas Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2 o de Zona 22. Los siguientes espacios se consideran áreas Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2; o de Zona 22, según sea aplicable:

1) Rociado abierto. Para rociado abierto, todo el espacio circundante y comprendido dentro de una distancia de 6.00 metros medidos horizontalmente y 3.00 metros medidos verticalmente de un área de rociado cerrada y no separada del área de rociado mediante divisiones extendiendo los límites del área designada como División 2, Zona 2 o Zona 22, en la Figura 516-5(d)(1) será adecuado para lugares Clase 1, División 2; Clase 1, Zona 2; Clase II, División 2 o Zona 22, lo que sea aplicable.

2) Cabinas de rociado y recintos de rociado con techo cerrado, abierto por la cara y abierto por el frente. Si las operaciones de rociado se realizan dentro de una cabina o en un cuarto con techo cerrado, con cara abierta, o con frente abierto, como se muestra en la Figura 516-5(d)(2), todo el alambrado eléctrico o equipo de utilización localizado fuera de la cabina o del cuarto, pero dentro de una distancia de 90 centímetros de cualquier abertura, deben ser adecuados para áreas Clase I, División 2; Clase I, Zona 2; Clase II, División 2 o Zona 22, según sea aplicable. Las áreas Clase I, División 2, de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2 o de Zona 22, mostradas en la Figura 516-5(d)(2), se deben prolongar desde el extremo de la cara abierta o frente abierto de la cabina o cuarto.

3) Cabinas de rociado con techo abierto. En operaciones de rociado llevadas a cabo dentro de una cabina de rociado con el techo abierto, el espacio de 90 centímetros de radio sobre la cabina y otras aberturas de la cabina deberán considerarse Clase I, División 2; Clase I, Zona 2; Clase II, División 2 o de Zona 22, lo que sea aplicable.

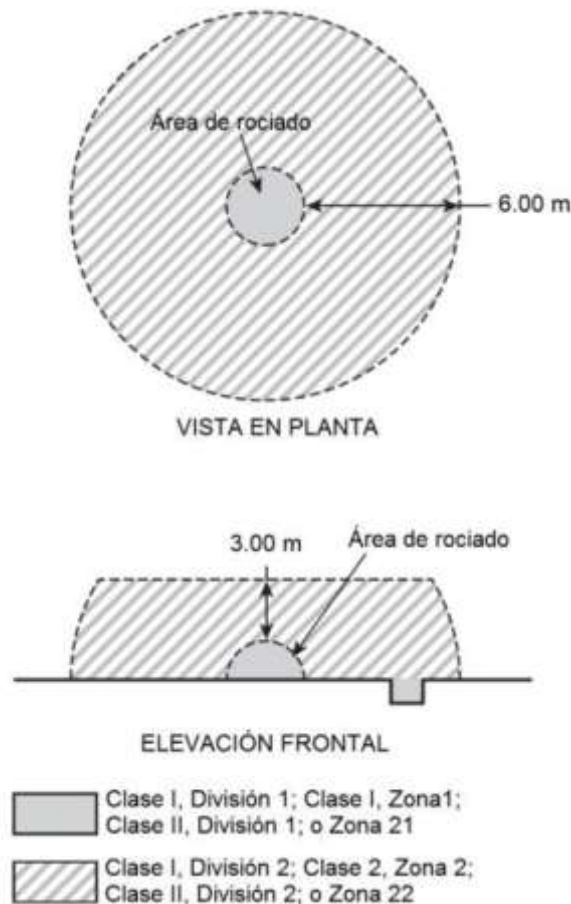


FIGURA 516-5(d)(1).- Clasificación eléctrica de las áreas para rociado abierto.

4) Cabinas y recintos de rociado encerrados. En operaciones de rociado confinadas en una cabina o recinto cerrado, la clasificación del área eléctrica debe ser la siguiente:

(1) El espacio dentro de 90 centímetros en todas las direcciones desde cualquier abertura en la cabina de rociado, se debe considerar Clase I, División 2; Clase I, Zona 2; Clase II, División 2 o Zona 22, según corresponda, como se ilustra en la Figura 516-5(d)(4).

(2) Donde se use equipo de aplicación de rociado automático, el área fuera de las puertas de acceso será sin clasificación siempre que el bloqueo de la puerta prevenga la aplicación del rociado cuando la puerta esté abierta.

(3) Donde el aire expulsado sea recirculado, deben aplicarse ambas de las condiciones siguientes:

a. El interior de toda trayectoria de recirculación desde los filtros de partículas secundarios hasta la cámara de distribución de suministro de aire incluida, debe ser clasificado como un lugar de Clase I, División 2; Clase I, Zona 2; Clase II, División 2 o Zona 22, según corresponda.

b. El interior de los conductos de suministro de aire fresco no debe estar clasificado.

(4) Donde no se recicle el aire expulsado, el interior de los conductos de suministro de aire fresco y las cámaras de suministro de aire fresco no deben estar clasificados.

5) Para estaciones de trabajo limitadas a procesos de acabado.

a) Para estaciones de trabajo limitadas a procesos de acabado, el área interior del espacio de 90 centímetros, horizontalmente, y que verticalmente se extiende más allá del volumen encerrado por la superficie exterior de las cortinas o tabiques debe ser clasificada como de Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2 o de Zona 22, como se ilustra en la Figura 516-5(d)(5).

b) Una estación de trabajo limitada a procesos de acabado se debe diseñar y construir para que contenga todo lo siguiente:

(1) Un suministro de aire dedicado

(2) Barreras o divisiones no combustibles o retardantes de flama.

- (3) Un sistema mecánico de extracción y filtración de aire
- (4) Sistema extinguidor automático
- c) La cantidad de material rociado en la estación de trabajo limitada no excederá de 3.5 litros en un periodo de tiempo de 8 horas
- d) Las barreras o divisiones deben estar totalmente cerradas durante cualquier operación de rociado
- e) El equipo dentro de la estación de trabajo limitada debe estar enclavado de tal manera que el equipo de aplicación de rociado no pueda ser operado a menos que el sistema de ventilación esté funcionando adecuadamente y la aplicación de rociado se pare automáticamente si el sistema de ventilación falla
- f) Una estación de trabajo limitada usada para aplicación de rociado no debe ser usada para ninguna otra operación capaz de producir chispas o partículas de metal caliente o para operaciones que involucren flamas o la utilización de equipo eléctrico capaz de producir chispas o partículas de metal caliente.
- g) Cuando se utilicen calentadores de aire industriales para elevar la temperatura del aire para secado, curado o fusión, se debe proporcionar un interruptor de límite alto para apagar automáticamente el aparato de secado si la temperatura máxima del aire de descarga en la estación de trabajo limitada excede la temperatura máxima permitida por la norma por la que el calentador está aprobado o 93°C, lo que sea menor.
- h) Se deben proporcionar medios para mostrar que la estación de trabajo limitada está en modo de operación de secado o curado y que la estación de trabajo limitada va a ser ocupada.
- i) Cualquier contenedor de líquido inflamable o combustible debe ser retirado de la estación de trabajo limitada antes de que se energice el aparato de secado.
- j) Se permitirá usar cualquier aparato portátil de secado, curado o de fusión en un área de trabajo limitada siempre que no esté localizado dentro de un área peligrosa (clasificada) cuando se estén llevando a cabo operaciones de rociado.
- k) Se permite la recirculación del aire de escape cuando se cumplan los dos incisos 3) y 4) anteriores.

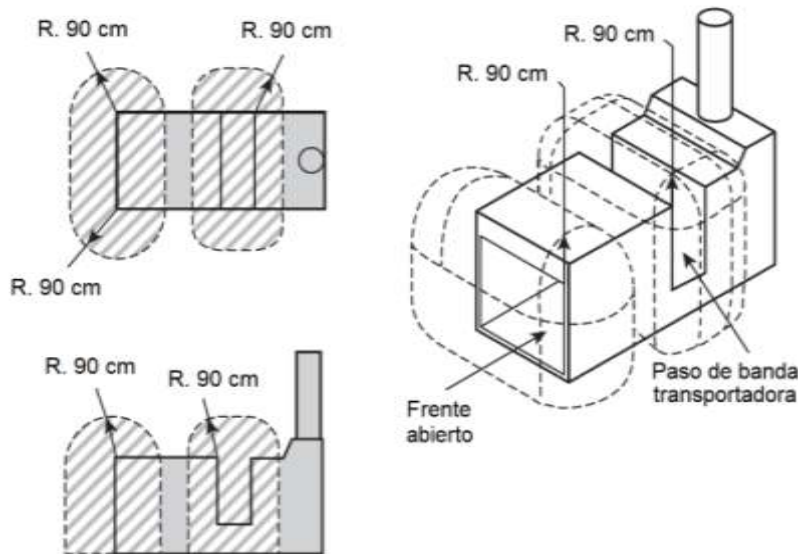


Figura 516-5(d)(2).- Lugares de Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2 o de Zona 22, adyacentes a un recinto o una cabina del rociado cerrados por arriba, abiertos por la cara o abiertos por el frente.

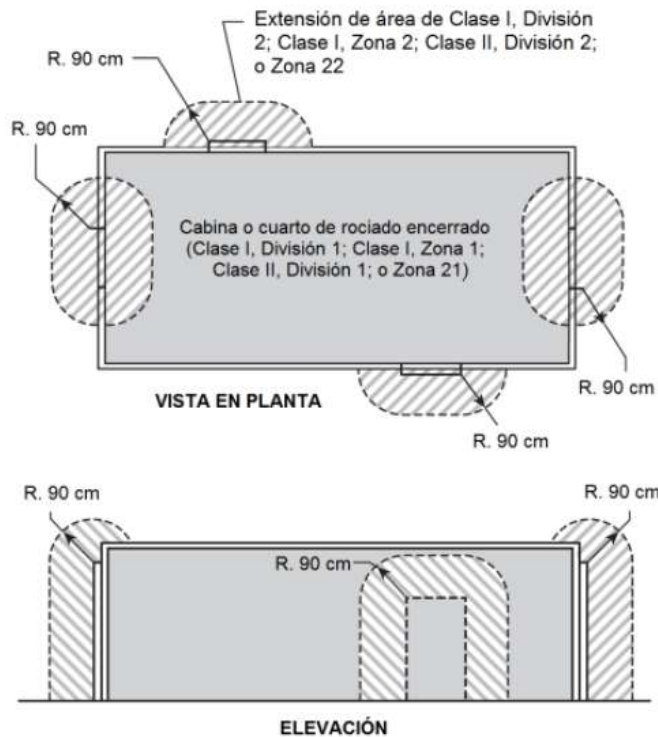


FIGURA 516-5(d)(4).- Lugares de Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2 o de Zona 22, adyacentes a un recinto o una cabina de rociado encerrados.

516-6. Alambrado y equipo en áreas Clase I

a) Alambrado y equipos - Vapores. Todo equipo y alambrado eléctrico dentro de un área Clase I (que contenga sólo vapor, no residuos) definida en 516-35, debe cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501 o del Artículo 505, según sea aplicable.

b) Alambrado y equipos - Vapores y residuos. A menos que sea específicamente aprobado para lugares que contengan depósitos de cantidades peligrosas de vapores inflamables o combustibles, neblina, residuos, polvos o depósitos (lo que aplique), ningún equipo eléctrico debe instalarse o usarse en cualquier espacio de rociado como ha sido definido o en donde depósitos de residuos combustibles puedan acumularse fácilmente, excepto alambrado en tubo conduit metálico tipo pesado, tubo conduit metálico semipesado, cables tipo MI o en cajas o accesorios metálicos que no contengan derivaciones, empalmes o terminales.

c) Iluminación. Se permite la instalación de luminarias de la manera siguiente:

(1) Las luminarias, como las que se muestran en la Figura 516-6(c)(a), colocadas en los muros o cielorrasos de un área de pulverización, pero que estén afuera de cualquier área clasificada y que estén separadas del área de pulverización por paneles de vidrio deben ser adecuadas para uso en lugares no clasificados. Dichos artefactos deben ser mantenidos y reparados desde fuera del área de pulverización.

(2) Las luminarias, como las que se muestran en la Figura 516-6(c)(a), colocadas en los muros o el cielorraso de un área de pulverización, que estén separadas del área de pulverización por paneles de vidrio y que estén situadas dentro de un lugar de Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2 o de Zona 22 deben ser adecuadas para dicha ubicación. Dichos artefactos deben ser mantenidos y reparados desde fuera del área de pulverización.

(3) Debe permitirse que las luminarias, como las que se muestran en la Figura 516-6(c)(b), que sean una parte integral de los muros o el cielorraso de un área de pulverización estén separadas del área de pulverización por paneles de vidrio que sean una parte integral del artefacto. Dichos artefactos deben estar aprobados para uso en lugares de Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2 o de Zona 22, lo que corresponda, y también deben estar aprobados para acumulaciones de depósitos de residuos combustibles. Debe permitirse que dichos artefactos sean mantenidos y reparados desde el interior del área de pulverización.

(4) Los paneles de vidrio que se utilicen para separar las luminarias del área de pulverización que sean una parte integral de la luminaria deben cumplir con los siguientes requisitos:

a. Los paneles para artefactos de iluminación o para observación deben ser de vidrio con tratamiento térmico, vidrio laminado, vidrio armado o vidrio martillado-armado y deben estar sellados para confinar los vapores, neblinas, residuos, polvos y depósitos al área de pulverización.

Excepción: Deben permitirse ensambles de cabinas de pulverización aprobados con paneles de visión contruidos con otros materiales

b. Los paneles para artefactos de iluminación deben estar separados del artefacto para evitar que la temperatura de superficie del panel exceda de 93 °C.

c. El marco del panel y el método de colocación deben estar diseñados de modo que no presenten fallas bajo la exposición al fuego antes de que se produzca una falla en el panel de visión.

d) Equipo portátil. No se deben usar lámparas eléctricas portátiles u otro equipo de utilización en áreas de rociado durante las operaciones de rociado.

Excepción 1. Cuando se requieran lámparas portátiles eléctricas para operaciones en espacios no adecuadamente iluminados por el alumbrado fijo dentro del área de rociado, deben ser del tipo aprobado para áreas Clase I, División 1, o Clase I, Zona 1 donde puedan estar presentes residuos fácilmente inflamables.

Excepción 2. Cuando se usen aparatos eléctricos portátiles de secado en cabinas de pintura por rociado y se reúnan los siguientes requisitos:

a. que el aparato y sus conexiones eléctricas no estén localizados en el recinto de rociado durante operaciones de rociado.

b. que el equipo eléctrico dentro de una distancia no mayor que 50 centímetros del piso esté aprobado para áreas Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2.

c. que todas las partes metálicas del aparato de secado estén eléctricamente unidas y puestas a tierra.

d. que se provean enclavamientos para evitar la operación del equipo de rociado mientras el aparato de secado esté dentro del recinto, y permita una purga del aire del recinto durante 3 minutos antes de energizar al aparato de secado y apagarlo en caso de falla del sistema de ventilación.

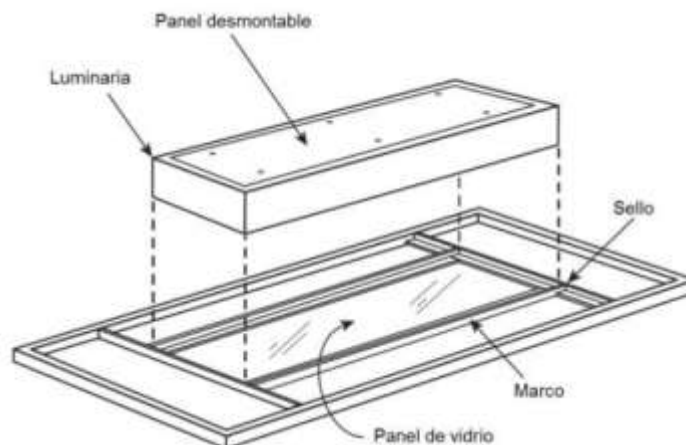


Figura 516-6(c)(a).- Ejemplo de una luminaria montada fuera del área de pulverización, mantenida y reparada desde fuera del área de pulverización.

e) Equipo electrostático. El equipo de rociado electrostático o de escurrimiento electrostático debe instalarse y utilizarse únicamente como se indica en 516-10.

f) Descargas eléctricas estáticas. Todas las personas y todos los objetos eléctricamente conductores, incluida cualquiera de las piezas de metal de los aparatos o equipos de procesos, contenedores de materiales, ductos de escape y sistemas de tuberías que transporten líquidos inflamables o combustibles deben estar eléctricamente puestos a tierra.

516-7. Alambrado y equipos fuera de áreas clasificadas

a) Alambrado. Todo alambrado fijo por encima de áreas Clase I y Clase II debe hacerse en canalizaciones metálicas, tubo conduit Tipo PVC, tubo conduit Tipo RTRC, tubo conduit no metálico; cuando se usan cables, deben ser Tipo TC, Tipo MC, MC-HL o Tipo MI. Las canalizaciones en pisos celulares metálicos se permiten únicamente para alimentar salidas de plafones o extensiones al área por debajo del piso de un área Clase I o Clase II, pero estas canalizaciones no deben tener conexiones que entren, o atraviesen un área Clase I o Clase II, a menos que tengan los sellos apropiados.

b) Equipo. El equipo que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, desconectadores, contactos, motores u otro equipo con contactos de apertura y cierre o deslizantes, cuando se instalen por encima de un área clasificada, o encima de un área donde se manejen objetos recién terminados que sean manipulados, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar contruidos de tal manera que se evite el escape de chispas o partículas de metal caliente.

516-10. Equipos especiales.

a) Equipo electrostático fijo. Esta sección se debe aplicar a cualquier equipo que utilice elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga y/o precipitado de materiales peligrosos para recubrir objetos o para otros fines similares en los que el dispositivo de carga o atomización esté unido a un soporte o manipulador mecánico. Se deben incluir dispositivos robóticos. Esta sección no se debe aplicar a dispositivos que se sujeten o manipulen con la mano. Cuando el robot o los procedimientos de programación involucren la operación manual del brazo del robot mientras se hace el rociado y existen altas tensiones, se deben aplicar las disposiciones del inciso (b) siguiente. La instalación del equipo de rociado electrostático debe cumplir con (1) hasta (10) siguientes. El equipo de rociado debe estar aprobado. Todos los sistemas de equipos electrostáticos automáticos deben cumplir las condiciones de 516-6(a) hasta (e).

1) Equipo de fuerza y control. Los transformadores, fuentes de alimentación de alta tensión, aparatos de control y demás piezas eléctricas del equipo, deben instalarse fuera de los lugares Clase I, o ser de un tipo identificado para el lugar.

Excepción: Se permitirá instalar en lugares Clase I rejillas de alta tensión, electrodos y cabezales electrostáticos de atomización y sus conexiones.

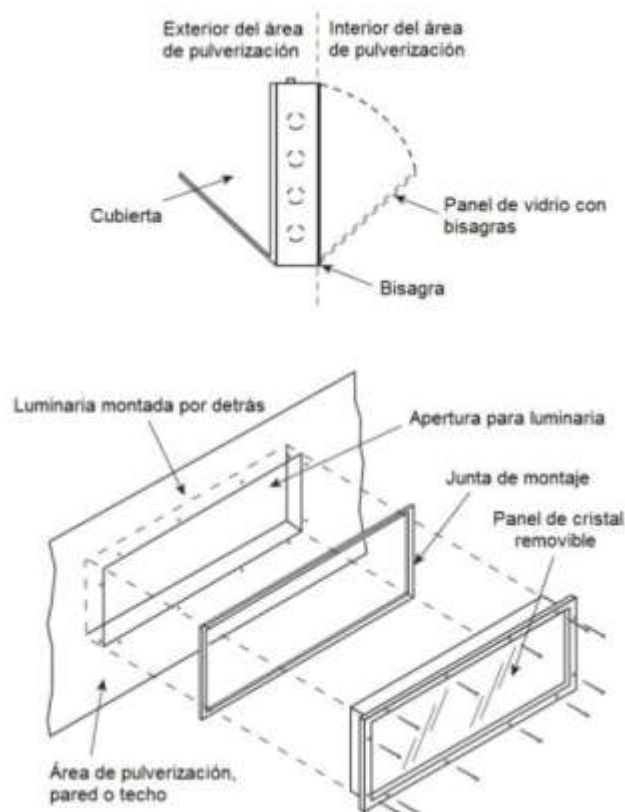


Figura 516-6(c)(b).- Ejemplo de una luminaria que es una parte integral del área de pulverización, mantenida y reparada desde el interior del área de pulverización.

2) Equipo electrostático. Los electrodos y los cabezales electrostáticos de atomización deben estar soportados adecuadamente en lugares permanentes y deben estar aislados eficazmente de tierra. Se debe considerar que cumplen con esta sección los electrodos y cabezales electrostáticos de atomización que estén fijos permanentemente a sus bases, soportes, mecanismos de movimiento alternativos o robots.

3) Terminales de alta tensión. Las terminales de los conductores de alta tensión deben estar debidamente aisladas y protegidas contra daños mecánicos o contra la exposición a productos químicos destructivos. Cualquier elemento expuesto a alta tensión debe estar soportado en forma eficaz y permanentemente sobre aisladores adecuados y debe estar protegido eficazmente contra contactos o puesta a tierra accidentales.

4) Soporte de piezas. Las piezas que se vayan a recubrir mediante estos procesos deben estar colocadas en soportes colgantes o transportadores. Estos soportes colgantes o transportadores deben estar instalados de modo que: (1) aseguren que las piezas que se van a recubrir estén conectadas eléctricamente a tierra con una resistencia de 1 megaohm o menos y (2) se prevenga que las piezas oscilen.

5) Controles automáticos. Los aparatos electrostáticos deben estar equipados con medios automáticos que desenergicen rápidamente los elementos de alta tensión si se produce alguna de las circunstancias siguientes:

- (1) Detención de los ventiladores o falla del equipo de ventilación por cualquier causa.
- (2) Detención del transportador de piezas a través de una zona de alta tensión, a menos que esta detención sea necesaria por una condición del proceso de rociado.
- (3) Se presenta excesiva corriente de fuga en cualquier punto del sistema de alta tensión.
- (4) Desenergización de la tensión primario a la fuente de alimentación.

6) Puesta a tierra. Todos los objetos conductores de electricidad en el área de rociado, excepto los que por exigencias del proceso deban mantenerse a alta tensión, se deben poner a tierra adecuadamente. Este requisito se debe aplicar a los recipientes de pintura, cubos de lavado, protectores, conectores de mangueras, abrazaderas y cualquier otro objeto o dispositivo conductor de la electricidad que pueda haber en el área.

7) Separación. Alrededor del equipo, o incorporado al mismo, se deben instalar protectores adecuados como cabinas, cercas, barandillas, enclavamientos u otros medios que, bien por su ubicación, naturaleza, o ambas cosas, aseguren que se mantiene una separación segura del proceso.

8) Anuncios. Se deben instalar anuncios notablemente visibles para:

- (1) Designar la zona del proceso como peligrosa, con relación a incendio y accidente.
- (2) Identificar los requisitos de puesta a tierra de todos los objetos eléctricamente conductores en el área de rociado.
- (3) Limitar el acceso exclusivamente a personas calificadas.

9) Aisladores. Todos los aisladores se deben mantener limpios y secos.

10) Equipos diferentes de los no incendiarios. Los equipos de rociado que no se puedan clasificar como no incendiarios, deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

- a. Los transportadores, soportes colgantes y equipos de aplicación deben estar instalados de modo que mantengan una separación mínima de al menos el doble de la distancia de arco entre los productos que se pintan y los electrodos, los cabezales de atomización electrostática o los conductores cargados. Se deben fijar advertencias que indiquen esta distancia de seguridad.
- b. El equipo debe tener un medio automático para desenergizar rápidamente los elementos de alta tensión en caso de que la distancia entre los productos que se pintan y los electrodos o cabezales electrostáticos de atomización se reduzca a un valor inferior al especificado en el inciso (a) anterior.

b) Equipo electrostático de rociado manual. Esta sección se debe aplicar a cualquier equipo que utilice elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga o precipitado de materiales inflamables y combustibles para el recubrimiento de artículos o para otros fines similares en los que el dispositivo atomizador se sujete con la mano o se manipule durante la operación de rociado. Los equipos y dispositivos de rociado manual electrostático que se utilicen en operaciones de pintura por rociado deben estar aprobados y cumplir con los puntos que se indican a continuación:

1) Generalidades. Los circuitos de alta tensión deben estar diseñados de modo que no produzcan chispas de intensidad suficiente como para encender las mezclas aire - vapor más fácilmente inflamables que se puedan encontrar, ni haya peligro de choque eléctrico considerable si entran en contacto con un objeto puesto a tierra bajo todas las condiciones de funcionamiento normales. Los elementos expuestos y cargados electrostáticamente de la pistola manual deben tener la capacidad de ser energizados sólo mediante un dispositivo que controle también el suministro del material de recubrimiento.

2) Equipos de potencia. Los transformadores, fuentes de energía, aparatos de control y todas las demás partes eléctricas de los equipos, deben estar ubicados fuera del lugar de Clase I o estar identificados para su uso en ese lugar.

Excepción: Se permitirá usar en lugares Clase I la propia pistola manual y sus conexiones con el suministro de energía.

3) Empuñadura. La empuñadura de la pistola de rociado debe estar conectada eléctricamente a tierra mediante un material conductor y estar fabricada de modo que el operador, utilizándola en la posición normal de funcionamiento, esté en contacto eléctrico directo con la empuñadura puesta a tierra con una resistencia no mayor a 1 megaohm, para prevenir la acumulación de cargas estáticas en su cuerpo. Se deben instalar anuncios en lugares notablemente visibles que adviertan sobre la necesidad de poner a tierra a todas las personas que entren en la zona de rociado.

4) Equipo electrostático. Todos los objetos eléctricamente conductores en la zona de rociado, a excepción de aquellos objetos que el proceso requiera que estén a una tensión alta, deben estar eléctricamente conectados a tierra con una resistencia no mayor a 1 megaohm. Este requisito se debe aplicar a los recipientes de pintura, cubos de lavado y cualquier otro objeto o dispositivo conductor eléctrico que esté en el área. Los equipos deben llevar una advertencia notablemente visible y permanentemente instalada que indique la necesidad de esta puesta a tierra.

5) Soporte de objetos. Los objetos que se estén pintando se deben mantener en contacto eléctrico con el transportador u otro soporte puesto a tierra. Los ganchos se deben limpiar periódicamente para asegurar una puesta a tierra eficaz de 1 megaohm o menos. Siempre que sea posible, las partes de contacto deben ser puntas agudas o bordes afilados. Los puntos de soporte del objeto se deben ocultar del rociado aleatorio, cuando resulte viable y, cuando los objetos que se estén rociando estén sostenidos de un transportador, el punto de sujeción al transportador debe estar ubicado de modo que no recoja material de rociado durante su funcionamiento normal.

c) Recubrimiento en polvo. Esta sección se debe aplicar a los procesos en los que se aplican polvos secos combustibles. Los riesgos asociados a los polvos combustibles están presentes en dichos procesos, en un grado que depende de la composición química del material, el tamaño, la forma y la distribución de las partículas.

1) Equipo eléctrico y fuentes de ignición. Los equipos eléctricos y otras fuentes de ignición deben cumplir los requisitos del Artículo 502. Las luminarias eléctricas portátiles y otros equipos de utilización no se deben usar en lugares Clase II durante la operación de los procesos de acabado. Cuando se usen dichas luminarias o equipos de utilización durante las operaciones de limpieza y reparación, deben ser de un tipo identificado para lugares Clase II, División 1 y todas las partes metálicas expuestas deben estar conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: Cuando sea necesario usar luminarias eléctricas portátiles para operaciones en espacios no iluminados fácilmente por el alumbrado fijo dentro del área de rociado, éstas deben ser de un tipo aprobado para lugares Clase II, División 1, cuando pueda haber residuos fácilmente inflamables.

2) Equipos fijos de rociado electrostático. A estos equipos se les debe aplicar las disposiciones de (a) y (c)(1) anteriores.

3) Equipos manuales de rociado electrostático. A estos equipos se les deben aplicar las disposiciones de (b) y (c)(1).

4) Lecho fluidizado electrostático. El lecho fluidizado electrostático y el equipo asociado deben ser de un tipo identificado. Los circuitos de alta tensión deben estar diseñados de modo que cualquier descarga que se produzca cuando los electrodos de carga del lecho se aproximen o hagan contacto con un objeto puesto a tierra, no tenga una intensidad suficiente para encender cualquier mezcla de polvo y aire que pueda haber, ni se produzca un riesgo apreciable de choque eléctrico.

- a. Los transformadores, fuentes de energía, aparatos de control y todas las otras partes eléctricas de los equipos deben estar instalados fuera del área de recubrimiento con polvo, o de lo contrario deben cumplir los requisitos de (c)(1) anterior.

Excepción: Se permitirá que los electrodos de carga y sus conexiones a la fuente de alimentación estén dentro del área de recubrimiento con polvo.

- b. Todos los objetos eléctricamente conductores dentro del área de recubrimiento con polvo deben estar adecuadamente puestos a tierra. El equipo de recubrimiento con polvo debe llevar una advertencia notablemente visible y permanentemente instalada sobre la necesidad de poner a tierra esos objetos.

- c. Los objetos que se están recubriendo se deben mantener en contacto eléctrico (menos de 1 megaohm) con el transportador u otro soporte para garantizar una puesta a tierra adecuada. Los soportes colgantes se deben limpiar periódicamente para asegurar un contacto eléctrico efectivo. Las áreas de contacto eléctrico deben ser puntas agudas o bordes afilados, cuando sea posible.
- d. Los equipos eléctricos y suministros de aire comprimido deben estar enclavados con el sistema de ventilación, de modo que los equipos no se puedan operar a menos que los ventiladores estén funcionando.

516-16. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, las pantallas metálicas o cubiertas metálicas de los cables y todas las partes metálicas de equipo eléctrico fijo o portátil que no transporten corriente, independientemente de la tensión, deben ser puestas a tierra y unidos. La puesta a tierra y la unión deben cumplir con 501-30, 502-30 o 505-25, según sea aplicable.

Parte D. Operaciones de aplicación de rociado en envoltentes de membrana

516-18. Clasificación de área para envoltentes temporales de membrana. La clasificación del área eléctrica será la siguiente:

- (1) El área dentro de la envoltente de membrana se considerará un área de Clase I, División 1, como se muestra en la Figura 516-18.
- (2) Una zona de 1.5 m fuera de la envoltente de membrana se considerará Clase I, División 2, como se muestra en la Figura 516-18.

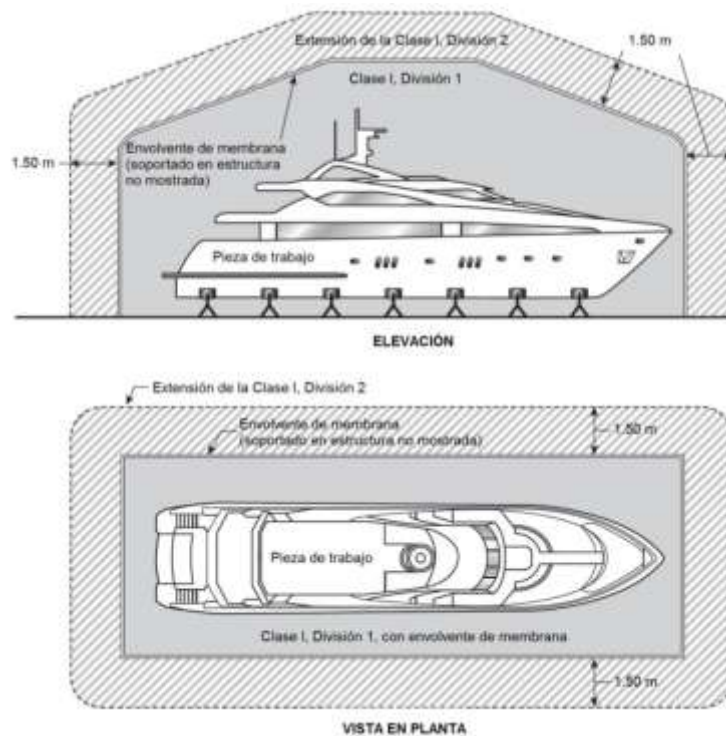


Figura 516-18.- Clasificación eléctrica para envoltentes exteriores temporales de membrana.

516-23. Fuentes de ignición eléctricas y de otras fuentes. El alambrado y equipos eléctricos ubicados dentro de las áreas clasificadas dentro y fuera de los envoltentes de membrana durante la pintura en aerosol deberán ser adecuados para la ubicación y cumplirán con lo siguiente:

- (1) Todo el polvo en la pieza de trabajo será removido durante la pintura.
- (2) Las piezas de trabajo deberán estar conectadas a tierra.
- (3) El equipo de pintura en aerosol debe estar conectado a tierra.
- (4) Los andamios deben estar unidos a la pieza de trabajo y conectados a tierra por un método aprobado.

Parte E. Procesos de impresión, inmersión y recubrimiento

516-29. Clasificación de lugares. La clasificación se basa en las cantidades de vapores inflamables, neblinas combustibles, residuos, polvos o depósitos que estén presentes o que podrían estar presentes en cantidades suficientes como para generar mezclas inflamables o explosivas con el aire. El alambrado y equipos eléctricos ubicados en las áreas adyacentes a estos procesos deberán cumplir con los requerimientos siguientes. Se ilustran ejemplos de estos requerimientos en las figuras: 516-29(a), 516-29(b), 516-29(c) y 516-29(d)

- (1) El cableado eléctrico y los equipos de utilización eléctricos ubicados en sumideros, fosos o canales situados debajo el nivel del terreno, dentro de 7.5 m horizontalmente, de una fuente de vapor se deben considerar lugares de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 1. Si los sumideros, fosos o canales se prolongan más allá de 7.5 m desde la fuente de vapor, se debe instalar una barrera de vapor o se deben clasificar como de Clase I, División 1 en toda su longitud.
- (2) El cableado eléctrico y los equipos de utilización eléctricos ubicados dentro de una distancia radial de 1.5 m desde las fuentes de vapor se deben considerar lugares de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 1. El espacio interior de un tanque de inmersión, mecanismo de entintado de rodillos, reservorio de tinta o tanque de tinta debe ser clasificado como de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 0, lo que corresponda.
- (3) El cableado eléctrico y los equipos de utilización eléctricos ubicados dentro de una distancia de 90 cm de un lugar de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 1, según se describe en la sección 516-3(d)(6)(2) deben ser adecuados para lugares de Clase I, División 2 o de Clase I, Zona 2, lo que corresponda.
- (4) El espacio de 90 cm situado por encima del piso y que se prolonga 6 metros horizontalmente, en todas las direcciones, desde un lugar de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 1, debe ser clasificado como de Clase I, División 2 o de Clase I, Zona 2, y el cableado eléctrico y los equipos de utilización eléctricos ubicados dentro de dicho espacio deben ser adecuados para lugares de Clase I, División 2 o de Clase I, Zona 2, lo que corresponda.
- (5) Se permitirá que este espacio no esté clasificado, a los fines de las instalaciones eléctricas, si el área de la superficie de la fuente de vapor no excede de 0.5 m^2 , los contenidos del tanque de inmersión, mecanismo de entintado de rodillos, reservorio de tinta o tanque de tinta no exceden de 19 litros y la concentración de vapor durante los períodos de funcionamiento y de parada no exceda del 25 por ciento del límite de inflamabilidad inferior.

516-35. Lugares adyacentes a procesos de impresión, inmersión y recubrimiento. Las áreas adyacentes a procesos de inmersión y de recubrimiento encerrados se ilustran en la Figura 516-35, se clasificarán de la siguiente manera:

- (1) El interior de todo aparato o proceso de inmersión o recubrimiento encerrado debe ser un lugar de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 1 y el cableado eléctrico y los equipos de utilización eléctricos ubicados dentro de dicho espacio deben ser adecuados para lugares de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 1, lo que corresponda. El área interior de un tanque de inmersión debe ser clasificada como de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 0, lo que corresponda.
- (2) El espacio de hasta 90 cm en todas las direcciones, desde cualquier abertura de un envolvente y extendiéndose hasta el suelo se debe clasificar como un lugar de Clase I, División 2 o de Clase I, Zona 2, y el cableado eléctrico y los equipos de utilización eléctricos ubicados dentro de dicho espacio deben ser adecuados para lugares de Clase I, División 2 o de Clase I, Zona 2, lo que corresponda.
- (3) Todos los otros espacios adyacentes a un proceso o aparato cerrado de inmersión o recubrimiento deben ser clasificados como no peligrosos para los propósitos de instalaciones eléctricas.

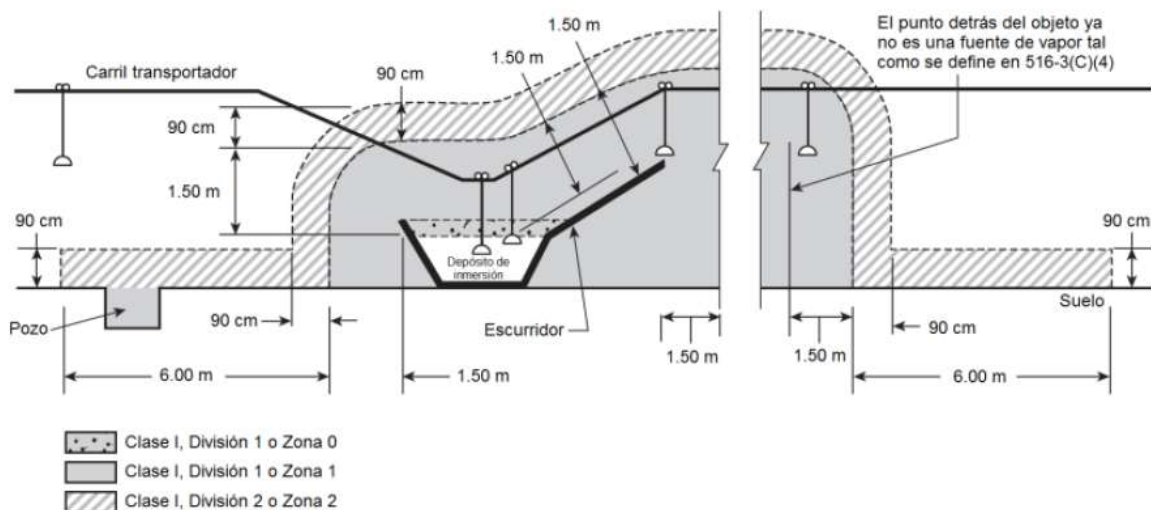


Figura 516-29(a).- Clasificación eléctrica de las áreas para procesos abiertos sin contención de vapor ni ventilación.

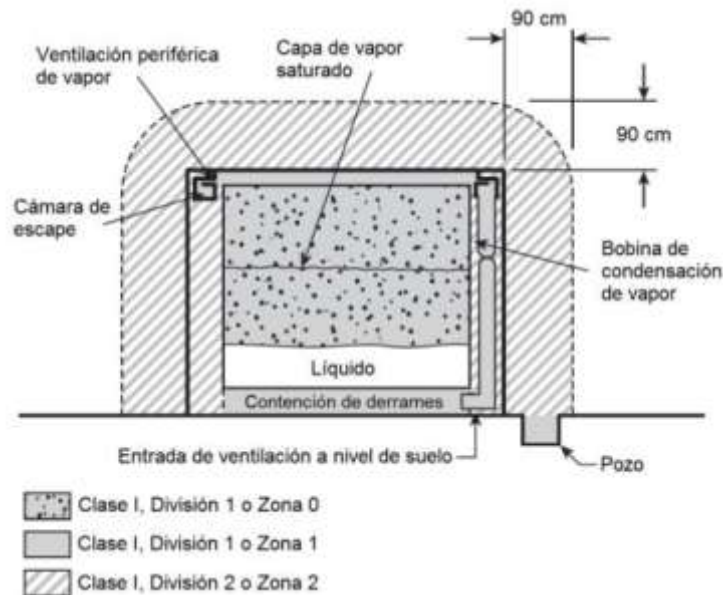


Figura 516-29(b).- Clasificación del área eléctrica para procesos abiertos de inmersión y recubrimiento, con ventilación y contención periférica de vapores-Vapores confinados a equipos de procesos.

516-36. Equipos y contenedores en áreas ventiladas. Los contenedores abiertos, contenedores de suministro, recipientes de basura, y unidades de destilación de disolventes que contengan líquidos Clase I, se deben ubicar en áreas ventiladas de acuerdo con la sección 516-4.

516-37. Luminarias. Para equipos de impresión, inmersión y recubrimiento donde el área del proceso está encerrada con paneles de vidrio sellados para confinar los vapores y neblinas dentro del recinto, las luminarias colocadas en los muros o el cielorraso del recinto y que están ubicadas fuera de un área clasificada se permitirá que sean construidas para propósitos generales. Dichas luminarias deben ser mantenidas y reparadas fuera del recinto.

Luminarias colocadas en los muros o el cielorraso del recinto del proceso, ubicadas dentro de un área Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2, y están separadas del área del proceso por paneles de vidrio sellados para confinar los vapores y neblinas deben ser adecuadas para uso en estos lugares. Dichas luminarias deben ser mantenidas y reparadas fuera del recinto.

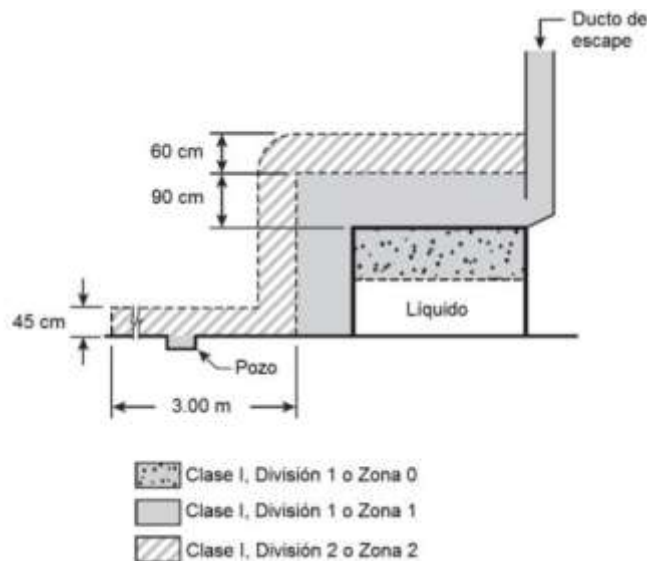


Figura 516-29(c).- Clasificación del área eléctrica para procesos abiertos de inmersión y recubrimiento, con ventilación y contención periférica parcial de vapores-Vapores NO confinados a equipos de procesos.

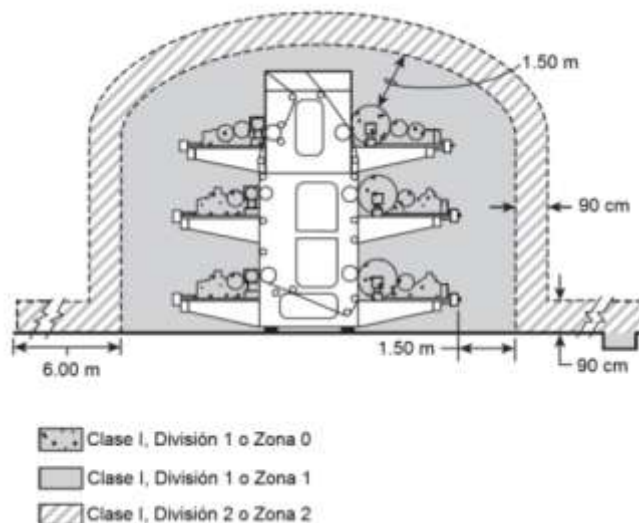


Figura 516-29(d).- Clasificación del área eléctrica para un proceso de impresión típico.

516-38. Alambrado y equipos fuera de áreas clasificadas

a) Alambrado. Todo alambrado fijo por encima de áreas Clase I y Clase II debe hacerse en canalizaciones metálicas, tubo conduit Tipo PVC, tubo conduit Tipo RTRC, tubo conduit no metálico; cuando se usan cables, deben ser Tipo TC, Tipo MC, MC-HL o Tipo MI. Las canalizaciones en pisos celulares metálicos se permiten únicamente para alimentar salidas de plafones o extensiones al área por debajo del piso de un área Clase I o Clase II, pero estas canalizaciones no deben tener conexiones que entren, o atraviesen un área Clase I o Clase II, a menos que tengan los sellos apropiados.

b) Equipo. El equipo que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, desconectadores, contactos, motores u otro equipo con contactos de apertura y cierre o deslizantes, cuando se instalen por encima de un área clasificada, o encima de un área donde se manejen objetos recién terminados que sean manipulados, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar contruidos de tal manera que se evite el escape de chispas o partículas de metal caliente.

516-40. Descargas eléctricas estáticas. Todas las personas y todos los objetos eléctricamente conductores, incluida cualquiera de las piezas de metal de los aparatos o equipos de procesos, contenedores de materiales, ductos de escape y sistemas de tuberías que transporten líquidos inflamables o combustibles deben estar eléctricamente puestos a tierra.

Deben tomarse las debidas precauciones para disipar las cargas eléctricas estáticas de todos los elementos no conductores que se utilizan en los procesos de impresión.

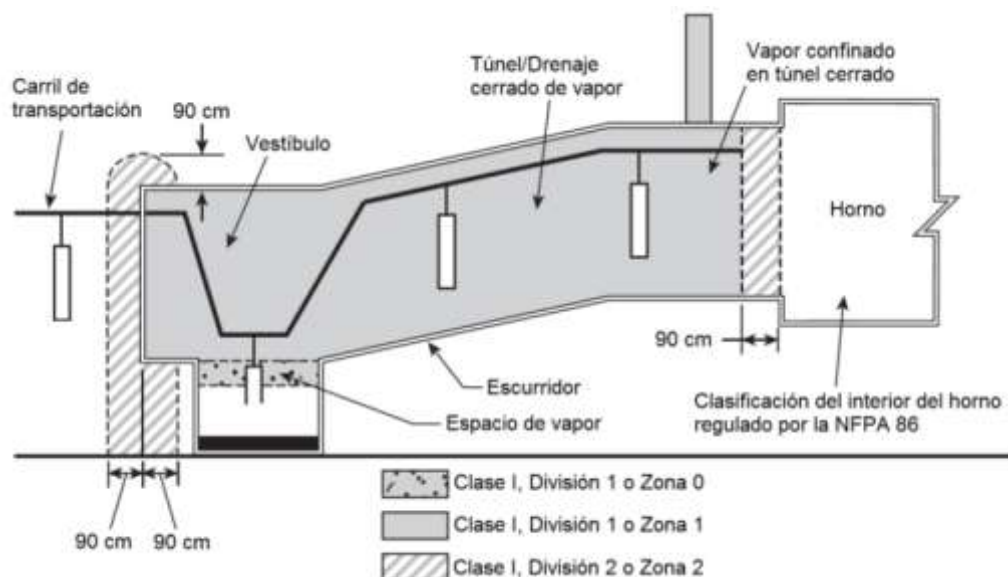


Figura 516-35.- Clasificación del área eléctrica alrededor de un proceso de inmersión o recubrimiento.

ARTÍCULO 517**INSTALACIONES EN ESTABLECIMIENTOS DE ATENCIÓN DE LA SALUD****Parte A. Generalidades**

517-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo establecen criterios para la construcción e instalaciones eléctricas en establecimientos de atención de la salud de seres humanos.

Los requisitos de las Partes B y C se aplican no sólo a edificios con funciones únicas para la atención de la salud, sino también a aquellas áreas, lugares y espacios de atención a los pacientes, que en forma individual, considerando las respectivas formas de atención, están dentro de un edificio de múltiples funciones (por ejemplo, una sala de examen médico localizado dentro de un establecimiento para la atención médica limitada, requiere que se apliquen las disposiciones indicadas en 517-10). Este Artículo no se aplica en instalaciones veterinarias.

NOTA: Es competencia del director del hospital o director médico o responsable del establecimiento para la atención médica o el cuerpo de gobierno, con el responsable de ingeniería biomédica, el participar, apoyar, involucrarse e intervenir en la designación de los establecimientos, ubicaciones, espacios y áreas de acuerdo con el tipo de atención y cuidados que se otorguen al paciente y con las siguientes definiciones: espacios de cuidados básicos, espacios de apoyo, espacios de Atención General, espacios de Atención Crítica y ubicaciones para procedimientos húmedos.

517-2. Definiciones

Agentes anestésicos inhalatorios: Son sustancias que, introducidas por inhalación a través de las vías respiratorias, producen anestesia general. Las que se utilizan actualmente son Xenón, Isoflurano, Enflurano, Sevoflurano, Desflurano y Halotano. Estos agentes anestésicos a ciertas concentraciones forman mezclas inflamables con gases medicinales como el oxígeno, aire medicinal y el óxido nitroso.

Analgesia relativa: Estado de sedación en un paciente que le produce bloqueo parcial de percepción de dolor, por la inhalación de concentraciones de óxido nitroso insuficientes para producir pérdida de conciencia (sedación consciente). Este término se aplica cuando se utilizan mezclas de óxido nitroso y oxígeno entre 20 y 60 por ciento.

Anestesia: Estado de la pérdida de conciencia (analgesia), pérdida de sensibilidad (relajación muscular), pérdida de movilidad (protección neurovegetativa), pérdida de actividad refleja (protección neurovegetativa) y amnesia. Pérdida de conciencia y de reactividad a estímulos dolorosos intensos, producida de forma reversible por la existencia de un determinado fármaco en el cerebro.

Anestesia general: "Intoxicación" controlada y reversible en el paciente para permanecer inconsciente y sin ningún tipo de sensación en la cual se emplean un número variable de fármacos tal es el caso de los agentes anestésicos inhalatorios.

Anestésicos inflamables: Gases o vapores tales como fluroxeno, ciclopropano, éter divinílico, cloruro de etileno, éter etílico y etileno, los cuales pueden formar mezclas inflamables o explosivas con el aire, oxígeno o gases reductores, tales como el óxido nitroso. Estos también son usados en aplicaciones tópicas como el éter etílico que se utiliza para eliminar el exceso de grasa en la piel.

Áreas de agentes anestésicos inhalatorios: Lugares diseñados para la aplicación por inhalación de la anestesia general a través del uso de anestésicos inhalatorios en conjunto con oxígeno y/o aire medicinal. Así como la aplicación de analgesia relativa.

Banco de sangre. Al servicio auxiliar constituido por el área o local con instalaciones, mobiliario y equipo y con personal especializado y de apoyo, destinado a la obtención, procesamiento, conservación y distribución de sangre y sus derivados.

Bitácora. Al instrumento de registro, en donde se inscriben, en hojas foliadas consecutivas, las acciones de revisión o de servicio que realiza el personal encargado y la fecha de realización a los equipos médicos.

Central de enfermeras: Áreas destinadas a proporcionar un centro de actividades a un grupo de enfermeras que atienden a los pacientes hospitalizados y donde se reciben las llamadas de los pacientes encamados, desde este lugar, las enfermeras son distribuidas y redactan sus informes. Además, en estas áreas, las enfermeras recaban los datos de los pacientes que ingresan y preparan las medicinas o medicamentos para ser distribuidas a los pacientes encamados.

Central de Esterilización y Equipos. Al conjunto de espacios arquitectónicos con características de asepsia especiales, con áreas y equipos específicos donde se lavan, preparan, esterilizan, guardan momentáneamente y distribuyen equipo, materiales, ropa e instrumental utilizados en los procedimientos médicos quirúrgicos, tanto en la sala de operaciones como en diversos servicios del hospital.

Circuitos derivados críticos: Son los circuitos alimentadores y derivados que suministran energía para la iluminación de las áreas de trabajo; equipos especiales y contactos seleccionados que funcionan en lo relacionado con la atención a los pacientes en las áreas, sistemas y equipos críticos. Estos circuitos están conectados a la fuente de suministro normal y se transfieren automáticamente en máximo 10 segundos a las fuentes alternas de energía, durante la interrupción o fallas internas de la energía de la fuente normal de suministro. La conexión se ejecuta por medio de uno o varios desconectores de transferencia, que pueden ser con control de retardo de tiempo para la toma de carga o de transición cerrada.

Circuitos derivados de seguridad de la vida: Son los circuitos alimentadores y derivados que se utilizan para proporcionar energía para la iluminación, equipos y contactos que sirven para las funciones de seguridad de la vida de todas las personas dentro del establecimiento de atención de la salud, estos circuitos son automáticamente conectados hasta en 10 segundos a las fuentes alternas de suministro de energía durante las interrupciones de la fuente normal o en casos de presentarse fallas internas del sistema eléctrico.

Circuitos derivados para equipos: Circuitos alimentadores y derivados, conformados para su conexión automática con retardo de tiempo o en forma manual a la fuente alterna de energía del sistema eléctrico esencial, con los propósitos de suministrar energía a algunos equipos eléctricos de utilización principalmente trifásicos, cuya operación es necesaria para asegurar la continuidad de los servicios y el cese de los servicios de seguridad en el establecimiento para la atención de la salud.

Cirugía de corta estancia. A la intervención quirúrgica programada que se realiza en las salas de operaciones de un hospital o unidad de atención médica, en el cual el paciente no requiere hospitalización y su permanencia es menor a 24 horas. A este tipo de pacientes se les conoce como pacientes ambulatorios.

Consultorio. Todo establecimiento público, social o privado, ligado a un servicio hospitalario o dedicado al ejercicio profesional independiente, que tenga como propósito prestar servicios de atención médica a pacientes ambulatorios. Un edificio o parte de él en el que se atiende a los pacientes según lo siguiente: (1) Exámenes, procedimientos y tratamientos menores ejecutados bajo la supervisión continua de un médico o un dentista profesional. (2) Solamente sedación o anestesia local es aplicada para efectuar los tratamientos y procedimientos, los que no hacen al paciente incapaz de tomar decisiones y efectuar acciones de auto preservación en casos de emergencia por contingencias. (3) No se proporcionan servicios de estancia y atención las 24 horas.

Contacto grado hospital. Al dispositivo polarizado que debe contar con conectores para instalarle o fijarle los conductores de un circuito eléctrico, incluyendo el conductor con aislamiento de puesta a tierra para los equipos médicos, que debe servir para que se le enchufe una clavija que debe hacer una conexión efectiva por contacto mecánico y eléctrico de sus espigas con las mordazas del contacto. Además, debe estar identificado visiblemente en su parte frontal por un punto imborrable color verde, a este dispositivo deberán enchufarse sólo clavijas también identificadas grado hospital e igualmente polarizadas, con igual número de espigas y conectores para asegurar flujo de corriente eléctrica con un efectivo contacto con las mordazas del contacto, para minimizar la caída de tensión y asegurar la puesta a tierra de los equipos médicos. Los contactos grado hospital deben instalarse solamente dentro de la vecindad del paciente en las áreas de atención general y áreas críticas de pacientes.

Contactos seleccionados: Es la cantidad mínima de contactos para la conexión mediante clavijas de aparatos no fijos, normalmente requeridos para todas las tareas locales o los que se usen en la atención de los pacientes en caso de emergencia.

Corriente peligrosa: Es la corriente que puede fluir a través de una baja impedancia que se conecte entre cualquiera de los conductores aislados y el conductor de puesta a tierra del monitor de aislamiento en un sistema eléctrico aislado.

Corriente peligrosa de falla: La corriente peligrosa que puede fluir en un sistema eléctrico aislado con todos los dispositivos y equipos conectados, excepto el monitor de aislamiento.

Corriente peligrosa del monitor: La corriente peligrosa que circula a través del monitor de aislamiento entre línea y tierra.

Corriente peligrosa total: La corriente peligrosa que circula en un sistema eléctrico aislado con todos los dispositivos y aparatos fijos conectados a él, incluyendo la corriente peligrosa del monitor.

Cuerpo de gobierno: El responsable sanitario que tiene la responsabilidad legal de la operación del establecimiento para atención de la salud

Documentos adecuados: Son los documentos relacionados en el Apéndice “E” que pueden de consultarse desde la planeación, proyecto, selección, construcción, instalación, operación, mantenimiento y pruebas de las instalaciones eléctricas en establecimientos para atención de la salud

Equipo, Aparato, Accesorio, Instrumental de Utilización: Equipo que transforma, con cierta eficiencia, la energía eléctrica en energía mecánica, química, calorífica, luminosa u otras

Espacios de atención del paciente: Son los espacios de los establecimientos en lugares de atención de la salud, llamados anteriormente áreas de atención a pacientes, en las cuales se examina o se trata al paciente; se clasifican como espacios para cuidados básicos, espacios para atención general, espacios para atención crítica y espacios de soporte, pudiendo ser cualquiera de ellos clasificado como área de procedimientos húmedos. Oficinas, corredores, salones, salas de espera, salas de estar, no se clasifican como lugares de atención al paciente. El cuerpo de gobierno del establecimiento de atención a la salud debe designar los espacios para el cuidado de los pacientes, de acuerdo con el tipo de cuidados previstos para los pacientes y con las definiciones de la clasificación de espacios. Las oficinas comerciales, corredores, salones, salas de espera, comedores o áreas similares normalmente no se clasifican como espacios para el cuidado de los pacientes. El cuerpo de gobierno del establecimiento para atención de la salud designa anticipadamente estos espacios de acuerdo con los procedimientos para la atención que se otorgará a los pacientes.

1) Espacios para cuidados básicos. Espacio categoría 3 en el cual no es probable que la falla de un equipo o un sistema provoque lesiones en los pacientes, en las personas responsables de su cuidado o a los visitantes, aunque sí puede causar malestar en los pacientes. El espacio para cuidados básicos de categoría 3 era anteriormente conocida como cuartos de cuidados básicos, es un espacio en el que se brindan cuidados básicos médicos o dentales, donde se realizan tratamientos y se examina a los pacientes. Entre los ejemplos se incluyen, aunque no de manera limitada, a las salas de exámenes o de tratamiento de clínicas, consultorios médicos y odontológicos, y establecimientos, espacios o áreas de cuidados limitados y para la atención de enfermería.

2) Espacios para cuidados generales. Espacio categoría 2 en el cual es probable que la falla de un equipo o un sistema provoque lesiones menores a los pacientes, a las personas responsables de su cuidado o a los visitantes. Estos espacios fueron anteriormente conocidos como cuartos para cuidados generales. Es el servicio, que cuenta con camas censables para atender pacientes internos hospitalizados, proporcionar atención médica con el fin de realizar diagnósticos, aplicar tratamientos y cuidados de enfermería. El paciente está en contacto con dispositivos ordinarios tales como el sistema de llamado a enfermeras, teléfonos y aparatos de entretenimiento. En este espacio puede ser necesario que los pacientes estén conectados con equipo médico tales como electrocardiógrafos, aspiradores, monitores de signos vitales, otoscopios, oftalmoscopios, etc.

3) Espacios para cuidados críticos. Espacio categoría 1, antes conocidos como cuartos de cuidados críticos, en el cual es probable que la falla de un equipo o un sistema provoque lesiones mayores, la muerte de pacientes, de las personas que están bajo su cuidado o de los visitantes. Son los servicios de atención especial tales como: Terapia Intensiva (adulto, pediátrica y neonatal), Terapia Intermedia, Salas de Operaciones, Área de Recuperación, Cirugía de Corta Estancia, Urgencias, Tococirugía, Unidades de Cuidados Coronarios, Hemodiálisis y Diálisis Peritoneal, Área de Quemados, Salas de Angiografía, Salas de Tomografía Computarizada, Salas de Resonancia Magnética, Gabinete de Radioterapia, y/o áreas similares en las cuales los pacientes están sujetos a procedimientos invasivos y conectados a equipos médicos de alta tecnología que estén energizados mediante contactos grado hospital. Para el caso de Laboratorios Clínicos, Laboratorios de Citología y/o áreas donde se almacenan reactivos, medicamentos, vacunas, sangre y hemoderivados serán también consideradas áreas de atención crítica.

4) Espacios de soporte para pacientes. Espacio categoría 4, anteriormente conocidos como cuartos de soporte, es el espacio en el cual no es probable que la falla de un equipo o un sistema tenga un impacto físico en los pacientes. Los espacios para cuidados de soporte son lugares en el que se brindan exámenes físicos médicos o dentales básicos, tratamientos o en el que se examina a los pacientes. Entre los ejemplos se incluyen, aunque no de manera limitada, cuartos de trabajo de anestesia, suministros estériles, servicios forenses, laboratorios, salas de espera, salas de exámenes físicos o de salas comunes en clínicas, consultorios médicos y odontológicos, laboratorios, y cuartos de servicio.

Equipo médico. Los equipos, aparatos, accesorios e instrumental de utilización destinados a la atención médica, quirúrgica o a procedimientos de exploración, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de pacientes, así como aquéllos para efectuar actividades de investigación biomédica. Se considera equipo médico al sistema de energía aislado.

Equipo de soporte de vida. Equipo necesario para mantener la vida del paciente que debe permanecer en operación continua y óptima. Se considera el siguiente listado de equipos médicos de forma enunciativa más no limitativa: Desfibrilador, Incubadora, Sistema de infusión rápida; Ventiladores para pacientes tales como: de alta frecuencia, volumétricos adulto, pediátrico y neonatal; Máquina de anestesia, Máquina de hemodiálisis, Lámparas quirúrgicas, Unidad de circulación extracorpórea, Microscopio quirúrgico, Torres de laparoscopia, etc. En esta definición se consideran también los equipos de Banco de Sangre para conservación de la sangre y hemoderivados tales como: refrigeradores y congeladores, equipos de laboratorio clínico: tales como: refrigeradores para reactivos, equipos para la conservación de vacunas y medicamentos, por ejemplo, refrigeradores.

Establecimientos para la atención de enfermería. Un edificio o parte de él utilizado las 24 horas, para la atención con base en enfermeras, de pacientes que, por causas de sus imposibilidades mentales o físicas, son incapaces de tomar decisiones o ejecutar acciones propias de autopreservación en casos de contingencias.

Establecimiento de atención limitada: Un edificio o parte de él que funciona las 24 horas del día para albergar personas que, en casos de contingencias, sean incapaces de tomar una acción y valerse por sí mismos por vejez, por limitaciones físicas, debido a accidente o enfermedad o limitaciones mentales, tales como enfermedad mental y fármaco dependencia.

Establecimientos para la atención de pacientes ambulatorios. Un edificio o una porción de este usada para proveer servicios de diagnóstico, tratamiento o rehabilitación a pacientes ambulatorios en cualquiera de los siguientes casos:

(1) Las instalaciones para la atención y tratamiento a pacientes que sean incapaces de tomar una acción para su autopreservación en condiciones de emergencia y contingencias, sin la asistencia de otras personas; tales como unidades de hemodiálisis, de estudios especiales como radiología, endoscopias y otros.

(2) Las instalaciones para la atención de pacientes ambulatorios que requieren tratamiento quirúrgico con anestesia. Ejemplo cirugía de corta estancia.

Evacuación. Medida de prevención que consiste en el alejamiento temporal de la población y pacientes, de una zona de riesgo con el fin de ubicarla durante las contingencias o emergencias en lugares adecuados protegiéndola ante los efectos colaterales de un desastre.

Farmacia. Área donde se reciben, guardan, controlan y despachan los medicamentos y lácteos para los pacientes con tratamiento farmacológico.

Fuentes alternas de energía: Son uno o más generadores o sistemas de energía ininterrumpible o sistemas de baterías normalmente fijos dentro del lugar de atención de la salud, con las funciones de proporcionar la energía eléctrica al sistema eléctrico esencial durante la interrupción del suministro de la fuente normal o por fallas internas del sistema eléctrico del establecimiento.

Grado hospital: Denominación que se utiliza para los dispositivos por el que pasa el fluido eléctrico tales como contactos, clavijas, cajas de pared, interruptores de circuito por falla a tierra, entre otros y que cumplen con especificaciones y estén aprobados para su uso.

Hospital: Al establecimiento público, social o privado, cualquiera que sea su denominación y que tenga como finalidad la atención de enfermos que se internen para su diagnóstico, tratamiento o rehabilitación. Puede también tratar enfermos ambulatorios y efectuar actividades de formación y desarrollo de personal para la salud y de investigación.

Iluminación en lugares de atención a la salud: Provisión del nivel mínimo de iluminación de reemplazamiento requerido para desarrollar las labores necesarias en las áreas de atención del paciente, incluyendo la iluminación para el acceso seguro a los suministros y equipamiento. Así como, para la iluminación al acceso y tránsito seguro en las vías de evacuación y para la iluminación de la señalización de las salidas o accesos a lugares seguros en caso de emergencia.

Iluminación en lugares de trabajo: Equipos de alumbrado mínimos requeridos para realizar los trabajos necesarios en las áreas descritas, incluido el acceso seguro a los suministros y equipos y el acceso a las salidas.

Iluminación de evacuación y señalización. Iluminación mínima necesaria para el acceso y tránsito seguro en las vías de evacuación y para la señalización de las salidas o accesos a lugares seguros en casos de emergencia.

Instalaciones en lugares de atención a la salud: Son las instalaciones en edificios o partes de edificios o unidades móviles que proporcionan servicios médicos, tales como hospitales, establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios, establecimientos de atención limitada, clínicas y consultorios médicos o dentales.

Laboratorio clínico. Establecimiento público, social o privado, independiente o ligado a un establecimiento de atención médica, que tenga como fin realizar análisis clínicos y así coadyuvar en el estudio, prevención, diagnóstico, resolución y tratamiento de los problemas de salud.

Luminarias alimentadas por baterías. Equipos individuales para iluminación de respaldo que consisten en lo siguiente:

- (1) Batería recargable
- (2) Medios de carga de las baterías
- (3) Disposiciones para una o más lámparas montadas en el equipo o con terminales para lámparas remotas o ambas.
- (4) Dispositivo de protección con relés dispuesto para energizar las lámparas automáticamente ante la falla de la alimentación del equipo de la unidad.

Locales de anestesia: Un área dentro de un hospital, que ha sido diseñada para ser utilizada durante la aplicación de gases y vapores anestésicos de inhalación, inflamables o no inflamables, durante el curso de un examen para diagnóstico, tratamiento o rehabilitación, incluyendo el uso de gases o vapores para tratamientos de anestesia general y analgesia relativa.

Paciente. Toda aquella persona que requiera y obtenga la prestación de servicios de atención médica.

Paciente ambulatorio. Todo aquel usuario de servicios de atención médica que no necesite hospitalización.

Procedimiento Invasivo: Cualquier procedimiento médico que rompe y penetra la protección superficial del cuerpo del paciente como la piel, las membranas mucosas y la córnea, que se realiza en un espacio para procedimientos en un campo estéril aséptico. No se incluye en esta categoría la colocación agujas perimetrales intravenosas o catéteres usados para administrar fluidos y medicamentos, ni las endoscopías gastrointestinales con sigmoidoscopios, así como la inserción de catéteres uretrales y otros procedimientos similares.

Punto de conexión equipotencial a tierra de equipos médicos en la vecindad del paciente: Un conector o barra terminal destinado como punto para conexión a tierra redundante de equipos médicos, sirviendo en la vecindad del paciente. Además, para la conexión a tierra, con objeto de eliminar problemas de interferencia electromagnética en equipos médicos sensibles.

Punto de referencia de puesta a tierra: La barra para conexión a tierra del tablero de alumbrado y control o del tablero del sistema eléctrico aislado, que suministra energía a las áreas de atención de pacientes.

Rayos X móvil: Un equipo de rayos X, con rodamientos que le permite ser desplazado por una persona. Su diseño le permite operar con baterías o conectado a la red eléctrica y moverse con facilidad de un lugar a otro.

Rayos X portátil: Equipo de rayos X que puede ser transportado manualmente por una sola persona. Su diseño le permite operar con baterías o conectada a la red eléctrica y moverse con facilidad de un lugar a otro.

Rayos X régimen momentáneo: Equipo de rayos X que trabaja en un intervalo de operación de hasta cinco segundos.

Rayos X régimen prolongado: Equipo de rayos X que trabaja en un intervalo de operación de cinco minutos o más.

Rayos X transportable: Equipo de rayos X para ser armado y operado dentro de un vehículo automotor o remolque y que puede ser desarmado para transportarlo en un vehículo y armado y operado en un lugar específico.

Sala de expulsión o parto. Al espacio físico donde se atiende a la parturienta, aséptico al iniciar la expulsión.

Sala de operaciones. Al local donde se realizan las intervenciones quirúrgicas y aquellos procedimientos de diagnóstico y tratamiento que requieren efectuarse en un local aséptico.

Sistema eléctrico esencial: Sistema compuesto por los circuitos derivados de seguridad de la vida, del circuito derivado crítico y del circuito derivado para equipos, constituido por una o varias fuentes alternas de energía con todos los circuitos de distribución, dispositivos y equipos eléctricos conectados. Debe de diseñarse para garantizar la continuidad de la energía eléctrica en establecimientos de atención de la salud, durante la interrupción del suministro de la fuente normal y para minimizar los problemas ocasionados por las fallas internas en los sistemas eléctricos esencial y no esencial.

Superficies conductoras expuestas: Superficies metálicas de aparatos, dispositivos y equipos no protegidas ni resguardadas permitiendo el contacto con ellas, estas superficies pueden quedar energizadas y conducir energía eléctrica. La pintura y recubrimientos similares, no se consideran aislamientos adecuados a menos que estén aprobados para ese uso.

Sistema eléctrico aislado: Un sistema integrado por un transformador de aislamiento o su equivalente, un monitor de aislamiento línea y sus conductores de circuito no puestos a tierra.

Terapia intensiva. Al espacio físico con el equipamiento especializado para recibir pacientes en estado crítico (adulto, pediátrico o neonatal), que exigen asistencia médica y de enfermería permanente, con equipos de soporte de la vida.

Terapia intermedia. Al espacio físico con el equipamiento para recibir pacientes en estado de gravedad moderada, que exigen asistencia médica y de enfermería, iterativa, con equipo de monitoreo.

Tiempo de exposición de régimen momentáneo de los equipos de rayos X. Régimen basado en un intervalo de operación de hasta cinco segundos de exposición.

Tiempo de exposición de régimen prolongado de los equipos de rayos X con fluoroscopia. Régimen basado en un intervalo de operación de hasta cinco minutos o más de exposición.

Transformador de aislamiento. Un transformador del tipo multidevanado con los devanados primario y secundario separados físicamente entre sí, en el que el devanado y los conductores no puestos a tierra del secundario, están acoplados sólo inductivamente al devanado primario y a los conductores del primario alimentados por un sistema eléctrico puesto a tierra.

Ubicación de la cama del paciente: Ubicación de la cama del paciente hospitalizado, cama o mesa de tratamiento o mesa quirúrgica usada en el área de atención crítica del paciente.

Ubicación de procedimientos húmedos: Son las áreas de los espacios de atención a pacientes donde normalmente existen condiciones de humedad mientras está presente el paciente. Estas áreas incluyen permanentes fluidos a nivel del piso o áreas de trabajo que rutinariamente estén húmedas, siempre y cuando alguna de estas condiciones esté íntimamente relacionada con los pacientes y con el personal. Los procedimientos de limpieza rutinarios y derrames accidentales de líquidos no definen un lugar con procedimientos húmedos. Es responsabilidad del responsable sanitario o cuerpo de gobierno del establecimiento para atención de la salud, designar las áreas de procedimientos húmedos. Las rutinas de limpieza y la fuga accidental de líquidos, no define un área de procedimientos húmedos.

Unidad quirúrgica. Al conjunto de locales y áreas tales como: vestidores con paso especial a un pasillo "blanco", pasillo "gris" de transferencia, prelavado, sala de operaciones, área de recuperación y central de esterilización y equipos (CEyE).

Unidad tocoquirúrgica. Al conjunto de áreas, espacios y locales en los que se efectúan acciones operatorias de tipo obstétrico.

Vecindad de un paciente: Es el espacio dentro del cual el paciente puede estar en contacto con las superficies expuestas o aisladas que pueda tocar. Típicamente la vecindad de un paciente comprende un espacio de al menos de 1.80 metros alrededor del perímetro de la cama o mesa de procedimientos o mesa quirúrgica o hasta donde se encuentre una pared, mampara o cortina de separación. Extendiéndose además verticalmente, a no menos de 2.30 metros sobre el nivel del piso.

Parte B. Alambrado y protección

517-10. Aplicación.

a) Aplicación. La Parte B debe aplicarse a todos los establecimientos y espacios de atención de la salud, identificados de acuerdo con los servicios médicos que se otorguen a los pacientes, estos establecimientos y espacios están descritos en 517-2. En los establecimientos de atención de la salud, corresponde al responsable sanitario o cuerpo de gobierno la designación de los espacios de atención a los pacientes.

b) No Aplicación. La parte B no se aplica en lo siguiente:

- (1) Oficinas administrativas, corredores o espacios de circulación, estacionamientos, casas de máquinas, salas de espera y espacios generales de los hospitales, así como en espacios similares en establecimientos de atención de la salud tales como clínicas, centros de salud, unidades de consulta externa y consultorios médicos y dentales.
- (2) En las áreas de atención limitada y cuidados de enfermería, en las que se utilicen exclusivamente como dormitorios y alojamiento de pacientes, las instalaciones eléctricas para estos locales o áreas, se les debe aplicar lo indicado en los Capítulos 1 a 4 de esta NOM.

517-11. Criterios generales de instalación y construcción. El objetivo de esta sección es establecer los requisitos y las especificaciones técnicas que deben aplicarse a las instalaciones eléctricas y en los métodos de alambrado, con el propósito de minimizar los peligros derivados de la utilización de la energía eléctrica al mantener bajas las diferencias de potencial al quedar energizadas, por diversas causas, las superficies conductoras expuestas y con las cuales el paciente, médicos y enfermeras pueden tener contacto directo o indirecto.

NOTA: En las áreas de atención crítica, es difícil impedir la incidencia de una trayectoria conductiva o capacitiva desde el cuerpo del paciente a cualquier objeto o superficie metálica conectada a tierra, porque esa trayectoria se puede establecer accidentalmente, a través del uso de equipos y dispositivos médicos directamente conectados al paciente y las superficies eléctricamente conductoras conectadas a tierra con las que el paciente pueda tener contacto directo o indirecto, entonces los equipos o dispositivos médicos pueden convertirse en posibles fuentes de energía eléctrica y el flujo o paso de corriente pudiera incluir en su trayectoria al cuerpo del paciente y también al personal médico y de enfermería, estos riesgos se incrementan al asociar más equipos, dispositivos médicos con el paciente y, por tanto, se requiere incrementar las precauciones y minimizar los riesgos derivados del uso de la energía eléctrica. Para el control de los riesgos de descargas eléctricas dentro de la vecindad del paciente, es necesario limitar el flujo de corriente obteniéndose una reducción en las diferencias de potencial que puedan aparecer entre las superficies conductoras expuestas y los dispositivos y equipos médicos conectados directamente a los pacientes, este flujo de corriente pudiera recorrer una trayectoria cuyo circuito incluye el cuerpo del paciente y debe limitarse mediante algún método para interrumpir o limitar el flujo de la corriente peligrosa, estos métodos consisten en incrementar la resistencia del circuito conductor o aumentar el nivel del aislamiento de las superficies expuestas que podrían energizarse, en algunos casos es conveniente la aplicación en forma combinada de los dos métodos antes mencionados. Se presenta un problema especial en el paciente con una trayectoria conductiva directa desde el exterior hasta el músculo del corazón, en estas condiciones el paciente puede resultar electrocutado con diferencias de potencial de 5 milivolts y niveles de corriente tan bajos de 10 micro amperes, por lo que se requiere protección adicional en las instalaciones eléctricas con la utilización de los sistemas eléctricos aislados instalados en las áreas de atención críticas con procedimientos invasivos aplicados a los pacientes, esta protección adicional requiere incrementarse con la utilización de conductores, equipos y dispositivos eléctricos con bajas corrientes de fuga entre otras características de fabricación, los que deberán de instalarse de acuerdo a los métodos de alambrado seguros y con las conexiones y conductores para puesta a tierra redundante. Asimismo, se debe aplicar esta protección adicional en el diseño de los equipos y dispositivos médicos, en los aislamientos de los catéteres y en el control para vigilar y supervisar la práctica médica en las áreas críticas como son: Las salas de operaciones, las unidades de terapia intensivas y en los servicios para estudios especializados de diagnóstico, tratamiento y de rehabilitación con la aplicación de métodos invasivos y no invasivos.

517-12. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en los Capítulos 1 al 4 de esta NOM, excepto por modificaciones que se especifiquen en este Artículo.

517-13. Conexión de puesta a tierra de contactos y equipo eléctrico fijo en los espacios de cuidado de pacientes. El alambrado en los espacios para el cuidado de pacientes debe cumplir con 517-13(a) y (b).

a) Métodos de alambrado: Todos los circuitos derivados que alimenten a los espacios de atención de pacientes deben proveerse de una trayectoria efectiva de puesta a tierra de equipos para conducir la corriente eléctrica de falla a tierra, esta trayectoria debe establecerse a través de un sistema de canalización metálica, cable armado conteniendo una cubierta metálica o un cable ensamblado en fábrica con cubierta metálica. El sistema de canalización metálica, cable armado con cubierta metálica o cable ensamblado en fábrica, deben calificarse como conductores eficientes de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-118.

b) Conductores con aislamiento para puesta a tierra de equipos y puentes de unión aislados para equipos.

1) Generalidades. En los espacios de atención a pacientes, se debe de utilizar un conductor de cobre con aislamiento color verde para la puesta a tierra de equipos instalado con los conductores del circuito derivado, todos los conductores del circuito derivado deben instalarse de acuerdo con los métodos de alambrado requeridos en el inciso (a) inmediato anterior.

El conductor de cobre con aislamiento color verde para la puesta a tierra de equipos, debe conectarse directamente a las terminales o conectores para la puesta a tierra de los equipos y dispositivos médicos como sigue:

- (1) Al conector color verde de la terminal para la puesta a tierra de los contactos, que no sean, los contactos con conector aislado para puesta a tierra.
- (2) A los conectores para puesta a tierra de las cajas metálicas, de paso, para dispositivos y de conexiones, así como a los conectores o barras de los envoltorios metálicos que alojan a los dispositivos de desconexión.
- (3) A las superficies expuestas de los equipos fijos y dispositivos médicos que funcionen a más de 100 volts, que puedan quedar energizadas y estén sujetas al probable contacto con pacientes o personas.

Excepción 1: Para contactos que no sean con conector aislado para puesta a tierra, se permite que un puente de unión formado por un conductor con aislamiento color verde, conecte directamente el conductor para puesta a tierra de equipo a la caja metálica para dispositivos y al conector para la puesta a tierra de los contactos. Los contactos con conector aislado para puesta a tierra se deben conectar el conductor aislado color verde del circuito para puesta a tierra de equipos, como se requiere en 517-16.

Excepción 2: Se permite que las placas exteriores metálicas de los contactos se conecten a tierra por medio de tornillos metálicos, los cuales fijan la placa metálica al portadispositivo y éste, a la caja metálica que aloja al dispositivo de salida o al dispositivo de salida del alambrado o al conector de la terminal de puesta a tierra de los contactos

Excepción 3: Se permitirá que las luminarias ubicadas a más de 2.30 metros sobre el piso y los interruptores localizados fuera de la vecindad del paciente, estén conectadas a una trayectoria de retorno de puesta a tierra de equipos que cumpla con 517-13(a) o 517-13(b)

2) Tamaño. Los conductores aislados para puesta a tierra de equipos y los puentes de unión de equipos, deben seleccionarse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-122.

517-14. Puentes de unión entre tableros de alumbrado y control. Las barras para la conexión de los conductores de puesta a tierra de los tableros de alumbrado y control, tanto de los circuitos normales como de los circuitos del sistema eléctrico esencial, que sirven a la misma vecindad del paciente, deben interconectarse con conductores de cobre aislados de tamaño nominal no menor de 5.26 mm² (10 AWG). Donde haya dos o más tableros del sistema eléctrico esencial alimentados por diferentes desconectores de transferencia que suministren energía a la misma vecindad del paciente, se deben de unir las barras para la conexión de los conductores de puesta a tierra de equipos de estos tableros, con un conductor de cobre tamaño 5.26 mm² (10 AWG), se permite que el conductor de un tablero que une a otro termine en cada barra para la conexión de los conductores para puesta a tierra de equipos.

517-16. Uso de los contactos con terminal aislada para puesta a tierra.**a) Dentro de la vecindad del paciente.**

Dentro de la vecindad del paciente, no se deben instalar contactos con terminal aislada para puesta a tierra.

b) Fuera de la vecindad del paciente.

Los contactos con terminal aislada para puesta a tierra localizados en los espacios fuera de la vecindad del paciente deben cumplir con 517-16 b) 1) y 517-16 b) 2).

1) Las terminales aisladas de los contactos conectados a los circuitos derivados localizados en los espacios para el cuidado de pacientes, deben conectarse a un conductor aislado para puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-146 d), además de la trayectoria del conductor para puesta a tierra requerido en 517-13 a). El aislamiento del conductor para puesta a tierra de equipos debe identificarse en toda su longitud con un color verde y una o varias franjas amarillas.

2) El conductor aislado requerido en 517-13 b), debe identificarse en toda su longitud con el aislamiento color verde sin franjas color amarillo y no debe de conectarse a las terminales aisladas de los contactos, pero debe conectarse a las cajas o envoltentes indicados en 517-13 b) 1) 2) y a las superficies no conductoras de los equipos fijos requeridos en 517-13 b) 1) 3).

NOTA 1: Este tipo de instalaciones son usadas donde se requiere la reducción del ruido (interferencia electromagnética) es necesaria y trayectorias paralelas para puesta a tierra deben evitarse.

NOTA 2: Debe tenerse cuidado al especificar este tipo de contactos con terminal aislada para puesta a tierra, ya que la impedancia de tierra es controlada por los conductores, y no se beneficia de cualesquier tubería o estructura del edificio en paralelo con la trayectoria de puesta a tierra.

517-17. Protección contra falla a tierra

a) Aplicación. Los requerimientos de esta sección se deben aplicar a los hospitales y a otros edificios, incluidos los edificios con múltiples ocupaciones que proporcionen servicios de atención de la salud a pacientes que requieren cuidados críticos (Espacios categoría 1) o que utilicen equipos de soporte de vida. También se deben aplicar en los edificios que proporcionan el requerimiento de suministro al sistema eléctrico esencial, para la operación de los espacios de atención crítica (Espacios categoría 1) o para la operación de los equipos de soporte de vida.

b) Alimentadores. Cuando la protección de equipos contra falla a tierra, está instalada en el medio principal de desconexión de la acometida o del alimentador, de acuerdo a las especificaciones de las secciones 230-95 o 215-10 respectivamente, se debe instalar una protección adicional del mismo tipo al de los instalados en el medio de desconexión principal de la acometida o del alimentador, esta protección adicional debe instalarse en el siguiente nivel o etapa hacia la carga en cada uno de los circuitos alimentadores. Tales protecciones consistirán de dispositivos de sobrecorriente y transformadores de corriente o por otro equipo de protección equivalente, el cual debe iniciar la apertura del dispositivo de desconexión abriendo solamente el circuito alimentador involucrado en la falla.

No se deben de instalar estos dispositivos adicionales de protección de equipos contra falla a tierra en el lado de la carga del generador ni del lado de la carga de los desconectores de transferencia de los circuitos derivados del sistema eléctrico esencial.

c) Selectividad. Para la selectividad completa al 100 por ciento entre las protecciones de los equipos por falla a tierra instalados en los medios de desconexión principal de la acometida o del alimentador, y las protecciones para los equipos por falla a tierra instaladas en los medios de desconexión de los circuitos alimentadores de la segunda etapa hacia la carga, los ajustes y calibraciones se deben efectuar de tal manera que si se presenta una falla a tierra en el lado de la carga de cualesquier circuito alimentador, se deberá abrir el dispositivo de desconexión del alimentador y no el del medio de desconexión principal de la acometida o del alimentador. Para este efecto, los ajustes y calibraciones requeridas se deben realizar de acuerdo con las características de las gráficas tiempo-corriente de las protecciones y estar conforme a las recomendaciones del fabricante. Los ajustes y calibraciones deben establecer un intervalo de tiempo de separación entre

las bandas de operación de la protección del desconectador principal de la acometida o del alimentador y de las protecciones de los desconectores de la segunda etapa o nivel de protección hacia la carga en los circuitos alimentadores. Para obtener una precisión del 100 por ciento de selectividad, se deben considerar los tiempos de funcionamiento desde la detección de la falla hasta la apertura de los medios de desconexión y las tolerancias entre las bandas de operación de los dispositivos de desconexión que se coordinarán.

NOTA: Ver 230-95 nota informativa, para la transferencia a la fuente alternativa de energía, donde la protección contra a falla a tierra para equipos es instalada. Si en un sistema de suministro normal de energía eléctrica del establecimiento de atención de la salud, se instale en el medio de desconexión principal una protección para equipos contra falla a tierra y además se instala un desconectador de transferencia en el sistema de suministro normal, para la interconexión con otro sistema de suministro alternativo de energía eléctrica en casos de interrupciones, se podrán requerir e instalar medios y dispositivos que aseguren que los sensores capten completamente la corriente de falla a tierra.

d) Pruebas. Cuando se instale el equipo de protección de falla a tierra por primera vez, debe probarse cada nivel para asegurar el cumplimiento con 517-17 c) anterior.

517-18 Espacios de atención general (Categoría 2).

a) Ubicación de la cama del paciente. A cada ubicación de la cama de paciente, se le debe suministrar cuando menos dos circuitos derivados, uno del circuito derivado crítico y otro del sistema eléctrico normal, todos los circuitos derivados del sistema normal deben originarse en el mismo tablero de alumbrado y control. Los circuitos derivados sirviendo a la ubicación de la cama del paciente, no deben formar parte de un circuito derivado multiconductor. Los contactos eléctricos o la placa que cubre los contactos eléctricos alimentados desde el circuito derivado crítico deben tener un color distintivo o marca, de manera que puedan ser fácilmente identificados y deben también indicar el tablero o panel de distribución y el número del circuito ramal que lo alimenta.

Excepción 1: Un circuito derivado que alimente solamente a salidas o contactos para un propósito especial tal como una salida para equipo de rayos X móvil o portátil, no se requiere que sea alimentado desde el (los) mismo (s) panel (es) de distribución.

Excepción 2: Los requerimientos del 517-18(a) no se aplican a la ubicación de camas de pacientes en clínicas, consultorios médicos y dentales, instalaciones de consulta externa, hospitales para rehabilitación, hospitales psiquiátricos, hospitales para el tratamiento contra las adicciones, cuartos de atención de enfermería utilizados por los pacientes para dormir y en atención limitada, los que deben cumplir cuidadosamente los requerimientos indicados en 517-10 b) 2).

Excepción 3: La ubicación de la cama de atención general (Categoría 2), no requiere de un circuito del sistema eléctrico normal, si los circuitos derivados están alimentados por dos desconectores de transferencia diferentes conectados al circuito derivado crítico.

b) Contactos dentro de la ubicación de las camas de pacientes. Cada ubicación de la cama del paciente debe estar provista como mínimo de ocho contactos, deben ser de los tipos sencillo, dúplex y cuádruplex o una combinación de estos tipos. Todos los contactos, si son ocho o más, deben ser aprobados tipo grado hospital y así identificarlos. Cada contacto debe estar puesto a tierra por medio de un conductor de cobre aislado de tamaño nominal seleccionado de acuerdo con la Tabla 250-122.

Excepción 1: Los requisitos de la sección 517-18 b) no deben aplicarse al os hospitales psiquiátricos, de tratamiento contra las adicciones y para rehabilitación, deben reunir los requerimientos indicados en 517-10(b)(2)

Excepción 2: Los cuartos de seguridad psiquiátrica no requieren salidas de contactos.

NOTA. En instalaciones existentes con contactos que no sean grado hospital, no es necesario su reemplazo inmediato por contactos grado hospital, pero cada vez que sea necesario reemplazar alguno se debe preparar dicho reemplazo e instalar contactos grado hospital. Igualmente se deberán instalar contactos grado hospital cuando se remodele, se adapte o se ejecuten obras para ampliar o modificar cualquier espacio de atención general.

c) Designación de cuidados generales (Categoría 2) en ubicaciones de pediatría. Los contactos que se localicen dentro de los cuartos, baños, cuartos para juegos, cuartos para actividades y unidades o espacios para pediatría y diferentes a los de enfermería, designados por el responsable sanitario o cuerpo de gobierno con iguales riesgos, deben ser contactos listados como resistentes a la manipulación o deben de contar con una cubierta listada como resistente a la manipulación.

517-19. Espacios de atención crítica (Categoría 1).

a) Circuitos derivados dentro de la ubicación de las camas de pacientes. Cada ubicación de la cama debe tener cuando menos dos circuitos derivados, uno o más del circuito derivado crítico y uno o más del sistema normal; cuando menos un circuito derivado crítico debe alimentar a una o más salidas en esta ubicación de la cama. Todos los circuitos del sistema normal deben originarse en el mismo tablero de alumbrado y control. Los contactos de los circuitos derivados críticos deben estar identificados y también deben indicar el tablero de alumbrado y el número del circuito derivado al que están conectados. Los circuitos derivados que alimentan a la ubicación de la cama del paciente no deben formar parte de un circuito multiconductor. Los contactos que son conectados a los circuitos derivados de seguridad de la vida y circuitos derivados críticos o las placas que los cubren, deben de tener un color o marcas distintas que los hagan fácilmente identificables.

Excepción 1: Los circuitos derivados que alimentan sólo a contactos y a equipo de uso especial, dentro de los espacios para la atención crítica (Categoría 1), se permite sean alimentados desde otros tableros de alumbrado y control de la fuente normal.

Excepción 2: Los espacios de atención crítica (Categoría 1), no requiere de un circuito del sistema eléctrico normal, si dos circuitos derivados críticos diferentes, están alimentados de dos desconectores de transferencia distintos que alimentan a los circuitos derivados críticos.

b) Contactos dentro de la ubicación de las camas de pacientes.

1) Cantidad mínima y su alimentación del sistema. Cada ubicación de la cama para el paciente debe estar provista como mínimo de catorce contactos, cuando menos uno debe ser conectado como sigue:

- (1) Al circuito derivado del sistema normal requerido en 517-19(a)
- (2) A un circuito derivado crítico alimentado por un desconector de transferencia diferente del de los otros contactos conectados a los circuitos derivados críticos dentro de la misma ubicación.

2) Requerimientos de los contactos. Los contactos requeridos en 517-19(b)(1), pueden ser del tipo sencillo, dúplex, cuádruplex o una combinación de ellos. Todos los contactos deben ser grado hospital y deben estar así identificados; cada contacto debe contar con una conexión a un punto de referencia para puesta a tierra, por medio de un conductor aislado de cobre para la puesta a tierra de equipo.

c) Contactos en salas de operaciones o quirófanos.

1) Cantidad mínima y alimentación. Cada quirófano debe estar provisto de como mínimo 36 contactos, de los cuales al menos 12 deben estar conectados a alguno de los siguientes:

- (1) El circuito derivado del sistema normal exigido en la sección 517-19(a)
- (2) A un circuito derivado crítico alimentado por un interruptor de transferencia diferente al de los otros contactos, en la misma ubicación.

2) Requisitos de los contactos. Los contactos exigidos en la sección 517-19(c)(1) pueden ser del de tipo de seguridad o no, en configuraciones simples, dobles o cuádruples o una combinación de los tres. Todos los contactos del tipo de no seguridad deben estar identificados como "grado hospital" e identificados como tales. La terminal de puesta a tierra de cada contacto debe estar conectada al punto de puesta a tierra de referencia, por medio de un conductor de cobre aislado para puesta a tierra de equipos.

d) Puesta a tierra y puentes de unión en la vecindad del paciente. Dentro de la vecindad del paciente se debe instalar un punto o barra para la puesta a tierra de equipos, dotado de conectores aprobados para puesta a tierra redundante de los equipos y dispositivos médicos. Adicionalmente debe instalarse un puente de unión de tamaño nominal no menor de 5.26 mm^2 (10 AWG), para conectar la terminal de puesta a tierra de todos los contactos con terminal de puesta a tierra, con ese punto de referencia a tierra en la vecindad del paciente. El conductor para puesta a tierra mencionado puede ser instalado en forma radial o en anillo, según convenga.

Para cumplir con lo requerido en la sección 517-11 sobre la protección a los pacientes sujetos a procedimientos invasivos con trayectorias directas al corazón, se debe minimizar la distancia entre el punto de puesta a tierra en la vecindad del paciente y el punto de referencia a tierra del tablero del sistema eléctrico aislado y minimizar cualquier diferencia de potencial, la que no debe ser superior a 20 milivolts.

e) Puesta a tierra y unión de equipo. Cuando se tiene un sistema eléctrico puesto a tierra y se instalan canalizaciones metálicas o cables tipo MI o MC los cuales están aprobados como conductores de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-118, se debe asegurar una trayectoria de puesta a tierra entre las tuberías y cubiertas metálicas de los cables y las envolventes o gabinetes metálicos de los tableros de distribución, de los tableros de alumbrado y control y de los centros de control, por algunos de los métodos siguientes:

- (1) Una contratuerca o un monitor aprobados para fijar al gabinete o envolvente la tubería o el cable tipo MI o MC, y asegurar la trayectoria a tierra con la conexión de un conductor de cobre continuo utilizado como puente de unión, seleccionado de acuerdo a 250-122 y conectado en el otro extremo al punto de referencia a tierra de la envolvente o gabinete metálico.
- (2) Efectuar la conexión de la canalización metálica o cables MC o MI del alimentador a la envolvente o gabinete metálico, por medio de bridas terminales roscadas planas o bridas tipo campana.
- (3) Otros herrajes aprobados para puesta a tierra, tales como contratuercas o monitores. Tuercas y contratuercas estándar, no deben utilizarse para unión.

f) Técnicas de protección adicional en espacios de atención crítica (Categoría 1). Los sistemas de energía aislados se deben instalar en los espacios para atención crítica de acuerdo con 517-11, estas áreas son: Salas de operaciones, terapias intensivas, así como en áreas donde se practique rutinariamente cualquier procedimiento invasivo en el que se pudiera involucrar el cuerpo y el corazón del paciente y en el que con el uso de un sistema de energía puesto a tierra o aterrizado, pudiera el paciente morir electrocutado. El sistema de energía aislado debe ser aprobado en conjunto con todas sus partes componentes ensambladas y contenidas dentro de su gabinete o envolvente metálica, para este propósito, el sistema debe ser seleccionado, diseñado, instalado, operado, conservado y probado cumpliendo con lo indicado en 517-160.

Excepción: En las salas de operaciones, terapias intensivas y áreas de monitoreo, se permite que las señales digitales y analógicas de los indicadores audibles y visibles del monitor de aislamiento de línea, sean reproducidas y conducidas a través de conductores hasta la central de enfermeras del servicio que se otorga al paciente.

g) Conductor de puesta a tierra de equipos en el sistema eléctrico aislado. Si se utiliza una fuente de energía aislada no puesta a tierra para alimentar el sistema eléctrico aislado y se limita la primera falla de corriente a una baja magnitud, no se permite que el conductor de puesta a tierra de equipos asociado con el circuito secundario se instale fuera de la canalización de los conductores de energía del mismo circuito, ya que se tendrían problemas en caso de una segunda falla a tierra.

h) Puesta a tierra de contactos para usos especiales. El conductor de puesta a tierra de los contactos para propósitos o usos especiales, tal como el de un equipo móvil o portátil de rayos X, debe prolongarse y conectarse al punto de conexión equipotencial a tierra de equipos y dispositivos médicos en la vecindad del paciente de todas las probables ubicaciones a ser alimentadas desde esos contactos. Cuando este circuito de contactos para propósitos especiales se alimente desde un sistema eléctrico aislado no puesto a tierra, el conductor de puesta a tierra de equipos no se requiere que vaya con los conductores de energía, sin embargo, la terminal para la conexión del conductor de puesta a tierra de equipo del contacto para propósitos especiales debe conectarse al punto de conexión equipotencial a tierra de equipos y dispositivos médicos en la vecindad del paciente.

517-20. Ubicaciones con procedimientos húmedos.

a) Contactos y equipos fijos. Ubicaciones con procedimientos húmedos deben dotarse de protecciones especiales por uno de los medios siguientes:

- (1) Sistema de distribución de energía que inherentemente limite a un bajo valor la posible corriente originada al presentarse la primera falla a tierra, sin desconectar el suministro de energía a los equipos médicos.

- (2) Un sistema de distribución de energía, en el cual se debe instalar un dispositivo para que interrumpa la energía automáticamente a los equipos médicos en el caso de que la corriente de falla a tierra exceda de hecho un valor de 6 miliamperes.

Para determinar cuál utilizar de las protecciones mencionadas en (1) y (2), se debe cumplir con lo indicado en 517-11 Criterios generales de instalación y construcción. Así como, considerar las consecuencias de que al utilizar la protección (2), dejan de funcionar los equipos y dispositivos médicos conectados y por consiguiente, el paciente puede resultar afectado.

Excepción: Circuitos derivados que alimenten solamente equipo terapéutico y para diagnóstico fijo y listado, podrán alimentarse de un servicio normal puesto a tierra, ya sea monofásico o trifásico siempre que:

a. El alambrado para los circuitos aislados y de los circuitos puestos a tierra no ocupen las mismas canalizaciones, y

b. Todas las superficies conductoras del equipo y dispositivos médicos estén conectadas a un conductor de cobre aislado para la puesta a tierra de equipos.

b) Sistema eléctrico aislado. Cuando se utilice un sistema eléctrico aislado, el equipo de energía aislado, debe estar aprobado para este propósito y diseñado, instalado y probado de tal manera que cumpla con lo requerido en el 517-160.

NOTA: Para los requisitos de la instalación en albercas y tinas terapéuticas, véase la Parte F del Artículo 680.

c) Pruebas mínimas. Los interruptores automáticos de falla a tierra y los contactos grado hospital, con este tipo de protección, deben probarse para que operen a valores mayores de 6 miliamperes.

517-21. Protección para las personas mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra. No se requiere protección para personas, mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra, en contactos instalados en espacios de cuidados críticos (Categoría 1), donde el lavabo y el excusado estén instalados dentro del cuarto del paciente.

Parte C. Sistema eléctrico esencial.

517-25. Alcance. El sistema eléctrico esencial para estos lugares debe comprender un sistema capaz de suministrar energía a una cantidad limitada de servicios de alumbrado y fuerza, los cuales son considerados críticos, para la seguridad de la vida y para que se suspendan ordenadamente los procedimientos en ejecución durante el tiempo que se interrumpa el servicio eléctrico normal por cualquier causa. Esto incluye: clínicas, consultorios médicos y dentales, lugares para pacientes ambulatorios, enfermerías, lugares de atención limitada, hospitales y otros establecimientos para atención de la salud.

517-26. Aplicación de otros artículos. El circuito derivado para seguridad de la vida debe cumplir con el Artículo 700, excepto con lo que es requerido, especificado y corregido en este Artículo 517.

517-29. Sistemas eléctricos esenciales para hospitales y otros establecimientos para atención de la salud.

a) Aplicación. Los requerimientos de la Parte C secciones 517-29 a 517-30, se deben aplicar en áreas de cuidados críticos (Categoría 1) y en áreas de cuidados generales (Categoría 2) localizadas en hospitales y otros establecimientos para la atención de la salud que utilicen el sistema eléctrico esencial tipo 1 y los pacientes son atendidos por equipos médicos de soporte de vida.

b) Espacios con áreas para cuidados críticos (Categoría 1), se deben servir solamente por un sistema eléctrico esencial tipo 1.

517-30. Fuentes de energía

a) Dos fuentes de alimentación independientes. Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes de energía independientes. Una fuente normal que generalmente alimenta a todo el sistema eléctrico del establecimiento y una o más fuentes alternativas de energía para uso cuando se interrumpa la fuente del servicio normal.

b) Tipos de fuente alternativa de energía. La fuente alternativa de energía debe ser una de las siguientes:

- 1) Donde la fuente normal consista de varios generadores acoplados individualmente a un motor para accionamiento por fuerza motriz Diésel y están ubicados en el establecimiento o en el predio, la fuente alternativa deberá ser otro generador o una acometida externa del servicio público.
- 2) **Sistemas de celdas de combustible.** Sistemas de celdas de combustible deben permitirse como fuentes alternativas de energía para todo o partes del sistema eléctrico esencial, previendo las siguientes condiciones.
 - (1) La instalación de las celdas de combustible deberá cumplir los requerimientos de las Partes A hasta G, del artículo 692 para 1000 volts o menos
 - (2) Cuando el número de unidades (N) tiene suficiente capacidad para suministrar energía a la demanda de las cargas de la porción del sistema eléctrico esencial a servir, se deberá de instalar (N+1) una unidad más.
- 3) El sistema deberá ser capaz de conectar y abastecer las cargas dentro de los 10 segundos después de la pérdida de energía de la fuente normal.
- 4) El sistema debe de contar con suficiente suministro continuo de combustible, así como suficiente almacenamiento de combustible en el sitio, de acuerdo al tipo del sistema eléctrico esencial requerido por el establecimiento de atención a la salud.
- 5) Se debe instalar un medio para prever la conexión de una unidad generadora a Diésel transportable, para suministrar energía a las cargas de los circuitos derivados críticos y de seguridad de vida que forman parte del sistema eléctrico esencial de distribución.
- 6) Los sistemas de celdas de combustible deben estar aprobados para su aplicación y uso en los sistemas de emergencia

c) Localización de los componentes del sistema eléctrico esencial. Se debe considerar cuidadosamente la ubicación de los locales donde se encuentren los componentes del sistema eléctrico esencial, para minimizar interrupciones causadas por emergencias o contingencias derivadas de fuerzas naturales comunes, por ejemplo: tormentas, inundaciones, terremotos y riesgos creados por estructuras o actividades contiguas. Debe considerarse la separación física de los alimentadores principales de la fuente alternativa de los alimentadores principales de la fuente eléctrica normal, a fin de evitar interrupciones simultáneas.

También deben considerarse las posibles interrupciones, por causas similares, de los servicios eléctricos normales proporcionados por el suministrador externo, así como la interrupción del servicio eléctrico normal debido a las fallas internas del alambrado o de los equipos.

NOTA: Las instalaciones cuya fuente de alimentación normal tienen dos o más acometidas independientes provenientes de subestaciones diferentes del servicio eléctrico normal, son más confiables que aquellas que tienen una sola acometida. La doble fuente de suministro normal, consiste de dos o más servicios de energía eléctrica alimentados desde subestaciones independientes o desde una red de distribución del suministrador con múltiples fuentes de alimentación separados mecánica y eléctricamente, de tal manera que una falla entre las instalaciones, las fuentes generadoras o subestaciones del suministrador, es poco probable que se presente una interrupción en más de uno de los alimentadores que suministran el servicio al establecimiento para atención de la salud.

517-31. Requerimientos para el sistema eléctrico esencial.

a) Varios circuitos derivados. El sistema eléctrico esencial para hospitales debe estar compuesto por tres circuitos derivados independientes capaces de suministrar una cantidad limitada de energía eléctrica para el servicio de alumbrado, a equipos médicos de utilización y fuerza, que se consideren esenciales para la seguridad de la vida, la atención crítica y la operación segura y efectiva del hospital durante el tiempo que el servicio eléctrico normal se interrumpe por cualquier razón. Estos tres circuitos derivados deben ser el circuito derivado crítico, el circuito derivado de seguridad de vida y el circuito derivado de equipos.

Cuando sean requeridos más de un desconectador de transferencia, la división de los circuitos derivados y su carga debe hacerse en cada desconectador de transferencia.

b) Desconectores de transferencia con desconector de aislamiento en derivación integrado. El número de desconectores de transferencia con desconectores de aislamiento en derivación integrado debe estar sustentado en los proyectos y memorias técnicas eléctricas y se deben cubrir altos grados de confiabilidad en su diseño, selección, instalación, operación, pruebas y mantenimiento. La capacidad o tamaño de cada desconector de transferencia, debe determinarse de acuerdo con el tipo de las cargas a conectar y estar de acuerdo con los cálculos basados en las características o datos de los equipos de utilización a alimentar y a las consideraciones especiales de las cargas. Cada circuito derivado crítico, de seguridad de vida y cada circuito derivado de equipos, deben alimentarse por un desconector de transferencia individual como se muestra en los diagramas de las Figuras 517-30 (a) y (b), se permite que este desconector de transferencia individual alimente dos o más circuitos derivados críticos, de seguridad de vida y de equipos.

Se permite que un sólo desconector de transferencia con desconector de aislamiento en derivación integrado, alimente los tres circuitos derivados en una instalación, con una demanda máxima en el sistema eléctrico esencial de 150 kVA.

NOTA: Para mayor información de las características y de los requerimientos de funcionamiento, operación, mantenimiento y pruebas, de los desconectores de transferencia automáticos y no automáticos para hospitales y establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios, ver apéndices B y E.

1) Cargas opcionales. Las cargas alimentadas por el equipo generador y que no estén específicamente mencionadas en 517-33, 517-34 y 517-35, deben alimentarse por su propio desconector de transferencia de tal forma que estas cargas.

- (1) No sean transferidas en caso de que se pueda producir una sobrecarga al equipo generador, y
- (2) Se desconecten automáticamente al producirse una sobrecarga en el equipo generador.

2) Establecimientos de atención de la salud dentro del mismo predio. Se permite que el sistema eléctrico normal y el sistema eléctrico esencial de un hospital, suministren energía a otros sistemas eléctricos esenciales de establecimientos ubicados dentro del mismo edificio o en edificios dentro del mismo predio.

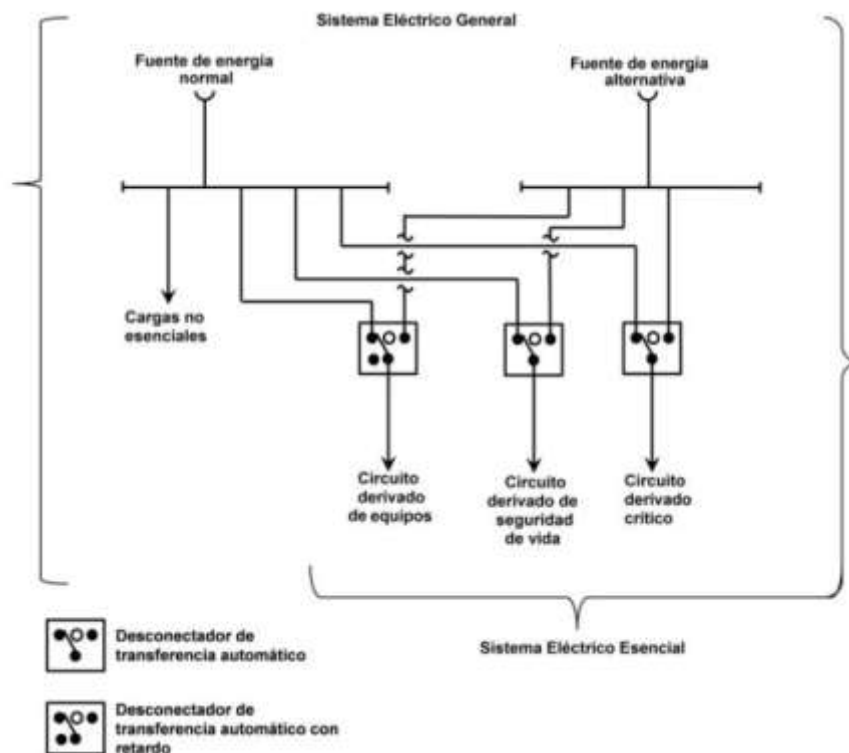


Figura 517-30 (a).- Requisito mínimo de tres desconectores de transferencia para hospitales y establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios, con una demanda máxima superior a 150 kVA de la carga conectada a los tres circuitos derivados.

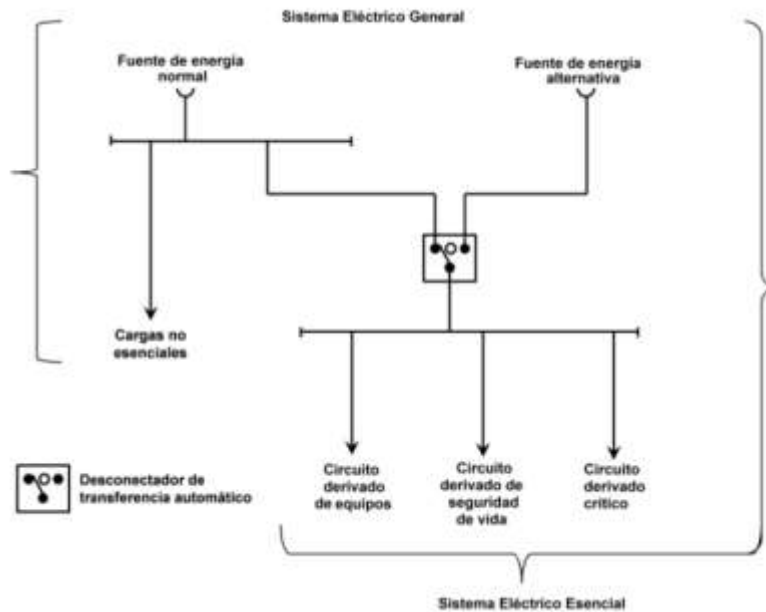


Figura 517-30 (b) requisitos mínimos de un desconectador de transferencia para hospitales y establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios, con una demanda máxima de hasta 150 kVA de la carga conectada al sistema eléctrico esencial

c) Requisitos de alambrado

1) Separación de otros circuitos. El circuito derivado de seguridad para la vida y el circuito derivado crítico deben estar completamente independientes entre sí y de cualquier otro alambrado de equipos, y no deben ocupar las mismas canalizaciones, cajas, o gabinetes con otros alambrados.

Cuando las ubicaciones de atención de cuidados generales son alimentadas por dos desconectores de transferencia del circuito derivado crítico de acuerdo con 517-18(a) Excepción 3, estos circuitos de las dos transferencias separadas deben permanecer independientes uno del otro.

Cuando las ubicaciones de cuidados críticos son alimentadas por dos desconectores de transferencia separados del circuito derivado crítico, de acuerdo con 517-19(a), Excepción 2, los circuitos de cuidados críticos de las dos transferencias separadas deben permanecer independientes uno del otro.

Los alambrados de los circuitos derivados de seguridad de la vida y los circuitos derivados críticos, se permite que ocupen la misma canalización cajas o gabinetes de otros circuitos que no sean parte de estos circuitos derivados donde tales alambrados cumplan con una de las siguientes condiciones:

- (1) Estén dentro del gabinete o envoltorio del equipo de transferencia; o
- (2) Estén en las luminarias de salida o de emergencia que son alimentadas de dos fuentes independientes; o
- (3) Estén en una caja de empalmes común conectada a las luminarias de salida o de emergencia alimentadas de dos fuentes independientes, o
- (4) Sea para dos o más circuitos alimentados desde el mismo circuito derivado y el mismo desconector de transferencia.

Se permite que el alambrado de un circuito derivado de equipos ocupe la misma canalización, caja o gabinete de otros circuitos que no sean parte de los circuitos derivados de seguridad de la vida ni del crítico

2) Sistema eléctrico aislado. Los sistemas eléctricos aislados se deben instalar en las áreas indicadas en 517-34(a)(1) y (a)(2) y cada sistema eléctrico aislado, debe ser alimentado por un circuito derivado crítico individual, este circuito único, no debe alimentar a ninguna otra carga conectada que no sea el sistema eléctrico aislado. Para lograr la máxima confiabilidad en la continuidad del suministro de energía al circuito derivado crítico individual antes mencionado, se permite la instalación de sistemas ininterrumpidos, siempre y cuando se cumpla con lo requerido en 517-31(g) sobre la coordinación de protecciones, para evitar que cualesquier falla de las protecciones, componentes y equipos del sistema ininterrumpido, así como, fallas en sus circuitos de distribución y operación de sus protecciones, interrumpan la energía al sistema eléctrico

aislado. Además, en estas áreas mencionadas en 517-34(a)(1) y (a)(2), los equipos médicos de utilización incluida la luminaria quirúrgica, deben ser catalogados como equipos de soporte de vida y contener, integrado a su circuito interno y en la misma envolvente o carcasa, un sistema ininterrumpido. Los sistemas eléctricos aislados deben ser ensamblados en fábrica con todas sus partes instaladas y así deben estar aprobados para su instalación y funcionamiento, se permite utilizar sistemas eléctricos aislados armados en sitio con partes originales aprobadas y, antes de su puesta en operación, deben probarse con todos los circuitos alambrados, los contactos grado hospital y equipos fijos instalados.

3) Protección mecánica del sistema de emergencia. El alambrado de los circuitos derivados críticos y de seguridad de vida para el cuidado de pacientes, debe estar protegido mecánicamente. Cuando se instalen como circuitos derivados en espacios de atención de pacientes, la instalación debe cumplir los requisitos de 517-13 (a) y (b). Solamente se permiten los siguientes métodos de alambrado:

(1) Canalizaciones metálicas no flexibles, cables del tipo MI, cables RTRC marcados con el sufijo -XW, conduit de PVC Cédula 80. Las canalizaciones no metálicas no se deben usar para circuitos derivados críticos y de seguridad de vida que alimentan áreas de atención de pacientes.

(2) Si están empotrados en no menos de 50 milímetros (2 pulgadas) de concreto, conduit de PVC Cédula 40, canalizaciones no metálicas flexibles o metálicas con cubierta, o ensamble de cables metálicos con cubierta aprobados para su instalación en concreto. Las canalizaciones no metálicas no se deben usar para circuitos derivados críticos y de seguridad de vida que alimentan áreas de atención de pacientes.

(3) Canalizaciones metálicas flexibles aprobadas y ensamble de cable con cubierta metálica aprobados en cualquiera de las siguientes:

- a. Cuando se usan en consolas o cabeceras médicas prefabricadas.
- b. En mobiliario para oficina.
- c. Cuando se tienden con sonda en paredes o plafones existentes, sin ningún otro acceso y no sometidos a daños físicos.
- d. Cuando sea necesario para la conexión flexible al equipo.
- e. Para equipo que requiera una conexión flexible por movimiento, operación y vibración.
- f. Luminarias instaladas en plafones soportados por estructuras rígidas metálicas y no se tiene acceso por arriba del plafón después de que la luminaria es instalada.

(4) Cordones flexibles de alimentación de los equipos de utilización o de otros equipos médicos conectados a los circuitos críticos y de seguridad de vida.

(5) Sistemas de cables para circuitos Clase 2 o Clase 3 permitidos en la parte F de este Artículo, con o sin canalizaciones.

NOTA: Ver 517-13 para requisitos adicionales de puesta a tierra en áreas de atención del paciente.

d) Capacidad de los sistemas. El sistema eléctrico esencial, debe tener capacidad suficiente para satisfacer la demanda de la operación de todas las funciones y equipos alimentados por cada circuito derivado.

Los alimentadores deben dimensionarse de acuerdo con lo indicado en los Artículos 215-2 y la Parte C del Artículo 220. Los grupos generadores deben tener capacidad suficiente y un rango adecuado para cubrir la demanda requerida por la carga de los tres circuitos derivados del sistema eléctrico esencial en todo momento.

El cálculo de la demanda para dimensionar los generadores debe basarse en cualquiera de los siguientes:

- (1) Factores prudentes de demanda y datos históricos; o
- (2) Carga conectada; o
- (3) Procedimiento de cálculos de alimentadores como se describe en el Artículo 220, o
- (4) Cualquier combinación de las consideraciones anteriores.

Los requisitos para dimensionar el generador descritos en 700-4 y 701-4 no deben aplicarse para dimensionar los generadores para hospitales.

e) Identificación de contactos. Los contactos alimentados por el sistema eléctrico esencial deben tener un color distintivo o una marca en las placas que los cubren o en los mismos contactos que los haga fácilmente identificables.

f) Alimentadores de la fuente de energía alternativa. Debe permitirse un solo alimentador abastecido por una fuente alternativa de energía local o remota, para abastecer al sistema eléctrico esencial hasta el punto en que se separan los circuitos derivados para la seguridad de vida, críticos y de equipos. Debe permitirse la instalación de los equipos de transferencia en un lugar diferente al de la fuente de alimentación alternativa.

g) Coordinación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente que se utilizan en el sistema eléctrico esencial deben estar coordinados para un período en el que la duración de la falla se extienda más allá de 0.1 segundo.

Excepción 1: Entre los dispositivos de protección contra sobrecorriente del primario y del secundario de los transformadores, donde haya solamente un dispositivo de protección contra sobrecorriente o un conjunto de dispositivos de protección contra sobrecorriente en el secundario del transformador.

Excepción 2: Entre dispositivos de protección contra sobrecorriente del mismo tamaño (valor nominal en amperes) conectados en serie.

NOTA: Los términos coordinación y coordinado, según se emplean en esta sección no abarcan todo el rango de las condiciones de sobrecorriente.

517-32. Circuitos derivados que requieren conexión automática.

a) Aquellas funciones de atención de pacientes que dependan de la iluminación, de equipos, aparatos y dispositivos que son conectados al sistema eléctrico esencial, deben estar divididos en dos circuitos derivados obligatorios: el circuito de seguridad de vida y el circuito derivado crítico, descritos en 517-33 y 517-34, respectivamente.

b) Los circuitos derivados de seguridad de la vida y los circuitos derivados críticos, deben estar instalados y conectados a la fuente alternativa de alimentación especificada en 517-30 a) y b), de manera que las funciones especificadas en 517-33 y 517-34 del sistema eléctrico esencial, deben ser automáticamente restablecidas para operar dentro de diez segundos después de la interrupción de la fuente normal.

517-33. Circuito derivado para la seguridad de vida. Al circuito derivado de la seguridad de vida no debe conectarse ninguna otra función diferente a las mencionadas en los incisos del (a) al (h) de esta sección. El circuito derivado de seguridad de vida debe alimentar las luminarias para el alumbrado, contactos y equipos indicados a continuación:

a) Iluminación de las rutas de evacuación. La iluminación de las rutas de evacuación tales como: corredores, pasillos, escaleras y descansos en las puertas de salida o de acceso a zonas seguras y en general a todas las vías necesarias que conduzcan a las mismas, se permite un arreglo en la disposición de circuitos para transferir el alumbrado de los pasillos de los pacientes en los hospitales, desde los circuitos de alumbrado general a los circuitos de alumbrado nocturno siempre y cuando se pueda seleccionar sólo uno de los dos circuitos y que ambos circuitos no puedan quedar sin energía al mismo tiempo.

b) Señalización de salidas. Las señales de salida y las que indiquen las rutas de evacuación hasta las áreas seguras.

c) Sistemas de alarma y alerta. Los sistemas de alarma y alerta incluyen lo siguiente:

- (1) Alarmas contra incendio.
- (2) Sistemas de alarma y alerta (otras que el sistema de alarma contra fuego), deben conectarse al circuito derivado de seguridad de vida o al circuito derivado crítico
- (3) Alarmas para los sistemas utilizados en tuberías de gases para uso médico no inflamables.
- (4) Se permitirá conectar al circuito derivado de seguridad de vida, los accesorios mecánicos, de control y otros accesorios exigidos para la operación efectiva de los sistemas de seguridad de vida

d) Sistemas de comunicación. Los sistemas de comunicación en hospitales, donde se usan para transmitir instrucciones durante condiciones de emergencia.

e) Local del grupo generador y desconectores de transferencia. Espacios y locales para el generador como sigue:

- (1) Iluminación del área de trabajo y maniobras.
- (2) El cargador de las baterías de las unidades para iluminación de emergencia por baterías.
- (3) Contactos seleccionados en la ubicación del generador y los contactos seleccionados en la ubicación de los desconectores de transferencia del sistema eléctrico esencial.

f) Accesorios del grupo generador. Los accesorios del grupo generador, según se exija para el funcionamiento del generador. Cargas dedicadas a un generador específico, entre ellas las bombas de transferencia de combustible, extractores, rejillas accionadas por electricidad, controles, sistemas de enfriamiento y otros accesorios de generadores esenciales para el funcionamiento del generador, deben estar conectados al circuito derivado para la seguridad de vida o a los terminales de salida del generador equipados con dispositivos de protección contra sobrecorriente.

g) Elevadores. La iluminación de las cabinas de los elevadores y los sistemas de control, señalización y comunicación de las cabinas de los elevadores.

h) Puertas automáticas. Puertas operadas automáticamente utilizadas para las salidas y evacuación de los edificios.

517-34. Circuito derivado crítico

a) Iluminación de áreas de trabajo y contactos seleccionados. El circuito derivado crítico del sistema eléctrico esencial debe abastecer energía para el alumbrado del lugar de trabajo y para equipo fijo y circuitos especiales de alimentación y contactos seleccionados que sirvan a las siguientes áreas y tengan funciones relacionadas con la atención de pacientes:

(1) Iluminación de las áreas de trabajo de atención crítica al paciente (espacios categoría 1) donde se utilicen agentes anestésicos inhalatorios, contactos seleccionados y equipo fijo.

(2) Los sistemas eléctricos aislados requeridos e instalados en salas de operaciones y áreas de atención crítica.

(3) Espacios de atención del paciente, iluminación del lugar de trabajo y contactos seleccionados en:

- a. Cuartos para recién nacidos.
- b. Áreas de preparación de medicamentos.
- c. Área de despacho de la farmacia.
- d. Áreas de enfermería para cuidados agudos o intensivos seleccionadas.
- e. Áreas de dormitorios psiquiátricos (sin contactos).
- f. Salas de tratamientos.
- g. Estaciones de enfermeras (si no están bien alumbradas por las luminarias de los corredores).

(4) Iluminación de trabajo y contactos seleccionados en lugares de atención especializada de pacientes, donde se necesite.

(5) Sistema de llamadas y comunicaciones de enfermeras.

(6) Banco de sangre, de huesos y de tejidos.

(7) Cuartos y armarios para equipo de telefonía y equipos de datos.

(8) Iluminación de áreas de trabajo, contactos y circuitos de alimentación seleccionados para:

- a. Camas de atención general (categoría 2) al menos un contacto doble por cada cama de pacientes.
- b. Laboratorios o salas de angiografía
- c. Laboratorios o salas para cateterismo cardíaco.
- d. Unidad de cuidados coronarios.
- e. Áreas o salas de hemodiálisis.
- f. Áreas de tratamientos en salas de urgencias (seleccionados).
- g. Laboratorios clínicos y fisiología humana.
- h. Unidad de terapia intensiva.
- i. Salas de recuperación postoperatoria (seleccionados).

(9) Iluminación de lugares de trabajo, contactos y circuitos seleccionados adicionales, necesarios para la operación efectiva del establecimiento. Se permite que los motores fraccionarios monofásicos estén conectados del circuito derivado crítico.

b) Desconectores: Se debe permitir utilizar desconectores para el control de la iluminación de trabajo o tareas en los circuitos derivados críticos.

c) Subdivisión del circuito derivado crítico. Está permitido dividir el circuito derivado crítico en dos o más circuitos derivados.

Es importante analizar las consecuencias de alimentar un área solamente con un circuito derivado crítico, cuando ocurre una falla entre esa área y el desconectador de transferencia. Puede ser apropiado alimentar una parte con sistema normal y crítico, o del circuito derivado crítico, desde desconectores de transferencia separados.

517-35. Conexión del sistema de equipo a la fuente alternativa de energía. El circuito derivado de equipos debe estar instalado y conectado a la fuente alternativa de energía, de tal manera que el equipo descrito en 517-35(a) se restablezca automáticamente en operación en un intervalo de tiempo apropiado, después de energizar al sistema eléctrico esencial. Estos arreglos también permiten la conexión posterior del equipo descrito en 517-35 (b).

Excepción: Se permite para los sistemas eléctricos esenciales menores de 150 kVA de demanda máxima, suprimir el intervalo de tiempo de retardo para la conexión automática del sistema de equipos.

a) Conexión con retardo automático de equipo. El siguiente equipo debe ser programado para una conexión con retardo automático a la fuente alterna de energía.

(1) Sistemas centrales de vacío y sus controles que sirvan a funciones médicas y quirúrgicas. Tales sistemas de vacío son permitidos en el circuito derivado crítico.

(2) Las bombas de desagüe u otro equipo cuya operación sea requerida para la seguridad de los equipos y dispositivos médicos mayores, incluyendo sus sistemas asociados de control y alarma.

(3) Sistemas de aire comprimido medicinal que sirvan a funciones médicas y quirúrgicas incluyendo los controles. Tales sistemas de aire son permitidos en el circuito derivado crítico.

(4) Sistemas de control de humos o de presurización de escaleras o ambos.

(5) Sistemas de inyección o extracción o ambos para campanas de cocina, si se requiere su operación durante un incendio al interior o debajo de la campana.

(6) Sistemas de inyección, retorno y extracción de la ventilación para las salas de aislamiento/infecciones aerógenas, salas con protección de ambiente, ventiladores de extracción para las campanas de vapores de laboratorio, áreas de medicina nuclear donde se usa material radioactivo, evacuación de óxido de etileno y de productos de anestesia. Cuando la conexión automática retardada no sea adecuada, se permitirá que estos sistemas de ventilación se conecten al circuito derivado crítico.

(7) Sistemas de inyección, retorno y extracción de ventilación para salas de operación y salas de expulsión.

(8) Sistemas de inyección, retorno y extracción de la ventilación o sistemas de aire acondicionado que se utilizan en salas y armarios de equipos telefónicos y en salas y armarios de equipos de datos.

Excepción. Cuando los estudios de ingeniería indiquen que es necesario, se permite la conexión con retardo automático secuencial a la fuente alterna de energía, para prevenir sobrecargas al generador.

b) Conexión con retardo automático o manual al circuito derivado de equipos. El siguiente equipo debe ser programado para conexión a la fuente alterna de energía ya sea con retardo automático o manual:

(1) Equipos para calefacción que dan servicio a las áreas, cuartos, salones o locales siguientes: salas de operaciones, tococirugía, salas de expulsión o parto, terapias intensivas, terapias intermedias, cuidados coronarios, cuartos o cubículos para pacientes aislados, áreas o locales para tratamientos de urgencia, cuartos para camas de atención general y además, las bombas que mantienen la presión del sistema de protección contra incendio a base de agua.

Excepción: La calefacción de salas generales de pacientes y salas de aislamiento por infección durante la interrupción de la fuente normal de energía, no se requiere bajo ninguna de las siguientes condiciones:

a) Si la temperatura externa de diseño es mayor que -6.7°C .

b) Si la temperatura externa de diseño es menor que -6.7°C , y donde se ha provisto un cuarto seleccionado para las necesidades médicas de todos los pacientes confinados, únicamente este cuarto requiere calefacción.

c) Las instalaciones son alimentadas por una doble fuente normal de energía.

NOTA 1: La temperatura de diseño está basada en el 97.5 por ciento del valor de diseño.

NOTA 2: Para descripción de una doble fuente normal de energía, véase la nota de 517-30(c).

(2) Un elevador seleccionado para proporcionar servicio a pacientes entre las salas de operaciones, salas de expulsión o parto, salas de tococirugía y la planta baja del inmueble durante una interrupción de una fuente normal. En los casos de que la interrupción sea tal que se provoque un paro de elevadores entre pisos, se deben proveer medios de transferencia que permitan el funcionamiento temporal de cualquier elevador para poder sacar a los pacientes u otras personas que hayan quedado atrapadas.

(3) Locales de servicios hiperbáricos.

(4) Locales de servicios hipobáricos.

(5) Puertas automáticas.

(6) Se permite que un mínimo de esterilizadores eléctricos estén dispuestos para conectarse en forma automática o manual, a la fuente alterna de energía.

(7) Controles para equipos aprobados en 517-35.

(8) Se permite que otros equipos seleccionados sean conectados al circuito derivado de equipos

c) Equipo de corriente alterna para conexión automática sin retardo. Los accesorios para generadores, incluyendo, pero sin limitarse a las bombas de transferencia de combustible, rejillas de ventilación operadas eléctricamente y otros accesorios para generadores esenciales para su funcionamiento, se deben disponer para su conexión automática a la fuente alternativa de alimentación.

517-40. Sistemas eléctricos esenciales tipo 2 para establecimientos de enfermería y establecimientos de atención limitada.

Los establecimientos mencionados y otros para cuidados limitados pueden clasificarse espacios de atención a pacientes como cuidados críticos (categoría 1) o cuidados generales (categoría 2), dependiendo del diseño y tipos de cuidados otorgados a los pacientes en el lugar, espacio o el establecimiento. Para menos complejos y pequeños establecimientos o espacios, se requiere de una mínima cantidad de energía alternativa para iluminación y alarmas. En los establecimientos en los que los pacientes no están conectados a equipos de soporte de vida ni requieren servicios de hospitalización, los requerimientos de las secciones 517-40 a 517-41 se deben aplicar. Si el nivel de cuidados a los pacientes es igual al proporcionado en un hospital, los requerimientos de las secciones 517-29 y 517-30 se deben aplicar.

a) Aplicación. Los requisitos de la Parte C, Secciones 517-40(c) a 517-41, deben aplicarse en los establecimientos de enfermería y en los de atención limitada.

Excepción: Los requisitos de la Parte C, Secciones 517-40(c) hasta 517-41, no deben aplicarse a edificios independientes utilizados como asilo de ancianos y establecimientos de atención limitada, siempre que se aplique lo siguiente:

a. Que se mantengan políticas de admisión y salida de pacientes que impidan la prestación de cuidados a pacientes o residentes que puedan requerir equipo de soporte a la vida.

b. Que no se ofrezca un tratamiento quirúrgico que requiera anestesia general.

c. Que esté provista de sistema(s) automático(s) operado(s) con baterías o equipo que sea efectivo por lo menos 1.5 horas y esté por otra parte, de acuerdo con lo indicado en la Sección 700-12. Además, debe ser capaz de suministrar alumbrado de emergencia para puertas y corredores de salidas, escaleras, centrales de enfermeras, áreas de preparación de medicamentos, cuartos de calderas y áreas de comunicaciones. Este sistema debe también suministrar energía para operar todos los sistemas de alarma.

b) Centros para cuidado hospitalario de pacientes internos. En los establecimientos, espacios y áreas de atención limitada y de enfermería, que admitan pacientes que requieran equipos para soporte de vida, deben contar con el sistema eléctrico esencial desde la alimentación hasta la parte de la instalación donde se tratan y atienden a tales pacientes y deben cumplir con lo requerido en la Parte C, Secciones 517-29 a 517-30.

c) Instalaciones contiguas o ubicadas dentro de hospitales. Se permite que las áreas de atención limitada y de enfermería contiguas o ubicadas dentro de hospitales tengan su sistema eléctrico esencial alimentado por el del hospital.

517-41. Fuentes de energía eléctrica requeridas.

a) Dos fuentes independientes de energía. El sistema eléctrico esencial debe contar con el mínimo de las siguientes dos fuentes de energía independientes. Una fuente normal que generalmente suministra energía a todo el sistema eléctrico y una o más fuentes alternativas para su uso durante las interrupciones de la fuente normal.

b) Tipos de fuentes de energía. Cuando la fuente normal sea un generador localizado en el predio, la fuente alternativa debe ser otro generador o una acometida de la empresa que suministra el servicio público de energía eléctrica

c) Localización de las componentes o partes del sistema eléctrico esencial. El sistema eléctrico esencial se debe localizar donde se minimicen las interrupciones causadas por contingencias naturales que se puedan presentar en la zona geográfica (tormentas de agua, nieve, ciclones, tornados, temblores o terremotos o peligros ocasionados por estructuras y actividades adjuntas). Las instalaciones de las acometidas eléctricas del suministrador deben localizarse, para reducir las interrupciones de la fuente normal por causas similares a las antes mencionadas, así como para la posible interrupción del servicio normal debido a las fallas internas de la instalación en el alambrado y del equipo eléctrico. Los alimentadores de la fuente normal y de las fuentes alternativas deben de instalarse por separado para evitar en lo posible las interrupciones simultáneas de las fuentes.

517-42. Sistemas eléctricos esenciales.

a) Generalidades. Los sistemas eléctricos esenciales de estos establecimientos, espacios y las áreas de atención limitada y de enfermería, deben constar de dos circuitos derivados capaces de suministrar una cantidad limitada de servicios de alumbrado y fuerza, los cuales sean considerados esenciales para la seguridad de la vida y la operación efectiva del establecimiento durante el tiempo que se interrumpa el servicio eléctrico normal por cualquier causa. Estos dos circuitos derivados independientes deben ser el circuito derivado de seguridad de vida y el circuito derivado de equipos.

La división de los circuitos entre los circuitos derivados mencionados debe efectuarse dentro de los desconectores de transferencia, cuando se requiera más de un desconector de transferencia.

b) Desconectores de transferencia. El número de desconectores de transferencia a utilizar se debe basar en la confiabilidad, diseño y consideraciones de carga.

(1) Cada circuito derivado del sistema eléctrico esencial debe estar alimentado por uno o más desconectores de transferencia.

(2) Se permite que un desconector de transferencia alimente a uno o más circuitos derivados o sistemas en un establecimiento cuya carga continua en el desconector de hasta 150 kilovoltamperes.

NOTA 1: Ver Figura 517-42 (a).

NOTA: Ver Figura 517-42 (b).

c) Capacidad del sistema. El sistema eléctrico esencial debe tener la capacidad necesaria para satisfacer la demanda para la operación de todas las funciones y de los equipos a ser alimentados por cada circuito derivado en un mismo tiempo.

d) Separación de otros circuitos. El circuito derivado de seguridad de vida debe estar totalmente independiente de otros alambrados y equipos, y no ocupar la misma canalización, cajas o gabinetes de otros alambrados, excepto en los casos siguientes:

- (1) En los desconectores de transferencia.
- (2) Estén en las luminarias de salidas o de emergencia que son alimentadas por dos fuentes
- (3) Estén en una caja de empalmes común fijada a las luminarias de salida o de emergencia alimentadas de dos fuentes.

Se permite que el alambrado del circuito derivado de seguridad de vida ocupe las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes de otros circuitos que no sean parte del circuito derivado de equipos

e) Identificación de los contactos. Las placas cubiertas exteriores para los contactos o los contactos por sí mismos suministrados por el sistema eléctrico esencial deben tener un color distinto o marcas que los hagan fácilmente identificables.

NOTA: Si se usa un color para identificar estos contactos, se debe usar el mismo color en toda la instalación de todo el establecimiento de atención a la salud.

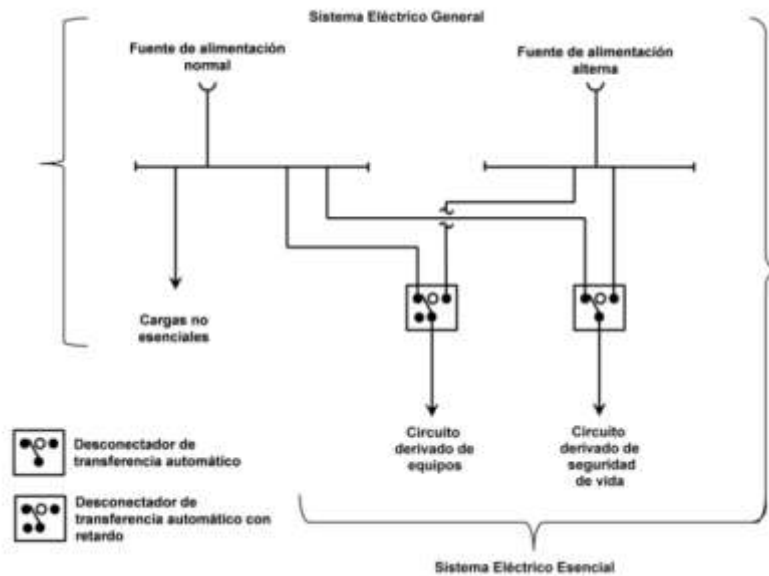


Figura 517-41(a).- Requisito mínimo de dos desconectores de transferencia para establecimientos de atención de enfermería y de atención limitada, para una demanda superior a 150 kVA de los circuitos derivados de seguridad de la vida y de equipos.

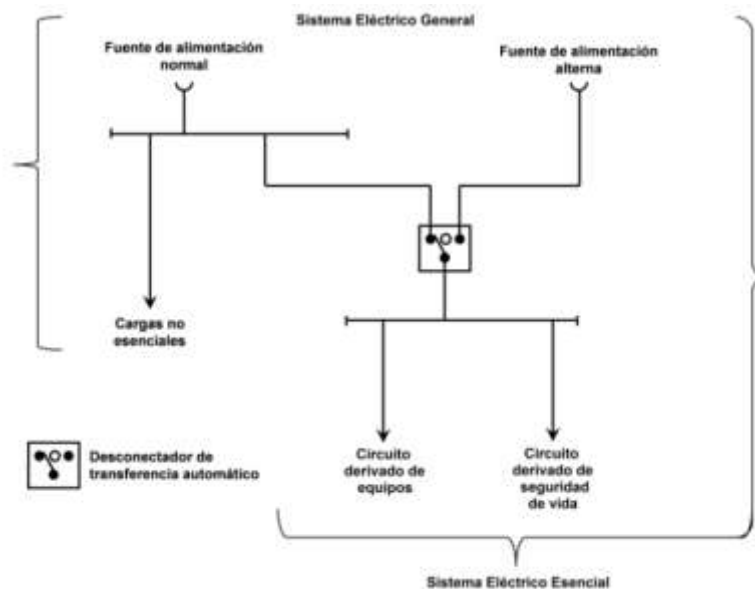


Figura 517-41(b).- Requisito mínimo un desconector de transferencia para establecimientos de atención de enfermería y de atención limitada, para una demanda de hasta 150 kVA de los circuitos derivados de seguridad de la vida y de equipos.

517-43. Conexión automática al circuito derivado de seguridad para la vida. El circuito derivado de seguridad de vida debe ser instalado y conectado a una fuente alterna de energía de manera que todas las funciones de los servicios especificados en esta Sección se restablezcan automáticamente para su funcionamiento en un lapso máximo de 10 segundos después de la interrupción de la fuente normal. Ninguna otra función que las enumeradas en 517-43(a) hasta (g) deben conectarse al circuito derivado de seguridad de vida. El circuito derivado de seguridad de vida debe suministrar energía para la iluminación, contactos y equipos de las funciones siguientes:

a) Iluminación de las rutas de evacuación. La iluminación de las rutas de evacuación, tal como el alumbrado requerido para corredores, pasillos, escaleras, helipuerto y acceso a puertas de salida y de las vías necesarias para llegar a las salidas y áreas seguras. Se permite medios de conmutación para transferir el

alumbrado de los pasillos de los pacientes a los circuitos generales de alumbrado, siempre que uno de los dos circuitos se seleccione y que ambas fuentes de energía no puedan interrumpirse al mismo tiempo.

b) Señalización de salidas. Las señales de salidas y señales de las rutas de salida.

c) Sistemas de alarma y alerta. Los sistemas de alarma y alerta incluyen lo siguiente:

(1) Alarmas de incendio.

(2) Alarmas requeridas por los sistemas de distribución de gases medicinales no inflamables.

d) Sistemas de comunicación. Sistemas de comunicación, cuando éstos se utilicen para transmitir instrucciones durante las situaciones de emergencia o contingencia.

e) Comedores y áreas de recreación. Luminarias suficientes en comedores y áreas de recreación para proporcionar iluminación en las rutas de salida a un mínimo de 16.4 metros-candela (5 pies-candela).

f) Local del grupo generador. El alumbrado del área de trabajo y contactos seleccionados en el lugar destinado para el grupo generador, además de para la iluminación de emergencia a base de baterías.

g) Elevadores. Sistemas de alumbrado, control, comunicaciones y de señalización en las cabinas de los elevadores.

517-44. Conexión al circuito derivado de equipos. El circuito derivado de equipos debe instalarse y conectarse a la fuente alterna de energía, de forma que el equipo citado en 517-44(a) se restablezca automáticamente a intervalos de tiempo apropiados siguiendo la secuencia de restablecimiento de la operación del circuito derivado de seguridad de la vida. Este arreglo debe también proceder para la conexión adicional del equipo indicado en 517-44(b) por otros retardadores automáticos o de operación manual.

Excepción: Para sistemas eléctricos esenciales de hasta de 150 kVA, se permite la conexión sin retardo automático del circuito derivado de equipos al único desconector de transferencia.

a) Conexión automática con retardo. El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado de equipos y adecuarse para una conexión automática con retardo a la fuente alterna de energía.

(1) Iluminación de trabajo y contactos seleccionados en:

a. Espacios para cuidados de pacientes.

b. Espacios de preparación de medicamentos.

c. Espacios de despacho en farmacias.

d. Central de enfermeras. (a menos que sean iluminadas por el alumbrado de los corredores).

(2) Sistemas para el suministro, extracción, ventilación y retorno para salas de aislamiento de infecciones aerotransportadas.

(3) Bombas para desagüe y otros equipos requeridos para operar con seguridad los equipos mayores y sus sistemas de control y alarmas.

(4) Sistemas de control de detección de humos y presurización de escaleras.

(5) Sistemas de inyección y extracción, o ambos, para gases y humos en campanas de cocina, que requieran operar durante un incendio en o bajo la campana.

(6) Sistemas de llamadas a enfermeras.

b) Conexión manual o automática con retardo al circuito derivado de equipos. El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado de equipos y adecuarse ya sea para una conexión manual o automática con retardo de tiempo a la fuente alterna de energía.

(1) Equipo de calefacción para cuartos de pacientes.

Excepción: La calefacción en las salas generales de pacientes durante la interrupción de la fuente normal no se requiere bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

a. La temperatura exterior de diseño es mayor que -6.7 °C o

b. La temperatura externa de diseño es menor que -6.7 °C y donde se ha provisto un cuarto seleccionado para las necesidades médicas de todos los pacientes que se alberguen, únicamente este cuarto requiere calefacción, o

c. La instalación está alimentada por una fuente doble de energía como la descrita en 517-41 (c).

NOTA: La temperatura exterior de diseño está basada en el 97.5 por ciento del valor de diseño.

d. Servicio de elevadores. En los casos en que la interrupción de energía provoque el paro de elevadores entre pisos, la instalación debe permitir la operación temporal de cualquier elevador para liberar a los

pasajeros. Para los requisitos de alumbrado, control y sistemas de señalización, de la cabina del elevador, véase 517-43 (g).

e. Iluminación, contactos y equipos adicionales se permitirán conectarse solamente al circuito derivado crítico.

517-45. Sistemas eléctricos esenciales para otros establecimientos de atención médica.

a) Distribución eléctrica esencial. Si es requerido por el Cuerpo de gobierno, el sistema eléctrico esencial de distribución en espacios para cuidados básicos de pacientes (Categoría 3,) tendrá instalado un sistema alternativo capaz de suministrar energía a una reducida carga para iluminación y energía para el servicio, con el propósito de cesar los procedimientos ordenadamente durante el tiempo en el que el sistema eléctrico normal es interrumpido

b) Equipo de soporte de vida. Donde se requiera equipo de soporte de vida, el sistema eléctrico esencial debe ser como se describe en las secciones 517-29 a 517-30.

c) Espacios para cuidados de pacientes. Cuidados críticos (categoría 1). Donde existan áreas de atención crítica, el sistema eléctrico esencial de distribución debe ser como se describe en las secciones 517-29 a 517-30.

d) Espacios para cuidados de pacientes. Cuidados generales (categoría 2). En espacios donde se otorguen cuidados generales a los pacientes, el sistema eléctrico esencial de distribución debe ser como se describe en 517-40 hasta 517-45

Parte D. Locales de anestesia por inhalación.

517-60. Clasificación de locales de anestesia

NOTA: Refiérase a la sección 517-20, si las salas de operaciones, salas de tococirugía y locales donde se practique anestesia general con la aplicación al paciente de agentes anestésicos inhalatorios de acuerdo con 517-60 a) y b), se clasifican como lugares con procedimientos mojados o húmedos.

a) Áreas peligrosas (clasificadas)

1) Utilización del local. En locales donde se utilicen agentes anestésicos inhalatorios inflamables, el volumen hasta 1.52 metros por encima del piso terminado se debe clasificar como área peligrosa clasificada Clase 1, División 1. El volumen remanente hasta la estructura del techo se considera como un área encima de un área peligrosa (clasificada).

2) Locales para almacenamiento. Cualquier cuarto o local en el cual se almacenen agentes anestésicos inhalatorios o agentes desinfectantes inflamables se debe considerar área Clase 1 División 1 todo el volumen de piso a techo.

b) Áreas distintas a las peligrosas (clasificadas). Cualquier local para aplicación de anestesia por inhalación, diseñado para el uso exclusivo de agentes anestésicos no inflamables, no se debe considerar como área peligrosa (clasificada).

517-61. Alambrado y equipo

a) Dentro de áreas peligrosas (clasificadas).

1) Aislamiento. Excepto como se permite en 517-160, respecto a las fuentes de energía aisladas, cada circuito de energía dentro o parcialmente dentro de un área de anestesia inflamable como se define en 517-60 (a), debe aislarse de cualquier sistema de distribución eléctrico conectado a tierra, mediante el uso de un sistema eléctrico aislado.

2) Diseño e instalación. El equipo del sistema eléctrico aislado debe estar aprobado para este propósito y el sistema debe estar diseñado, instalado y probado para cumplir con 517-160.

3) Equipo funcionando a más de 10 volts. En las áreas peligrosas (clasificadas) referidas en 517-60 (a), todo el alambrado y equipo fijo y todo equipo portátil o móvil incluyendo luminarias y otros equipos que operen a más de 10 volts entre conductores, debe cumplir con los requisitos indicados en 501-1 a 501-25, 501-100 hasta 501-150, y 501-30 (a) y (b) para áreas peligrosas (clasificadas) Clase 1 División 1. Todos los equipos deben estar aprobados específicamente para las atmósferas peligrosas involucradas.

4) Extensión del área peligrosa (clasificada). Si una caja, dispositivo, accesorio o envoltente, se encuentra parcial pero no totalmente dentro de un área peligrosa (clasificada), el área peligrosa incluirá a toda la caja, dispositivo, accesorio o envoltente involucrado.

5) Contactos y clavijas. Los contactos y clavijas dentro del área peligrosa (clasificada), deben estar aprobados para uso en áreas peligrosas (clasificadas) Clase 1 Grupo C y deben tener un medio para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos.

6) Cordones flexibles. Los cordones flexibles utilizados en áreas peligrosas (clasificadas) para la conexión de equipo portátil o móvil, incluso luminarias que funcionen a más de 8 volts entre conductores deben ser aprobados para uso extra rudo de acuerdo con lo indicado en la Tabla 400-4, e incluir un conductor adicional de puesta a tierra de equipos.

7) Almacenamiento del cordón flexible. Se debe incluir un dispositivo para guardar el cordón flexible y éste no debe someterse a dobleces de un radio menor que 75 milímetros.

b) Áreas ubicadas por encima de áreas peligrosas (clasificadas) para aplicación de anestesia

1) Métodos de alambrado. El alambrado por encima de áreas peligrosas (clasificadas) descritas en 517-60, debe instalarse en conduit metálico pesado, tubo conduit metálico ligero, conduit metálico semipesado o cables del tipo MI o del tipo MC con una cubierta metálica continua hermética al gas y al vapor.

2) Envoltentes de equipos eléctricos. El equipo instalado que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como luminarias y portalámparas para alumbrado fijo, interruptores, cortacircuitos, generadores, motores u otros equipos con contactos de cierre, escobillas o contactos deslizantes, debe de ser del tipo totalmente cerrado o construido de forma que evite el escape de chispas o partículas de metal caliente.

Excepción: Los contactos montados en los muros por encima del área peligrosa (clasificada) en los que se utilicen anestésicos inflamables, no requieren estar totalmente encerrados o sus aberturas cubiertas o protegidas para prevenir la dispersión de partículas.

3) Luminarias. Las lámparas quirúrgicas y otras luminarias deben cumplir con lo establecido en 501-130(b).

Excepción 1: No se deben aplicar las limitaciones de temperatura superficial establecidas en 501-130(b).

Excepción 2: No se exigirá que los interruptores integrados o colgantes ubicados por arriba de, y que no puedan bajarse hasta el área peligrosa (clasificada), sean a prueba de explosión.

4) Sellos. Los sellos aprobados deben ser proporcionados de acuerdo con lo indicado en 501-15 y 501-15 (a)(4), en los límites tanto horizontales como verticales del área peligrosa (clasificada).

5) Contactos y clavijas. Los contactos y clavijas localizados por encima del área peligrosa (clasificada) en áreas de aplicación de anestesia, deben ser grado hospital y para las características de tensión, frecuencia, capacidad y número de conductores, con una terminal para la conexión de un conductor de puesta a tierra. Estos requisitos deben de aplicarse para servicio en corriente alterna en los contactos monofásicos para 120 y 127 Volts.

6) Contactos y clavijas para 250 volts y de 50 y 60 amperes. Las clavijas y contactos para 250 volts, para la conexión de equipo médico de 50 y 60 amperes de corriente alterna instalados por encima de áreas peligrosas (clasificadas), deben seleccionarse de forma que permita conectar clavijas de 50 o 60 amperes en un contacto de 60 amperes y los contactos de 50 amperes deben seleccionarse para no aceptar clavijas de 60 amperes. Las clavijas deben ser de dos polos, tres hilos con un tercer terminal para la conexión del conductor con aislamiento (verde o verde con franja amarilla) de puesta a tierra de equipo del sistema eléctrico.

c) Otras áreas distintas a las áreas peligrosas (clasificadas) para aplicación de anestesia.

1) Métodos de alambrado. El alambrado que alimenta a otras áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), como se define en 517-60, debe instalarse en canalización metálica o con ensamble de cables. La canalización metálica o la armadura del cable o la cubierta del ensamble de cables deben estar aprobadas como conductor de puesta a tierra de equipo de acuerdo con lo indicado en 250-118. Los cables tipo MC y tipo MI, deben tener una armadura metálica o cubierta del ensamble aprobada como conductor de puesta a tierra de equipo.

Excepción: Los contactos colgantes que empleen cordones flexibles aprobados tipo SJO o equivalente, al de uso rudo o uso extra rudo suspendidos a no menos de 1.80 metros del piso, no requieren ser instalados en canalización metálica o cable armado.

2) Contactos y clavijas. Los contactos y clavijas instalados en áreas distintas a las áreas peligrosas (clasificadas), deben ser grado hospital y para las características en cuanto a tensión, frecuencia, capacidad

nominal y número de conductores con una terminal para la conexión de un conductor de puesta a tierra. Estos requisitos deben aplicarse a los contactos monofásicos de 120, 127, 208, 220 y 240 Volts.

3) Contactos y clavijas para 250 volts y con capacidad de 50 y 60 amperes. Las clavijas y contactos para 250 volts, para la conexión de equipo médico de 50 y 60 amperes utilizado en áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), deben seleccionarse de forma que el contacto de 60 amperes reciba indistintamente clavijas de 50 o 60 amperes y los contactos de 50 amperes deben seleccionarse para no aceptar clavijas de 60 amperes. Las clavijas deben ser de dos polos, tres hilos con el tercer conector para la conexión a un conductor con aislamiento (verde o verde con una franja amarilla) de puesta a tierra del equipo al sistema eléctrico.

517-62. Puesta a tierra. En cualquier área de anestesia, todas las canalizaciones metálicas y cables con cubiertas metálicas y todas las partes conductoras metálicas no portadoras de corriente de equipo eléctrico fijo, deben ser puestas a tierra. La puesta a tierra y los puentes de unión en áreas Clase 1 debe cumplir con 501-30.

Excepción: El equipo que opere a no más de 10 volts entre conductores no requiere ser conectado a tierra.

517-63. Sistemas de energía puestos a tierra en locales de anestesia

a) Unidades de alumbrado de emergencia alimentadas por baterías. Deben proporcionarse uno o más unidades de iluminación de emergencia alimentadas por baterías, y se permite que sean alambradas al circuito de iluminación crítico en el área y conectadas antes de cualquier interruptor local.

b) Alambrado de circuitos derivados. Se permite que los circuitos derivados que alimenten sólo a equipos médicos fijos y aprobados, permanentemente instalados por encima de áreas peligrosas (clasificadas) y en otras áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), se alimenten desde una acometida normal puesta a tierra, de una o de tres fases, siempre que:

(1) El alambrado para circuitos aislados y puestos a tierra no ocupen la misma canalización o cable.

(2) Todas las superficies conductoras del equipo estén conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

(3) El equipo (excepto los tubos de rayos X confinados y las terminales de dichos tubos) se localice al menos a 2.50 metros por encima del piso o fuera del local de anestesia.

(4) Los desconectores para el circuito derivado puesto a tierra se localicen fuera del área peligrosa (clasificada)

Excepción: Lo que se señala en (3) y (4) anteriores no aplica en locales y áreas distintas a las peligrosas (clasificadas)

c) Circuitos derivados para alumbrado fijo. Se permite que los circuitos derivados que alimenten solamente alumbrado fijo se alimenten por una acometida normal puesta a tierra, siempre que:

(1) Las luminarias se ubiquen al menos a 2.50 metros por encima del nivel del piso.

(2) Todas las superficies conductoras de las luminarias estén conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

(3) El alambrado de los circuitos que alimenten a las luminarias no esté en la misma canalización o cable del sistema eléctrico aislado.

(4) Los desconectores sean del tipo montaje en pared y se ubiquen por encima de las áreas peligrosas (clasificadas).

Excepción: No aplica lo que se señala en (1) y (4) anteriores en áreas distintas a las peligrosas (clasificadas).

d) Dispositivos de control remoto. Los dispositivos para el control a distancia montados en la pared y que operen a 24 volts o menos, se permite que se instalen en cualquier local de anestesia. Ejemplo de estos dispositivos para controles a distancia son los termostatos para el aire acondicionado o calefacción.

e) Ubicación de los sistemas eléctricos aislados. Cuando se utilice un sistema eléctrico aislado debe estar aprobado como tal. Se debe instalar un sistema eléctrico aislado y su circuito alimentador dentro del local de aplicación de anestesia, siempre que se localice por encima del área peligrosa (clasificada) o dentro del área distinta al área peligrosa (clasificada).

f) Circuitos en locales de aplicación de anestesia. Excepto como se permite en secciones anteriores, cada circuito de energía dentro o parcialmente dentro de un área peligrosa (clasificada), como se define en

517-60 (a), debe ser aislado de cualquier sistema eléctrico de distribución que alimente a otras áreas distintas a las áreas peligrosas (clasificadas).

517-64. Equipo e instrumentos de baja tensión

a) Requisitos para equipo. El equipo de baja tensión que esté en contacto con el cuerpo de las personas o tengan partes metálicas expuestas que puedan ser energizadas deben cumplir con uno de los siguientes requerimientos:

- (1) Operar a potenciales eléctricos de 10 volts o menos.
- (2) Estar aprobado como intrínsecamente seguro o como equipo con doble aislamiento.
- (3) Ser resistente a la humedad.

b) Fuentes de energía. La energía para el equipo, aparato o dispositivo de baja tensión debe suministrarse desde uno de los siguientes medios:

1) No se deben utilizar autotransformadores y los transformadores, deben ser portátiles e individuales conectados por medio de un cordón y clavija apropiada a un contacto grado hospital alimentado de un circuito derivado que forma parte de un sistema eléctrico aislado.

2) Un transformador de aislamiento común de baja tensión, instalado en un área distinta al área peligrosa (clasificada).

3) Baterías individuales secas individuales.

4) Baterías comunes, compuestas por celdas de almacenamiento o acumulador, localizadas en un área distinta al área peligrosa (clasificada).

c) Circuitos aislados. Los transformadores de tipo de aislamiento para suministrar baja tensión a los circuitos deben cumplir con las dos condiciones siguientes:

- (1) Medios apropiados para separar el circuito primario del secundario, y
- (2) El núcleo y la envolvente o cubierta metálica están conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipo.

d) Controles. Se permite el uso de dispositivos a base de resistencias o de impedancias para controlar equipo de baja tensión, pero éstos no deben ser utilizados para limitar la tensión máxima disponible para el equipo.

e) Equipos alimentados con baterías. Las baterías de los equipos de utilización no deben cargarse mientras el equipo esté en operación, a menos que el circuito de carga tenga integrado un transformador de aislamiento.

f) Contactos o clavijas. Los contactos o clavijas que se usen en circuitos de baja tensión deben ser de un tipo que no permita una conexión intercambiable con circuitos de mayor tensión.

NOTA: En cualquier punto de la trayectoria de un circuito la disminución del aislamiento de los conductores, la interrupción por medio de un desconectador o por conexiones flojas o defectuosas, aun tratándose de tensiones tan bajas como 10 volts, se pueden generar chispas con la suficiente energía para provocar la ignición de gases anestésicos inflamables.

Parte E. Instalaciones para rayos X

517-70. Aplicabilidad. Nada de lo descrito en esta parte puede ser interpretado como una especificación de seguridad contra el rayo útil o radiación dispersa de los equipos generadores de rayos X.

NOTA: para información adicional consultar la Norma Oficial Mexicana NOM-229-SSA1-2002, Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas de los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X.

517-71. Conexión al circuito alimentador

a) Equipo fijo y estacionario. El equipo de Rayos X fijo y estacionario debe ser conectado a la fuente de suministro a través de un método de alambrado que cumpla con los requisitos generales indicados en los Capítulos 1 al 4, de esta NOM.

Excepción: Equipo debidamente alimentado por un circuito derivado cuya capacidad especificada no exceda los 30 amperes, puede alimentarse a través de una clavija apropiada con cordón o cable para servicio rudo o pesado.

b) Equipo portátil, móvil y transportable. Para equipo portátil, móvil o transportable de rayos X, no se requiere circuito derivado individual cuando su capacidad no excede de 60 amperes.

c) Suministro con tensión mayor que 1000 volts. El equipo y circuitos que operan con tensiones superiores a 1000 volts, deben cumplir con el Artículo 490.

517-72. Medios de desconexión

a) Capacidad. El circuito alimentador para un equipo de rayos X, debe contar con un medio de desconexión con capacidad adecuada de al menos del 50 por ciento como mínimo del régimen momentáneo o de 100 por ciento del régimen prolongado del equipo de rayos X, cualquiera que sea mayor.

b) Ubicación. El medio de desconexión debe ser operable desde un lugar fácilmente accesible desde la consola de control del equipo de rayos X.

c) Equipo portátil y móvil. Para equipo conectado a circuitos derivados de 120 volts y 30 amperes o menos, se permite el uso de contactos y clavijas del tipo de puesta a tierra de capacidad adecuada como medio de desconexión.

517-73. Ampacidad de los conductores y de las protecciones por sobrecorriente

a) Equipo de diagnóstico

1) Circuitos derivados. La ampacidad de los conductores de un circuito derivado y la capacidad de los dispositivos de protección por sobrecorriente no deben ser inferiores al 50 por ciento de la capacidad de corriente del régimen momentáneo o de 100 por ciento del régimen prolongado, cualquiera que sea mayor.

2) Alimentadores. La ampacidad de los conductores y la capacidad de los dispositivos de protección por sobrecorriente de los alimentadores, para dos o más circuitos derivados que alimenten equipos de rayos X no deben ser menores al 50 por ciento de la demanda máxima momentánea del equipo más grande de rayos X, más el 25 por ciento de la demanda máxima momentánea del siguiente equipo de mayor capacidad, más 10 por ciento de la demanda momentánea de cada uno de los demás equipos de rayos X. Donde se hagan exámenes simultáneos biplanares con unidades de rayos X, los conductores de alimentación y los dispositivos de protección por sobrecorriente deben ser del 100 por ciento de la demanda máxima momentánea de corriente de cada equipo de rayos X.

NOTA: El conductor de menor tamaño nominal para circuitos derivados y alimentadores está también determinado por los requerimientos de regulación de la tensión eléctrica. Para una instalación específica, el fabricante usualmente requiere de los tamaños mínimos de transformadores y conductores, capacidad de corriente eléctrica de los medios de desconexión y de la protección por sobrecorriente.

b) Equipo terapéutico. La ampacidad de los conductores y la capacidad de los dispositivos de sobrecorriente no deben ser menores que 100 por ciento de la capacidad de corriente del equipo médico de rayos X para terapia.

NOTA: La ampacidad de los conductores del circuito derivado, la capacidad del medio de desconexión y de las protecciones por sobrecorriente de los equipos de rayos X, normalmente es establecida por el fabricante para cada instalación específica.

517-74. Conductores del circuito de control

a) Número de conductores alojados en una canalización. El número de conductores de los circuitos para control, alojados en una canalización, debe ser determinado de acuerdo con lo indicado en 300-17.

b) Tamaño mínimo de los conductores. En los circuitos para controles y la operación de los equipos de rayos X, así como para sus dispositivos y equipos auxiliares, se permite el uso de alambres y cordones flexibles tamaños 0.824 mm² (18 AWG) o de 1.31 mm² (16 AWG) como se especifica en 725-49, siempre y cuando su protección por sobrecorriente no sea mayor que 20 amperes.

517-75. Instalaciones de equipo. Todo equipo para nuevas instalaciones de rayos X y todos los equipos de rayos X usados y reacondicionados o reconstruidos, para ser trasladados y reinstalados en otro local, deben ser del tipo aprobado.

517-76. Transformadores y condensadores. No se requiere que los transformadores y condensadores que formen parte de un equipo de rayos X, cumplan con lo establecido en los Artículos 450 y 460. Los capacitores deben montarse dentro de envoltentes de material aislante o de metal puesto a tierra.

517-77. Instalación de cables de alta tensión para equipo de rayos X. Los cables con pantalla puesta a tierra para conexión de tubos de rayos X y para intensificadores de imagen, se permite que sean instalados en soportes para cables tipo charolas o en ductos suministrados por el fabricante, junto con los conductores de control, de alimentación y derivados, sin requerir de barreras que separen los conductores.

517-78. Protección contra daños y puesta a tierra.

a) Partes de alta tensión. Todas las partes de alta tensión eléctrica, incluyendo los tubos de rayos X, deben montarse en envoltentes puestos a tierra. Se podrá usar aire, aceite, gas u otra sustancia aislante apropiada para aislar la alta tensión de la envoltente, chasis o cubierta metálica puesta a tierra. La conexión desde el transformador de alta tensión a los tubos de rayos X y otros componentes de alta tensión, deberá hacerse con cables para alta tensión con pantalla para puesta a tierra.

b) Cables de baja tensión. Los cables de baja tensión que conectan dispositivos en aceite que no están completamente sellados, tales como: transformadores, condensadores, enfriadores de aceite e interruptores de alta tensión, deben tener aislamiento de tipo resistente al aceite.

c) Partes metálicas no portadoras de corriente. Las partes metálicas que no conducen corriente del equipo de rayos X y del equipo asociado al mismo como consolas de controles, mesas, soportes de tubo de rayos X, tanque de transformadores, cables blindados, cabezales o envoltentes para tubo de rayos X, etc., deben ser conectados a tierra como se especifica en la Parte G del Artículo 250 y se modifica en 517-13(a) y (b).

Parte F. Sistemas de comunicaciones, de señalización, de información, de señalización de protección contra incendio y sistemas de menos de 120 volts

517-80. Espacios y áreas para atención de pacientes. El mismo nivel de aislamiento de los conductores instalados en circuitos para sistemas de distribución eléctrica en áreas para atención de pacientes, se debe aplicar en los conductores de los sistemas de intercomunicación, señalización, datos o informática, alarmas contra incendio y sistemas menores de 120 volts.

No se exigirá que los circuitos, de los sistemas de comunicación o señalización Clase 2 y Clase 3 cumplan con los requisitos de puesta a tierra de 517-13, para cumplir con los requerimientos de protección mecánica de 517-30(c)(3)(5), o estén encerrados en canalizaciones, a menos que el Capítulo 7 o el 8 especifiquen algo diferente.

Los circuitos secundarios de sistemas de comunicación o señalización alimentados por un transformador, no se requiere que estén en canalizaciones, a menos que se especifique de otra manera en los Capítulos 7 u 8.

517-81. Áreas distintas a las de atención del paciente. En otras áreas distintas a las de atención del paciente, las instalaciones deben cumplir con las disposiciones aplicables correspondientes de otras partes de esta NOM.

517-82. Transmisión de señales entre y equipos médicos.

a) Generalidades. Para la instalación permanente del alambrado desde equipos eléctricos en la vecindad del paciente a un aparato remoto, debe emplearse un sistema de transmisión de señales que prevenga la interconexión de puesta a tierra peligrosa de los equipos.

NOTA: Véase 517-13 (a), para requisitos adicionales de puesta a tierra en áreas de atención de los pacientes.

b) Puesta a tierra común para conductores de señales. Se permite usar un sistema común de puesta a tierra (por ejemplo, una carcasa o chasis para conectar una terminal del conductor de señales de transmisión), entre equipos localizados en la vecindad del paciente, previendo que dichos equipos sean servidos y conectados desde el mismo punto de referencia a tierra.

Parte G. Sistemas eléctricos aislados

517-160. Sistemas eléctricos aislados

a) Instalaciones

1) Circuitos eléctricos aislados conectados a la fuente del sistema eléctrico aislado. Cada circuito eléctrico aislado debe controlarse por un desconectador o por un interruptor automático que tenga un polo para la desconexión de cada conductor de línea o vivo del circuito aislado, con el fin de interrumpir simultáneamente los conductores vivos y toda la energía del circuito. El aislamiento puede lograrse por medio de uno o más transformadores, por medio de conjuntos motor generador o por medio de un sistema aislado de baterías. Los conductores de los circuitos eléctricos aislados no deben instalarse en cables, canalizaciones u otras envoltentes conteniendo conductores de otros sistemas eléctricos.

2) Características de los circuitos. Los circuitos que alimenten los primarios de los transformadores de aislamiento deben operar a no más de 600 volts entre conductores y deben tener protección apropiada contra sobrecorriente. La tensión del secundario de los transformadores de aislamiento no debe exceder de 600 volts entre conductores de cada circuito. Todos los circuitos alimentados desde los secundarios deben ser no puestos a tierra y deben tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente y de valor nominal apropiado

para cada conductor. Los circuitos alimentados directamente desde las baterías o del conjunto motor generador deben ser no puestos a tierra, y deben protegerse contra sobrecorriente de la misma manera que los circuitos secundarios alimentados del transformador. Si existe una pantalla electrostática, debe conectarse al mismo punto de referencia a tierra.

3) Ubicación del equipo. Los transformadores de aislamiento, los conjuntos motor generador, las baterías y cargadores de baterías y las protecciones contra sobrecorriente asociadas al primario o secundario, no deben instalarse en áreas peligrosas (clasificadas). El alambrado del circuito secundario aislado que se prolongue dentro de un área peligrosa (clasificada) para la aplicación de anestesia, debe instalarse de acuerdo con lo indicado en 501-10.

4) Transformadores de aislamiento. Un transformador de aislamiento no debe alimentar a más de una sala de operaciones o cama para atención crítica en áreas de terapia intensiva, excepto lo especificado en (a) y (b) siguientes.

Para la aplicación de esta sección, se considera que las salas de inducción de anestesia son parte de las salas de operaciones a las que da servicio.

a. Salas de inducción de anestesia: Si una sala de inducción da servicio a más de una sala de operaciones, se permite que los circuitos aislados de la sala de inducción se alimenten desde el transformador de aislamiento de cualquiera de las salas de operaciones.

b. Tensiones mayores a 150 Volts entre conductores llamadas altas tensiones. Se permiten los transformadores de aislamiento para alimentar varios contactos grado hospital sencillos instalados en diferentes áreas de atención de pacientes donde se cumpla y aplique lo siguiente:

(1) Los contactos grado hospital estén reservados para alimentar equipos que necesiten 150 volts o más, por ejemplo, unidades de rayos X portátiles y equipos láser, y

(2) Los contactos y clavijas no sean intercambiables con los contactos del sistema eléctrico aislado para la sala de operaciones.

5) Identificación de los conductores. Los conductores de los circuitos aislados deben identificarse como sigue:

(1) Conductor con aislamiento línea 1: Color naranja con al menos una banda continua de color distinto al verde, blanco o gris en toda la longitud del conductor.

(2) Conductor con aislamiento línea 2: Color café con al menos una banda continua de color distinto al verde, blanco o gris en toda la longitud del conductor.

Para sistemas eléctricos aislados trifásicos, el tercer conductor con aislamiento deberá identificarse en color amarillo con al menos una banda continua de color distinto al verde, blanco o gris en toda la longitud del conductor. Cuando los circuitos aislados se conecten a contactos de 120 volts de una fase de 15 y 20 amperes, el conductor naranja con raya o banda continua debe conectarse a las terminales de los contactos, identificadas de acuerdo con 200-10 (b) para la conexión del conductor puesto a tierra del circuito.

6) Compuestos para el jalado de alambres durante su instalación. No deben usarse compuestos para el jalado de los conductores durante su instalación, según el método de alambrado, que incrementen la constante dieléctrica y la constante de aislamiento de los conductores de los circuitos conectados al secundario del transformador de aislamiento.

NOTA 1: Se recomienda limitar el tamaño del transformador de aislamiento a 10 kilovoltamperes o menos y se utilizar conductores con aislamiento de baja corriente eléctrica de fuga, para que una vez instalados y conectados todos los circuitos, se cumpla con que la impedancia resistiva y capacitiva total sea mayor a 200 000 ohms.

NOTA 2: Si se reduce al mínimo posible la longitud de los conductores de los circuitos derivados y se deben utilizar conductores con aislamiento que tengan una constante dieléctrica menor que 3.5 y una constante de aislamiento mayor a 6100 megaohm-metro (a 16 °C), con el objetivo de reducir la corriente eléctrica de fuga de cada línea a tierra de toda la instalación terminada, reduciendo con esto la corriente peligrosa.

b) Monitor de aislamiento de línea (MAL).

1) Características. Además de los dispositivos de control y de protección por sobrecorriente normalmente utilizados, cada sistema eléctrico aislado debe incluir un monitor de aislamiento de línea (MAL) que opere continuamente, para monitorear la corriente de fuga o fallas de corriente eléctrica de cada conductor aislado de tierra e indique la corriente peligrosa total. El monitor debe estar diseñado de tal manera, que una lámpara señalizadora de color verde pueda verse fácilmente por las personas dentro de la sala de operaciones o áreas de agentes anestésicos inhalatorios y permanecer iluminada cuando el sistema esté adecuadamente aislado

de tierra. Además, debe contener una lámpara color rojo señalizadora y una alarma audible, que deben energizarse cuando la corriente total peligrosa, que consiste en posibles corrientes de fuga resistivas o capacitivas de cualquier conductor aislado de tierra, alcance un valor cercano a 5 miliamperes bajo condiciones de tensión eléctrica nominal. El monitor no debe alarmarse para valores menores a 3.7 miliamperes de corriente peligrosa de falla, ni para una corriente peligrosa total en el umbral de los 5 miliamperes.

Excepción: Se permite el diseño de un sistema para operar a un valor menor al del umbral de la corriente peligrosa total. El monitor de aislamiento de línea para tal sistema debe ser aprobado para que la corriente peligrosa de fuga deba ser reducida, pero no menor al 35 por ciento de la correspondiente al umbral de la corriente peligrosa total y la corriente peligrosa del monitor consecuentemente se debe permitir reducirla a no más del 50 por ciento del valor del umbral de alarma de la corriente peligrosa total.

2) Impedancia. El monitor de aislamiento de línea debe ser diseñado para tener suficiente impedancia interna de tal manera que, cuando se conecte apropiadamente al sistema eléctrico aislado, la corriente máxima interna que pueda circular a través del monitor de aislamiento de línea, cuando cualquier conductor o parte del sistema eléctrico aislado sea conectado a tierra, debe ser de 1 miliampere.

Excepción: Se permite que el monitor de aislamiento de línea sea del tipo de baja impedancia, de tal manera que la corriente eléctrica a través de él, cuando cualquier conductor del sistema eléctrico aislado sea conectado a tierra, no exceda de dos veces el valor del umbral de alarma para un periodo que no exceda de 5 milisegundos.

NOTA: La reducción de corriente de peligro del monitor permite que esta reducción, resulte en un incremento de los valores de no alarma para la corriente peligrosa de falla, por lo que se incrementará la capacidad de circuito.

3) Amperímetro. Se debe conectar un amperímetro analógico calibrado que indique la corriente peligrosa total, la instalación debe de efectuarse a la vista del monitor de aislamiento de línea y plenamente visible a todas las personas dentro de la sala de operaciones, con la zona de alarma en el umbral de los 5 miliamperes al centro de la escala aproximadamente.

Excepción: Se permite que el monitor del aislamiento de línea sea una unidad compuesta, con una sección de detección cableada a una sección separada de la pantalla del tablero, en la que estén ubicadas las funciones de alarma o prueba

NOTA: Se recomienda instalar el amperímetro de modo que sea plenamente visible para todas las personas que haya en el lugar de aplicación de anestesia

4) Pruebas. El sistema eléctrico aislado debe de probarse, ver sección 517-30(c)(2), antes de su puesta en operación y después de que exista una falla que encienda la luz roja y opere la señal audible

5) Pruebas periódicas. Los sistemas eléctricos aislados y sus instalaciones hasta las salidas de los circuitos se deben probar periódicamente, bajo un programa de modo que resulten aceptables a la autoridad competente, a fin de asegurar que los sistemas e instalaciones eléctricas se mantienen en condiciones seguras para preservar la vida de los pacientes en espacios y áreas críticas categoría 1. Las pruebas mínimas, además de las requeridas en otros artículos de esta norma, son:

a. Que la impedancia capacitiva y resistiva a tierra de cualquier conductor de un sistema eléctrico aislado, debe exceder de 200 000 Ohms cuando se instale y posteriormente en uso.

b. Que el monitor de aislamiento de línea (MAL) del sistema aislado, no debe alarmarse para corrientes peligrosas de falla de menos de 3.7 miliamperes ni para corrientes peligrosas totales en el umbral de los 5 miliamperes.

c. Que los interruptores de falla a tierra (GFCI) y los contactos con este tipo de protección operen a menos de 6 miliamperes.

d. Que la tensión medida bajo condiciones de no fallas, entre un punto de referencia a tierra la superficie conductiva expuesta de equipo fijo instalado dentro de la vecindad del paciente no exceda de 20 milivolts.

e. Que el límite de la impedancia medida entre un punto de referencia a tierra y la terminal para conexión a tierra de los contactos instalados dentro de la vecindad del paciente sea de 0.1 Ohms.

f. Que la corriente de fuga de los equipos de utilización conectados con cordón y clavija, que se usen en la vecindad del paciente, no exceda de 300 microamperes.

g. Que los equipos conectados en forma permanente, dentro de la vecindad del paciente, no exceda de 5 miliamperes probados antes de que se instalen y que estén conectados a tierra.

h. Que la resistencia del conductor para puesta a tierra de los equipos de utilización, medida desde el chasis o envoltorio del equipo hasta la terminal (espiga) para enchufar al contacto, sea de 0.15 Ohms para fabricantes y de 0.5 Ohms en campo.

i. Que los pisos conductivos tengan una resistencia promedio menor a 1 000 000 de Ohms y no inferior a un promedio de 25 000 Ohms.

j. Que se mantenga la polaridad de las conexiones en los contactos y estos sean físicamente integrados, así como, que la fuerza de retención de los conectores de línea y el de puesta a tierra no sea menos a 115 gramos.

k. Que se mantenga la continuidad eléctrica, entre el punto de puesta a tierra localizado en la vecindad del paciente con todas las partes metálicas expuestas de equipos e instalaciones y con las terminales de conexión a tierra de los contactos instalados dentro de la vecindad del paciente.

l. Que el tablero del sistema eléctrico aislado y sus componentes, operen y proporcionen resultados de acuerdo a su diseño, con base en los manuales, instructivos y especificaciones técnicas de los fabricantes, cumpliendo con su instalación, operación, mantenimiento, ajustes y pruebas.

m. El monitor de aislamiento de línea (MAL) debe de ser probado después de su instalación y antes de ser puesto en servicio, para esto, cada línea energizada del sistema eléctrico aislado debe conectarse a tierra sucesivamente a través de una resistencia con valor de 200 por los Volts medidos entre las líneas del sistema aislado. Las alarmas de peligro audibles y visibles deben alarmarse.

ARTÍCULO 518

LUGARES DE REUNIÓN

518-1. Alcance. Excepto para los lugares de reunión tratados explícitamente en 520-1, este Artículo cubre requisitos para todos los inmuebles o parte de ellos o estructuras diseñadas o previstas para reuniones de 100 o más personas con propósitos de deliberación, culto religioso, entretenimiento, consumo de alimentos y bebidas, distracción, espera de medios de transporte o propósitos similares.

518-2. Clasificación general.

a) Ejemplos. Los lugares de reunión incluyen de manera enunciativa, mas no limitativa a:

- Auditorios
- Bares, cantinas y discotecas
- Boliches y billares
- Capillas funerarias
- Comedores
- Cuarteles
- Gimnasios
- Iglesias y templos
- Mercados
- Museos
- Restaurantes
- Salas de conferencias
- Salas de espera de pasajeros
- Salas de exhibición
- Salas de juzgados
- Salones de baile
- Salones de clubes
- Salones de reunión
- Salones de usos múltiples
- Teatros y cines

b) Inmuebles múltiples. Cuando un lugar de reunión forma parte de un edificio que tiene otras ocupaciones, el Artículo 518 se aplica únicamente a la parte del edificio que se considera como un lugar de reunión cualquier salón o espacio para propósitos de reunión de menos de 100 personas en un edificio o en otro local que está destinado para otro uso, debe clasificarse como parte del otro local, es decir, para los fines a que está destinado y estará sujeto a las disposiciones que le sean aplicables.

c) Áreas de teatro. Cuando cualquiera de estas estructuras de edificios o parte de ellos tengan una cabina de proyección o un escenario o área para la presentación de espectáculos teatrales o musicales, sea fija o portátil, el alambrado en esa área, incluidas las áreas asociadas de asientos para el público, y todos los equipos que se utilicen en el área mencionada, así como los equipos e instalaciones portátiles que se utilicen en la producción y no estén conectados al alambrado instalado permanentemente, deben cumplir lo establecido en el Artículo 520.

518-3. Otros Artículos

a) Áreas peligrosas (clasificadas). El alambrado y el equipo eléctrico en las áreas peligrosas (clasificadas) localizadas en lugares de reunión, deben cumplir con lo establecido en el Artículo 500.

b) Alambrado provisional. En las salas de exhibición utilizadas para puestos de exhibición, como en las ferias comerciales, se permitirá instalar alambrado provisional según lo establecido en el Artículo 590. Se permitirá tender sobre el suelo cables y cordones flexibles aprobados para trabajo pesado o extrapesado, si están protegidos del contacto con el público en general. No aplican los requisitos de 590-6 sobre interruptores automáticos de circuito contra fallas a tierra. Se deben aplicar todos los otros requisitos para interruptores automáticos de circuito contra fallas a tierra de esta NOM.

Cuando se proporcione protección de interruptor de circuito por falla a tierra mediante un cordón de conexión y clavija al circuito derivado o al alimentador, el interruptor del circuito por falla a tierra debe estar aprobado como interruptor del circuito por falla a tierra portátil o proporcionar un nivel de protección equivalente a un interruptor del circuito por falla a tierra portátil, ya sea que se haya ensamblado en campo o en fábrica.

Excepción: Cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que solamente personas calificadas prestan servicio técnico a la instalación, se permite utilizar cordones o cables flexibles identificados en la Tabla 400-4 para uso rudo o extra rudo, en soportes tipo charola, solamente para alambrado provisional. Todos los cordones o cables deben instalarse en una sola capa. A cada soporte tipo charola se le debe colocar un letrero permanente a intervalos no superiores a 7.50 metros, el letrero debe llevar lo siguiente:

CHAROLA PORTACABLES PARA ALAMBRADO PROVISIONAL ÚNICAMENTE

c) Sistema de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con lo establecido en el Artículo 700.

518-4. Métodos de alambrado.

a) Generalidades. Los métodos de alambrado fijo deben ser en canalizaciones metálicas, canalizaciones metálicas flexibles o en canalizaciones no metálicas embebidas en concreto con un espesor no menor que 5 centímetros, empleando conductores con aislamiento resistente a la propagación de incendios de baja o despreciable emisión de gas ácido halogenado y baja emisión de humo o con cables tipos MC, MI, LSOH o AC. El método de alambrado debe calificar como conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-118 o debe tener un conductor con aislamiento de puesta a tierra, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122.

Excepción: Los métodos de alambrado fijo deben ser como se dispone en:

- a. Equipo para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio, Artículo 640.
- b. Circuitos de comunicaciones, Artículo 800.
- c. Circuitos de señalización y control remoto de Clase 2 y Clase 3, Artículo 725.
- d. Circuitos de alarma contra incendio, Artículo 760.

b) Construcción no clasificada. Además de los métodos de alambrado 518-4(a), se permite instalar cables con pantalla no metálica, cables del tipo AC, tubo conduit no metálico y tubo conduit rígido de policloruro de vinilo en los edificios o parte de ellos que, de acuerdo con la norma de construcción aplicable, no se exige que sean a prueba de fuego.

NOTA: La construcción a prueba de propagación de incendio es la clasificación de resistencia al fuego que se utiliza en las normas de construcción.

c) Espacios con acabados resistentes al fuego. Se permite instalar tubo conduit no metálico y tubo conduit rígido de policloruro de vinilo en restaurantes, salas de clubes, salas de conferencia y reuniones de hoteles o moteles, salas de juzgados, comedores colectivos salas de velación, museos, bibliotecas y lugares de culto religioso, en donde se aplican las condiciones siguientes:

- (1) El tubo conduit no metálico o el tubo conduit rígido de policloruro de vinilo se instalen ocultos dentro de las paredes, pisos y plafones, siempre y cuando éstos ofrezcan una barrera térmica de un material con clasificación de resistencia al fuego del acabado de 15 minutos como mínimo, según se establece en las listas de ensambles aprobados como resistentes al fuego.
- (2) El tubo conduit no metálico o el tubo conduit rígido de policloruro de vinilo se instalen por encima de plafones suspendidos, cuando éstos ofrezcan una barrera térmica de material con una clasificación de resistencia al fuego del acabado mínima de 15 minutos, según se establece en las listas de ensambles aprobados como resistentes al fuego.

El tubo conduit no metálico y el tubo conduit rígido de policloruro de vinilo no se reconocen para su utilización en otros espacios utilizados para el manejo de aire ambiental, de acuerdo con la Sección 300-22(c).

NOTA: Se establece una clasificación del acabado para ensambles que tengan soportes combustibles (madera). La clasificación del acabado se define como el tiempo en el cual la viga o caballete de madera alcanza una elevación de temperatura promedio de 121 °C o una elevación de temperatura individual de 163 °C, medida sobre el plano de la madera más cercano del fuego. No se pretende que una clasificación del acabado represente una clasificación para un plafón de membrana.

518-5. Salidas de alimentación. Los tableros de distribución portátiles y el equipo portátil de distribución deben alimentarse solamente desde una salida de alimentación de potencia con suficiente valor nominal de corriente y tensión. Dicha salida de alimentación debe protegerse con dispositivos contra sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecorriente y las salidas de potencia no deben estar accesibles al público en general. Se deben tener medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor neutro de los alimentadores para un suministro con atenuadores de luz con control de fase de estado sólido de 3 fases 4 hilos, debe considerarse como un conductor portador de corriente para los propósitos del ajuste de la ampacidad. El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal, 3 fases, 4 hilos no se debe considerar como un conductor portador de corriente para los propósitos del ajuste.

Excepción: El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad de estado sólido de control de fase o de onda sinusoidal, se debe considerar como un conductor portador de corriente para los propósitos de ajuste de la ampacidad

NOTA: Con respecto a las definiciones de los tipos de reguladores de intensidad de estado sólido, ver 520-2.

ARTÍCULO 520

TEATROS, ÁREAS DE AUDIENCIA EN CINES Y ESTUDIOS DE TELEVISIÓN,

ÁREAS DE ACTUACIÓN Y LUGARES SIMILARES

Parte A. Generalidades

520-1. Alcance. Este Artículo aplica a todos los edificios o parte de ellos o estructura, interior o exterior, diseñados o utilizados para representaciones teatrales, musicales, proyecciones cinematográficas, o usos similares y áreas específicas para espectadores dentro de estudios de cine y televisión.

520-2 Definiciones.

Adaptador: Un dispositivo utilizado para adaptar un circuito con una configuración similar a un accesorio de enchufe o el contacto para recibir otra configuración con la misma corriente nominal.

Agrupados: Cables o conductores ubicados uno al lado de otro, pero no en contacto permanente entre ellos.

Área de presentación: Escenario y área de sillas para la audiencia asociada, con una estructura de escenario temporal, sea interior o exterior, construida con andamios, armaduras, plataformas o dispositivos similares, que se utiliza para la presentación de producciones teatrales o musicales o para presentaciones públicas.

Atado de cables: Cables o conductores que están físicamente enlazados, enrollados, encintados o de otra manera atados juntos periódicamente.

Batería de lámparas: Un conjunto de lámparas con arreglo en línea.

Batería de lámparas suspendida: Es una batería de lámparas instalada permanentemente arriba del escenario.

Batería de contactos: Un ducto metálico que contiene contactos empotrados o colgantes.

Caja colgante de contactos: Una caja que contiene contactos colgantes o empotrados sujetos a un cable multiconductor o a un conector múltiple mediante una abrazadera de alivio de la tensión mecánica.

Candilejas: Fila de lámparas montadas al nivel de piso a lo largo del escenario o sobre él.

Dispositivo de elevación de luces de escenarios. Dispositivo de elevación motorizado que contiene una posición de montaje para una o más luminarias, con dispositivos de alambrado para conectar las luminarias a los circuitos derivados y a los cables flexibles integrados que posibilitan que las luminarias se reubiquen sobre el rango de elevación del dispositivo, mientras esté energizado.

Derivador doble. Un cable adaptador que contiene una clavija y dos contactos usado para conectar dos cargas a un circuito derivado.

Ensamble de desconexión: Adaptador usado para conectar un conector multipolar que contiene dos o más circuitos derivados a múltiples conectores de circuitos derivados individuales.

Equipos de escenarios. Los equipos situados en cualquier ubicación de las instalaciones, integrados a la producción escénica, entre los que se incluyen, aunque no de manera limitada, los equipos de iluminación, audio, efectos especiales, control de movimientos, proyección o video.

Equipo portátil. Equipo alimentado con cordones o cables portátiles destinado a ser movido de un lugar a otro.

Extensión doble: Un ensamble que contiene una clavija macho y dos conectores de cordón hembras, usado para conectar dos cargas a un circuito derivado.

Lámparas de contorno: Batería de lámparas en aéreas instaladas permanentemente.

Lámpara de pedestal (luz de trabajo): Un pedestal portátil que contiene una luminaria de propósito general o una lámpara de mano con guarda con el propósito de proporcionar iluminación general en el escenario o en el auditorio.

Proscenio. La pared y el arco que separan el escenario del auditorio (sala).

Regulador de intensidad con control de fase de estado sólido: Regulador de intensidad de estado sólido en el cual la forma de onda de la corriente de régimen permanente no sigue la forma de onda de la tensión aplicada, de modo que la forma de onda no es lineal.

Regulador de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal. Regulador de intensidad de estado sólido en el cual la forma de onda de la corriente de régimen permanente sigue la forma de onda de la tensión aplicada, de modo que la forma de onda es lineal.

Tablero portátil del escenario. Un bastidor portátil o paquete con atenuadores o relevadores con dispositivos de protección contra sobrecorriente asociados o sólo dispositivos de protección contra sobrecorriente que se utilizan para alimentar el equipo del escenario.

Tablero de distribución del escenario. Tablero de distribución o bastidor que contiene los reguladores de intensidad o relevadores con dispositivos de protección contra sobrecorriente asociados o únicamente los dispositivos de protección contra sobrecorriente, que son utilizados principalmente para alimentar a los equipos del escenario.

Unidad portátil de distribución de energía: Una caja de distribución de energía que contiene contactos y dispositivos de protección contra sobrecorriente.

520-3. Proyector de cine. El equipo proyector de cine, su instalación y uso deben cumplir con lo establecido en el Artículo 540.

520-4. Equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio. Los equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio y su instalación deben cumplir con lo establecido en el Artículo 640.

520-5. Métodos de alambrado.

a) Generalidades. Los métodos de alambrado fijos deben ser en canalizaciones metálicas o en canalizaciones no metálicas embebidas en concreto con un espesor no menor que 50 milímetros, o con cables tipos MC, MI o AC que contengan un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122.

Excepción: Los métodos fijos de alambrado deben ser como se dispone en el Artículo 640 para equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio; en el Artículo 800 para circuitos de comunicaciones; en el Artículo 725 para circuitos de señalización y control remoto de Clase 2 y Clase 3 y en el Artículo 760 para circuitos de alarma contra incendios.

b) Equipos portátiles. Se permite que el alambrado para tableros de control y distribución, conjuntos de luces del escenario, efectos escénicos, todos ellos portátiles y otros alambrados no fijos, se conecten mediante cables y cordones flexibles según se establece en diferentes partes del Artículo 520. No se permite sujetar esos cables o cordones mediante grapas o clavos sin aislamiento.

c) Construcciones no clasificadas resistentes al fuego. Se permite instalar cables sin pantalla metálica, cables tipo AC, tubo conduit no metálico y tubo conduit rígido de policloruro de vinilo en los inmuebles o parte de ellos que, según la norma de construcción aplicable, no requieren ser de construcción resistente al fuego.

520-6. Número de conductores en canalizaciones. El número de conductores permitidos en cualquier tubo conduit metálico o no metálico como se permite en este Artículo, o para conductores de control remoto, o tuberías metálicas eléctricas para circuitos de candilejas o de circuitos de contactos del escenario no deben exceder el número de conductores de la Tabla 1 del Capítulo 10. Cuando los conductores se encuentren en ductos con tapa, o en canal auxiliar, la suma de las áreas de las secciones transversales de ellos incluyendo su aislamiento no debe exceder del 20 por ciento del área de la sección transversal del ducto o del canal auxiliar. No es aplicable la limitación de treinta conductores indicada en 366-22 y 376-22.

520-7. Envolvente y protección de partes vivas. Las partes vivas deben encerrarse o protegerse para evitar el contacto accidental por personas u objetos. Todos los desconectores deben ser del tipo de operación externa. Los reguladores de intensidad, incluyendo los reóstatos, deben ser colocados en cajas o gabinetes que encierren todas las partes vivas.

520-8. Sistemas de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con lo indicado en el Artículo 700.

520-9. Circuitos derivados. Un circuito derivado de cualquier tamaño que alimente a uno o más contactos, puede alimentar al alumbrado del escenario. El valor de la tensión de los contactos no debe ser menor que la tensión del circuito. El valor nominal de corriente de los contactos y la ampacidad de los conductores del circuito derivado no debe ser menor que el valor nominal de corriente de la protección contra sobrecorriente del circuito derivado. No aplica la Tabla 210-21(b)(2) y las secciones 210-23 y 210-8 (b)(4).

520-10. Equipo portátil para ser usado en exteriores. El equipo portátil para escenarios y para alumbrado de estudios y equipo de distribución de energía no identificado para uso en exteriores, se permitirá su uso temporal en exteriores si el equipo es supervisado por personal calificado mientras esté energizado y esté protegido con barreras para el público en general.

Parte B. Tableros de distribución fijos en escenarios

520-21. Generalidades. Los tableros de distribución de escenarios fijos deben cumplir con lo establecido en los numerales siguientes:

- (1) Los tableros de distribución de escenarios fijos deben estar certificados.
- (2) Los tableros de distribución de escenarios fijos deben estar fácilmente accesibles, pero no se requiere que estén ubicados en o de manera adyacente a los escenarios. Se permiten múltiples tableros de distribución de escenarios fijos en diferentes ubicaciones.
- (3) Un tablero de distribución de escenario fijo debe contener dispositivos de protección contra sobrecorriente para todos los circuitos derivados alimentados por este tablero de distribución.
- (4) Se permite que un tablero de distribución de escenario fijo alimente tanto a equipos del escenario como a equipos que no estén en el escenario.

520-25. Reguladores de intensidad. Los reguladores de intensidad deben cumplir lo indicado en (a) hasta (d) siguientes:

a) Desconexión y protección contra sobrecorriente. Cuando los reguladores de intensidad se instalen en conductores de fase, cada regulador de intensidad debe tener una protección contra sobrecorriente no mayor que 125 por ciento del valor nominal del regulador de intensidad, y deben estar desconectados de todos los conductores de fase cuando el desconector principal, el interruptor individual o el interruptor automático que alimenta a dicho regulador, se encuentre en la posición de abierto.

b) Reguladores de intensidad del tipo de resistencia o de reactancia. Los reguladores de intensidad tipo de resistencia o reactancia en serie pueden instalarse en un conductor del circuito puesto o no a tierra. Cuando se diseñen para abrir el circuito alimentador del regulador de intensidad o el circuito controlado por él, dicho regulador de intensidad debe entonces cumplir con lo indicado en 404-2(b). Los reguladores del tipo de resistencia o reactancia en serie instalados en el conductor del neutro puesto a tierra del circuito no deben abrir el circuito.

c) Reguladores de intensidad del tipo autotransformador. El circuito que alimente a un regulador de intensidad del tipo autotransformador no debe exceder de 150 volts entre conductores. El conductor puesto a tierra debe ser común a los circuitos de entrada y salida.

NOTA: Véase 210-9 relacionada con los circuitos derivados de autotransformadores.

d) Reguladores de intensidad del tipo de estado sólido. El circuito que alimente a un regulador de intensidad de estado sólido no debe exceder de 150 volts entre conductores, a menos que el regulador de intensidad esté aprobado específicamente para operar a una tensión mayor. Cuando un conductor puesto a tierra alimente a un regulador de intensidad, éste debe ser común para los circuitos de entrada y salida. El bastidor del regulador de intensidad debe estar conectado al conductor de puesta a tierra del equipo.

520-26. Tipos de tableros de distribución. Los tableros de distribución para escenarios deben ser cualquiera o una combinación de los tipos siguientes:

a) Manual. Los reguladores de intensidad y desconectores son operados mediante manijas unidas mecánicamente a los dispositivos de control.

b) Control remoto. Los dispositivos se operan eléctricamente desde un tablero o consola de control tipo piloto. Las consolas de control deben formar parte del tablero de distribución o estar ubicadas en cualquier otro lugar.

c) Intermedio. Un tablero de distribución para escenario con interconexiones de circuitos, es un tablero de distribución secundario (tablero de conexiones) o un tablero de distribución remoto al tablero primario de distribución del escenario. El tablero debe contener una protección contra sobrecorriente. Cuando la protección contra sobrecorriente del circuito derivado, está instalada en la consola de reguladores de intensidad, se permite omitir esta protección del tablero de distribución intermedio.

d) Potencia constante. Tablero de distribución del escenario que contiene solamente dispositivos de protección contra sobrecorriente y ningún elemento de control.

520-27. Alimentadores de tableros de distribución para escenarios

a) Tipo de alimentador. Los alimentadores de tableros de distribución para escenarios deben ser uno de los siguientes:

1) Alimentador individual. Un alimentador individual que se desconecte por un dispositivo de desconexión individual.

2) Alimentadores múltiples para tableros de distribución intermedios para escenario (tablero de interconexiones). Se permiten alimentadores múltiples en cantidad ilimitada, siempre que todos ellos sean parte de un solo sistema. Cuando estén combinados, los conductores de neutros en una canalización deben tener la suficiente ampacidad para llevar la máxima corriente de desbalanceo de los conductores del alimentador múltiple que haya en la misma canalización, pero no necesariamente mayor que la ampacidad del neutro que alimenta el tablero de distribución primario del escenario. Los conductores de neutros en paralelo deben cumplir con lo indicado en 310-10(h).

3) Alimentadores separados para un solo tablero de distribución primario para escenarios (banco de reguladores de intensidad). Las instalaciones con alimentadores independientes que lleguen a un solo tablero de distribución primario del escenario deben tener un medio de desconexión para cada alimentador. El tablero de distribución primario del escenario debe tener una marca o etiqueta permanente y visible que indique el número y ubicación de los medios de desconexión. Si los medios de desconexión están ubicados en más de un tablero de distribución, el tablero de distribución primario del escenario debe tener barreras que correspondan a estas distintas ubicaciones.

b) Conductor del neutro. Para el propósito del ajuste de la ampacidad, se deben aplicar las siguientes condiciones:

(1) El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad con control de fase de estado sólido, 3 fases, 4 hilos, se debe considerar como un conductor portador de corriente.

(2) El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad de estado sólido de onda sinusoidal, 3 fases, 4 hilos, no se debe considerar como un conductor portador de corriente.

(3) El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad que pueden ser tanto de control de fase como de onda sinusoidal se debe considerar como un conductor portador de corriente.

c) Capacidad de alimentación. Para calcular la capacidad de alimentación para los tableros de distribución, se permite considerar la carga máxima que controla el tablero de distribución en una instalación dada, siempre que:

(1) Todos los alimentadores del tablero de distribución estén protegidos con un dispositivo contra sobrecorriente con un valor nominal no mayor que la ampacidad del alimentador.

(2) La apertura del dispositivo contra sobrecorriente no afecte la operación apropiada de los sistemas de iluminación de emergencia o de las salidas.

NOTA: Para calcular las cargas de los alimentadores para los tableros de distribución del escenario, véase 220-40.

Parte C. Equipo fijo del escenario, que no sea tablero de distribución

520-40. Dispositivos de elevación de luces de escenarios. Donde un dispositivo de elevación de luces de escenario sea adecuado como un ensamble completo y contenga un sistema de manipulación de cables integrado y cables para conectar un dispositivo de cableado móvil con una caja de conexiones fija para la conexión con el cableado permanente, no debe aplicarse el requisito sobre uso extra rudo que se describe en la sección 520-44(c)(1).

520-41. Cargas de los circuitos.

a) Circuitos de capacidad de 20 amperes o menos. Las lámparas de contorno, candilejas y luces laterales del proscenio deben tener un arreglo tal que ningún circuito derivado que alimente tal equipo tenga una carga mayor de 20 amperes.

b) Circuitos de más de 20 amperes. Cuando se utilicen únicamente portalámparas de trabajo pesado, se permite que dichos circuitos cumplan lo establecido en el Artículo 210 para circuitos que alimentan portalámparas de trabajo pesado.

520-42. Aislamiento de conductores. Las candilejas, batería de lámparas suspendidas, baterías de lámparas y baterías de contactos, deben alambrarse con conductores que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura a la que vayan a operar los conductores, pero no menor que 125°C. La ampacidad de los conductores de 125 °C debe ser la correspondiente de los conductores de 60°C. Todas las bajadas de las baterías de conectores debe ser de conductor de 90°C dimensionado para la ampacidad de cables y cordones de 60°C que no se extiendan más de 15 centímetros dentro de la batería de conectores. No aplica 310-15(b)(3)(a).

NOTA: Véase Tabla 310-104(a) para tipos de conductores.

520-43. Candilejas

a) Construcción en canales metálicos. Cuando las candilejas se instalen en canales metálicos, el canal que contenga los conductores del circuito debe ser de lámina metálica con espesor no menor a 0.81 milímetros y tratada para prevenir la oxidación. Las terminales de los portalámparas deben estar a no menos de 13 milímetros del metal del canal. Los conductores del circuito deben soldarse a las terminales de los portalámparas.

b) Construcción en canales no metálicos. Cuando no se utilicen los canales metálicos especificados en el inciso (a) anterior, las candilejas deben tener salidas individuales, con portalámparas alambrados con tubo conduit metálico tipo pesado, o tipo semipesado, o tubo conduit metálico flexible ligero, o cable Tipo MC o cables con aislamiento mineral y cubierta metálica. Los conductores del circuito deben soldarse a las terminales de los portalámparas.

c) Candilejas que se ocultan. Las candilejas que se ocultan deben estar dispuestas de tal manera que la alimentación de corriente se desconecte automáticamente, cuando las luces se ocultan en el nicho designado para tal efecto.

520-44. Batería de lámparas suspendidas, luces laterales del proscenio, cajas colgantes y tiras de conectores.

a) Generalidades. La batería de lámparas suspendidas y laterales del proscenio deben:

- (1) Estar construidas como se especifica en la Sección 520-43.
- (2) Estar soportadas y colocadas adecuadamente, y
- (3) Estar diseñadas de manera que los aros de los reflectores y otras guardas adecuadas protejan a las lámparas de daño mecánico y de contacto accidental con el escenario u otros materiales combustibles.

b) Tiras de conectores y cajas colgantes. Las tiras de conectores y cajas colgantes deben estar de acuerdo con lo siguiente:

- (1) Estar soportadas y colocadas adecuadamente
- (2) Aprobados como dispositivos para escenario y estudio

c) Cordones y cables para batería de lámparas suspendidas, cajas colgantes y tiras de conectores.

1) Generalidades. Los cordones y cables para alimentar la batería de lámparas de contorno, cajas colgantes y tiras de conectores deben estar aprobados para uso extra rudo. Los cordones y cables deben soportarse adecuadamente. Tales cables deben emplearse únicamente cuando sean necesarios conductores flexibles. La ampacidad de los conductores debe ser la que se indica en 400-5.

2) Cordones y cables que no están en contacto con equipo productor de calor. Los cordones y cables multiconductores para uso extra rudo aprobados, que no están en contacto directo con equipos que contienen elementos productores de calor, pueden tener la ampacidad determinada por la Tabla 520-44(c)(3). La máxima corriente de carga en cualquier conductor no debe exceder los valores de la Tabla 520-44(c)(3) y no exceder los valores de la Tabla 520-44(c)(3).

3) Identificación de conductores en cordones y cables multiconductores de uso extra rudo. Los conductores aterrizados (neutros) deben ser blancos sin franja o deben estar identificados por una marca blanca en sus terminaciones. Los conductores de puesta a tierra deben ser verdes con o sin franja amarilla o deben estar identificados por una marca verde en sus terminaciones.

NOTA: Para efectos de la tabla 520-44 (c)(3)(a), diversidad de carga es el porcentaje de la corriente total de todos los circuitos energizados simultáneamente que son alimentados por el cable.

520-45. Contactos. Los contactos para equipo eléctrico en escenarios deben llevar marcado su valor en amperes. Los conductores que alimentan estos contactos deben cumplir con los Artículos 310 y 400.

520-46. Batería de conectores, cajas colgantes, cavidades en el suelo y otras envolventes de salida. Los contactos para la conexión de equipo portátil de alumbrado de escenario deben ser colgantes o montados cavidades o envolventes adecuadas y cumplir con lo indicado en 520-45. Los cables de alimentación de las baterías de conectores y las cajas colgantes deben ser como se especifica en 520-44(c).

Tabla 520-44(c)(3).- Ampacidad para cables y cordones de uso extra rudo aprobados con una temperatura nominal de 75°C y 90°C [Basado en una temperatura ambiente de 30°C]

Tamaño o designación nominal de los cordones		Temperatura nominal de cordones y cables*		Máxima capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente
mm ²	AWG	75°C amperes	90°C amperes	Amperes
2.08	14	24	28	15
3.31	12	32	35	20
5.26	10	41	47	25
8.37	8	57	65	35
13.3	6	77	87	45
21.2	4	101	114	60

33.6	2	133	152	80

*La ampacidad indicada es la de los cordones y multicconductores donde únicamente tres conductores de cobre son portadores de corriente tal como se describe en 400-5. Si la cantidad de conductores portadores de corriente en un cordón o cable excede de tres, y el factor de diversidad de carga es 50% o menos, la ampacidad de cada conductor debe reducirse como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 520-44(c)(3)(a).- Factores de ajuste de ampacidad para más de tres conductores portadores de corriente en cordón o cable donde la diversidad de carga es 50 por ciento o menos.

Cantidad de conductores	Por ciento de ampacidad Valor en la Tabla 520-44(c)(3)
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
43 en adelante	50

Temperatura final del aislamiento. En ningún caso los conductores deben asociarse entre sí con respecto a la clase de circuito, al método de alambrado utilizado, o al número de conductores, de tal forma que el límite de temperatura de los conductores sea rebasado.

Un conductor de neutro que porta solamente la corriente de desbalanceo de otros conductores del mismo circuito, no necesita considerarse como un conductor portador de corriente.

En un circuito de tres conductores que conste de dos conductores de fase y el neutro de un sistema de 3 fases, 4 hilos conectado en estrella, el conductor del neutro porta aproximadamente la misma corriente que los otros conductores con corrientes de línea a neutro, y debe considerarse como un conductor portador de corriente.

En un circuito de 3 fases, 4 hilos conectado en estrella, en donde la mayor parte de la carga son cargas no lineales, hay corrientes armónicas presentes en el conductor del neutro, y por lo tanto el neutro debe considerarse como un conductor portador de corriente.

520-47. Lámparas entre bastidores (focos sin cubierta). Las lámparas (focos sin cubierta) instaladas en áreas atrás del escenario y áreas auxiliares donde puedan entrar en contacto con la escenografía, deben ubicarse y protegerse de daño físico y dejar un espacio libre no menor que 50 milímetros entre las lámparas y cualquier material combustible.

Excepción: Para el propósito de esta sección, las lámparas decorativas instaladas en la escenografía no deben considerarse como lámparas tras bastidores.

520-48. Maquinaria del telón. La maquinaria del telón debe estar aprobada.

520-49. Control de ventiladores de salida de humo. Cuando en el escenario se pongan en marcha los ventiladores de salida de humo mediante un dispositivo eléctrico, el circuito que opera dicho dispositivo debe estar normalmente cerrado y controlarse por lo menos por dos interruptores accionados externamente; uno colocado en un lugar accesible fácilmente en el escenario y el otro ubicado donde lo designe la persona calificada. El dispositivo debe diseñarse a plena tensión eléctrica del circuito al cual se conecta, sin insertar ninguna resistencia. El dispositivo debe encerrarse en una caja metálica adecuada que deberá permanecer cerrada excepto durante el servicio al equipo.

Parte D. Tableros de distribución portátiles en el escenario

520-50. Panel de conexiones para interconexión (un tipo de panel de conexiones). Un panel diseñado para la interconexión de tableros de distribución portátiles para escenarios, a salidas fijas de la instalación del edificio mediante circuitos complementarios permanentemente instalados. El panel, los circuitos complementarios y las salidas deben cumplir con los incisos (a) hasta (d), siguientes:

a) Circuitos de carga. Los circuitos se deben originar en entradas con polaridad de tipo puesto a tierra, de valor nominal de corriente y tensión que sean igual que las del contacto de carga fija.

b) Transferencia de circuitos. Los circuitos que se transfieren entre tableros de distribución fijos y portátiles deben ser transferidos todos los conductores del circuito simultáneamente.

c) Protección contra sobrecorriente. Los dispositivos que alimenten a estos circuitos complementarios deben estar protegidos por los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Cada circuito complementario individual dentro del panel de conexiones para espectáculos ambulantes y teatro, deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado, instalados dentro del panel de conexiones del espectáculo ambulante.

d) Envoltente. La construcción del tablero debe ajustarse a lo establecido en el Artículo 408.

520-51. Alimentación. Los tableros de distribución portátiles sólo se deben alimentar desde salidas de alimentación de potencia con suficiente valor de tensión y corriente. Estas salidas de alimentación deben

incluir sólo interruptores operables desde el exterior, de fusibles, o interruptores automáticos montados en el escenario o en el tablero de distribución permanente, en lugares fácilmente accesibles desde el piso del escenario. Deben proporcionarse medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. Para los propósitos del ajuste de la ampacidad del conductor, se deben aplicar los requisitos de 520-27(b).

520-52. Protección contra sobrecorriente para circuitos derivados. Los tableros de distribución portátiles deben tener protección contra sobrecorriente para los circuitos derivados. No aplican los requisitos de 210-23.

520-53. Construcción. Los tableros de distribución portátiles para uso en escenarios deben cumplir con lo establecido en (a) hasta (e) siguientes:

a) Luz piloto. Se proporcionará una luz piloto para cada conductor no puesto a tierra que alimente el tablero de distribución. La luz piloto se conectará al alimentador entrante de tal manera que la operación del dispositivo de protección principal de sobrecorriente o el interruptor principal no afecten la operación de la luz del piloto.

b) Terminal del neutro. En tableros de distribución portátiles diseñados para utilizarse con circuitos con alimentación de 3 fases 4 hilos con conexión de puesta a tierra, la terminal del neutro de alimentación, y la ampacidad de su barra colectora asociada, o alambrado equivalente, o ambas, deben tener una ampacidad por lo menos igual al doble de la ampacidad de la terminal de alimentación de fase más grande.

Excepción. Cuando el equipo del tablero de control y distribución portátil esté específicamente construido e identificado para ser modificado internamente en campo, de manera aprobada, para pasar de una alimentación balanceada de 3 fases 4 hilos con puesta a tierra a una monofásica balanceada de 3 hilos con puesta a tierra, la terminal del neutro de la alimentación y su barra colectora asociada, alambrado equivalente, o ambos, deben tener una ampacidad no menor que la terminal más grande de fase de la alimentación monofásica.

c) Conectores monopoles separables. Cuando se utilicen conectores monopoles de cables portátiles, en un tablero portátil para el escenario deben ser aprobados y contar con bloqueo. Las Secciones 406-7 y 406-8 no deben aplicarse a conectores monopoles separables y a conjuntos de cables monoconductores que utilizan conectores monopoles separables. Cuando los grupos en paralelo de conectores separables monopoles, portadores de corriente, se proporcionen como dispositivos de entrada, deben rotularse en forma claramente visible de precaución indicando la presencia de conexiones paralelas internas. El uso de conectores monopoles separables debe cumplir al menos con una de las siguientes condiciones:

- (1) La conexión y desconexión de los conectores sólo debe ser posible cuando los conectores de alimentación estén bloqueados con la fuente de alimentación, de manera que no sea posible conectar o desconectar los conectores cuando esa fuente esté energizada.
- (2) Los conectores de línea son del tipo de bloqueo secuencial de manera que los conectores de carga deban conectarse en la siguiente secuencia:
 - a. Conexión del conductor de puesta a tierra de equipos.
 - b. Conexión del conductor del circuito puesto a tierra, si existe.
 - c. Conexión del conductor de fase y la desconexión deba ser en el orden inverso.
- (3) Debe haber un aviso de precaución adyacente a los conectores de línea, indicando que la conexión de la clavija debe ser en el siguiente orden:
 - a. Conectores del conductor de puesta a tierra de equipos.
 - b. Conectores del conductor puesto a tierra, si existe.
 - c. Conectores del conductor de fase, y la desconexión debe ser en el orden inverso.

Los anuncios o etiquetas de advertencia deben cumplir con lo establecido en la sección 110-21 (b)

d) fuente de alimentación. Cuando un panel del tipo portátil, del control del escenario de un teatro, contiene una toma de alimentación de la misma clasificación como su fuente de entrada, no será necesario instalar una protección contra sobrecorriente en el panel de control.

e) Conductores interiores.

1) Tipo. Todos los conductores que no sean barras colectoras, dentro de las envolventes del tablero de distribución deben ser trenzados.

520-54. Conductores de alimentación.

a) Generalidades. La alimentación a un tablero de distribución portátil debe ser mediante cordones o cables aprobados para uso extra rudo. Los cordones o cables de alimentación deben terminar dentro de la envolvente del tablero de distribución, en un interruptor automático o en un interruptor maestro con fusibles operables desde el exterior o en un ensamble de conectores identificados para ese propósito. Los cables o cordones de alimentación (y el ensamble de conectores) deben tener una capacidad no menor que la carga total conectada al tablero de distribución y deben protegerse mediante dispositivos contra sobrecorriente.

b) Tamaño del conductor. Los conductores de suministro de energía a tableros de distribución portátiles que utilizan atenuadores de intensidad de estado sólido por fase deben ser dimensionados considerando el conductor neutro como un conductor portador de corriente para los propósitos de ajuste de la ampacidad. Los conductores de alimentación de energía para un tablero de distribución portátil del escenario, utilizando solamente atenuadores de estado sólido con onda sinusoidal, el conductor neutro no debe considerarse como un conductor portador de corriente para fines de ajuste por ampacidad.

c) Cables de un solo conductor. Los conjuntos de cables de alimentación portátiles de un solo conductor deben ser de un tamaño no menor que 33.6 mm² (2 AWG). El conductor de puesta a tierra de equipos debe ser de tamaño no menor que 13.3 mm² (6 AWG). Los cables del neutro puestos a tierra de un solo conductor para una alimentación deben dimensionarse de acuerdo con 520-54(J). Cuando los cables de un solo conductor están en paralelo para aumentar la ampacidad, los conductores paralelos deben tener la misma longitud y tamaño. Los cables monoconductores de alimentación deben ser agrupados entre sí, pero no atados. Se permite que el conductor de puesta a tierra del equipo sea de tipo diferente, siempre y cuando cumpla los otros requisitos de esta sección, y se permite reducir su tamaño nominal conforme a lo indicado en 250-122. Los conductores puestos a tierra (neutros) y de puesta a tierra de equipo, deben identificarse de acuerdo con lo indicado en 200-6, 250-119, y 310-110. Se permite que los conductores puestos a tierra se identifiquen al menos en los primeros 15 centímetros en ambos extremos de cada tramo con marcas de color blanco o gris claro. Se permite que los conductores de puesta a tierra del equipo se identifiquen al menos los primeros 15 centímetros en ambos extremos de cada tramo del conductor con marcas de color verde o verde con franjas amarillas. Cuando exista más de una tensión dentro del mismo predio, cada conductor de fase debe identificarse para cada sistema.

d) Conductores de alimentación de longitud no mayor que 3.00 metros. En los casos donde los conductores de alimentación no excedan de 3.00 metros de longitud entre la alimentación y el tablero de distribución o entre la alimentación y un subsecuente dispositivo de protección contra sobrecorriente, se permite que el conductor de alimentación sea de tamaño menor si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) La ampacidad de los conductores de alimentación, debe ser al menos la cuarta parte de la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente de alimentación.
- (2) Los conductores de alimentación deben terminar en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente que limite la carga a la ampacidad de los conductores de alimentación. Se permite que este único dispositivo contra sobrecorriente alimente dispositivos adicionales contra sobrecorriente en su lado de carga.
- (3) Los conductores de alimentación no deben penetrar paredes, pisos o plafones, o pasar a través de puertas y áreas de tráfico. Los conductores de alimentación deben protegerse adecuadamente contra daño físico.
- (4) Los conductores de alimentación deben terminarse adecuadamente de manera aprobada.
- (5) Los conductores deben ser continuos, sin empalmes o conectores.
- (6) Los conductores no deben estar atados entre sí.
- (7) Los conductores deben soportarse sobre el piso de manera apropiada.

e) Conductores de alimentación de longitud mayor que 3.00 metros, hasta 6.00 metros. En los casos donde los conductores de alimentación sean mayores de 3.00 metros, pero no exceden 6.00 metros de longitud entre la alimentación y el tablero de distribución o entre la alimentación y un subsecuente dispositivo de protección contra sobrecorriente, se permite que el conductor de alimentación sea de tamaño menor si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) La ampacidad de los conductores de alimentación debe ser al menos la mitad de la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente de alimentación.
- (2) Los conductores de alimentación deben terminar en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente que limite la carga a la ampacidad de los conductores de alimentación. Se permite que este único dispositivo contra sobrecorriente alimente a dispositivos contra sobrecorriente adicionales en su lado de carga.
- (3) Los conductores de alimentación no deben penetrar paredes, pisos o plafones, ni deben pasar a través de puertas o áreas de tráfico. Los conductores de alimentación deben protegerse adecuadamente contra daño físico.
- (4) Los conductores de alimentación deben terminarse adecuadamente de manera aprobada.
- (5) Los conductores de alimentación deben soportarse de manera apropiada al menos a 2.00 metros sobre el piso, excepto en las terminales.
- (6) Los conductores de alimentación no deben estar atados entre sí.
- (7) Los conductores de derivación deben ser tramos continuos.

f) Conductores de alimentación con tamaño no reducido. Se permite que los conductores de alimentación con tamaño no reducido, según las disposiciones 520-53(h)(3) o (h)(4) pasen a través de orificios en las paredes diseñados específicamente para ese propósito. Si la penetración se hace a través de una pared clasificada como resistente al fuego, debe ser de acuerdo con la Sección 300-21.

g) Protección de los conductores de alimentación y conectores. Todos los conductores y conectores de alimentación deben protegerse contra daño físico por un medio aprobado. Esta protección no necesariamente debe ser una canalización.

h) Número de interconexiones en la alimentación. Cuando se utilicen conectores en un conductor de alimentación, debe haber un máximo de tres interconexiones (juegos de pares de conectores acoplados) cuando la longitud total de la alimentación al tablero de control y distribución no exceda de 30.00 metros. En los casos donde la longitud total desde la alimentación al tablero de distribución exceda de 30.00 metros, se permite una interconexión adicional por cada 30.00 metros adicionales del conductor de alimentación.

i) Conectores monopolares separables. Cuando se utilicen conectores monopolares de cables portátiles, deben ser aprobados y del tipo de seguridad. Las Secciones 400-10, 406-7 y 406-8 no deben aplicarse a conectores monopolares separables y a conjuntos de cables monoconductores que utilizan conectores monopolares separables.

j) Conductor neutro de alimentación. Los conductores neutros de alimentación deben cumplir con (1) y (2) siguientes:

(1) Marcado. Se permitirá que el conductor neutro puesto a tierra sea identificado por una marca blanca o gris al menos a 15 cm desde ambos extremos de su longitud.

(2) Dimensionado del conductor. Cuando se usan cables alimentadores de un solo conductor, no instalados en canalizaciones, en circuitos polifásicos que alimentan a tableros de distribución portátiles que tienen reguladores de intensidad con control de fase de estado sólido, el conductor del neutro puesto a tierra debe tener una ampacidad de por lo menos el 130 por ciento de los conductores de fase que alimentan al tablero de distribución portátil. Cuando estos alimentadores suministran alimentación sólo a reguladores de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal, el conductor del neutro puesto a tierra debe tener una ampacidad de por lo menos el 100 por ciento de los conductores de fase del circuito que alimentan al tablero de distribución portátil.

k) Personal calificado. La trayectoria de los conductores de alimentación portátiles, la conexión y desconexión de los conectores de alimentación y otras conexiones de alimentación, y la energización y desenergización de los servicios de alimentación deben realizarse exclusivamente por personal calificado, y los tableros de control y distribución portátiles deben ser así marcados, indicando este requisito de manera permanente y clara.

Excepción: Se permite que la conexión de un tablero de distribución portátil esté conectado a una salida para contacto instalada permanentemente, donde la salida del contacto de alimentación esté protegida para su capacidad por un dispositivo de protección contra sobrecorriente no mayor que 150 amperes, y donde la salida para contacto, conexión y tablero de distribución cumplan además con todas las condiciones siguientes:

- a. Emplearon conectores multipolares aprobados y adecuados para el propósito de cada conexión de la alimentación.

- b. Previnieron el acceso al público en general a toda conexión de la alimentación.
- c. Emplearon cordones multiconductores de uso extra rudo aprobados o cables, con una ampacidad no menos que la carga y no inferior al valor en amperes de los conectores.

Parte E. Equipos portátiles para escenarios, que no sean tableros de distribución

520-61. Lámparas de arco. Las lámparas de arco, incluyendo sus envoltentes y balastos asociados, deben estar aprobadas. Las extensiones de cordones, y los cables y cordones de interconexión deben ser del tipo de uso extra rudo y estar aprobados.

520-62. Unidades portátiles de distribución de alimentación. Las unidades portátiles de distribución de alimentación deben cumplir con lo siguiente:

a) Envoltentes. La construcción debe ser de tal forma que no quede expuesta ninguna parte portadora de corriente.

b) Contactos y protección contra sobrecorriente. Los contactos deben cumplir con lo indicado en 520-45 y tener en la caja una protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Los fusibles e interruptores automáticos deben protegerse contra daño físico. Los cables y cordones que alimenten contactos colgantes o conectores de cordón deben estar aprobados para uso extra rudo.

c) Barras colectoras y terminales. Las barras colectoras deben tener una ampacidad igual a la suma de los valores de corriente de todos los circuitos conectados a dichas barras colectoras. Se deben proporcionar zapatas para la conexión del cable principal.

d) Entradas de superficie con reborde. Las entradas de superficie con reborde (clavijas empotradas) que se utilicen para recibir energía deben tener marcada su capacidad en amperes.

e) Arreglo de cables. Los cables deben estar adecuadamente protegidos cuando pasen a través de envoltentes y deben disponerse de manera que la tensión mecánica del cable no se transmita a las terminales.

f) Alimentadores de un solo conductor. Los equipos portátiles de distribución de energía alimentados por sistemas de un solo conductor deberán cumplir con las secciones 520-53(c) y (d) y 520-54.

520-63. Alambrado de accesorios con ménsula

a) Alambrado de la ménsula. Las ménsulas utilizadas sobre el escenario deben alambirse internamente, y el vástago del accesorio debe llevarse a la parte trasera del escenario donde se coloca una pasacables al final del vástago. Se permite el alambrado exterior de ménsulas o de otros accesorios cuando estén alambrados con cordones diseñados para uso rudo que pasen a través del escenario y sin juntas ni empalmes en el dosel de la parte posterior del accesorio y terminen en un conector aprobado para su uso en un escenario, localizado, cuando sea posible, a una distancia no mayor que 45 centímetros del accesorio.

b) Montaje. Los accesorios deben asegurarse firmemente en su lugar.

520-64. Baterías de lámparas portátiles. Las baterías de lámparas portátiles deben construirse de acuerdo con los requisitos de las baterías de lámparas suspendidas y luces laterales del proscenio descritos en 520-44(a). Cuando el cable de alimentación pase a través de paredes metálicas, debe protegerse con los pasacables y debe disponerse de manera que la tensión mecánica en el cable no se transmita a las conexiones.

NOTA 1: Véase 520-42 para el alambrado de baterías de lámparas portátiles.

NOTA 2: Para los tipos de aislamiento requeridos para cables monoconductores, véase la Sección 520-68(a)(3).

520-65. Guirnaldas (luces colgantes). Las uniones en el alambrado de guirnaldas deben ser escalonadas o alternadas. Cuando los portalámparas tengan terminales de un tipo que muerda el aislamiento y haga contacto con los conductores sólo deben utilizarse con conductores tipo cableado. Las lámparas encerradas en linternas o dispositivos similares de material combustible deben equiparse con guardas.

520-66. Efectos especiales. Los dispositivos eléctricos utilizados para simular relámpagos, caídas de agua, y efectos similares, deben construirse y ubicarse de manera que las llamas, chispas y partículas calientes no puedan entrar en contacto con material combustible.

520-67. Conectores de cable de circuito derivado multipolar. Los conectores de cable de circuito derivado multipolar, macho y hembra, para conductores flexibles deben construirse de manera que la tensión mecánica en el cordón no se transmita a las conexiones. El conector hembra debe colocarse del lado de

carga del cable o del cordón de alimentación. El conector debe tener su valor marcado en amperes y diseñado de manera que otros dispositivos con un valor nominal diferente no puedan ser conectados, sin embargo, se permitirá que un contacto de 20 amperes y ranura en T acepte una clavija de conexión de 15 amperes de la misma tensión nominal. Los conectores multipolares de corriente alterna deben ser polarizados y cumplir con lo indicado en 406-7 y 406-10.

NOTA: Véase 400-14 para tensión mecánica en terminales.

520-68. Conductores para equipo portátil

a) Tipo de conductores.

1) Generalidades. Los conductores flexibles, incluyendo las extensiones, utilizados para alimentar equipo portátil del escenario deben ser cordones o cables aprobados para uso extra rudo.

2) Lámparas de pedestal. Se permiten cordones para uso extra rudo para alimentar lámparas de pedestal cuando el cordón no esté sujeto a daño físico severo y esté protegido por un dispositivo contra sobrecorriente no mayor que 20 amperes.

3) Cordones de alimentación de luminarias. Debe permitirse que los cordones de alimentación para uso extra rudo abastezcan a luminarias, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) El cordón de alimentación no sea de una longitud mayor de 2.0 metros.
- (2) El cordón de alimentación esté unido a uno de los extremos de la luminaria o a un conector específico para luminarias que se una a una entrada montada en el panel, sobre el cuerpo de la luminaria.
- (3) El cordón de alimentación esté protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente de no más de 20 amperes.
- (4) La luminaria sea adecuada.
- (5) El cordón de alimentación no esté sometido a daños físicos

4) Aplicaciones a alta temperatura. Se permite utilizar un montaje especial de conductores en una funda no más larga que 90 centímetros en lugar de un cordón flexible si los alambres individuales están trenzados y tienen una clase térmica no menor que 125 °C y la funda exterior es de fibra de vidrio con un espesor de pared de cuando menos 0.65 milímetros.

Se permite que el equipo portátil para escenario, que requiere conductores de alimentación flexibles con un mayor valor nominal de temperatura, en donde un extremo esté permanentemente conectado al equipo, se empleen conductores adecuados alternos, que estén probados para ese propósito.

5) Desconector. Se permiten los cordones para uso rudo aprobados, en ensambles de desconector, cuando se reúnan todas las condiciones siguientes:

- (1) Los cordones se utilizan para hacer conexiones entre un solo conector multipolar que contiene dos o más circuitos derivados y conectores múltiples de 2 polos 3 hilos.
- (2) La longitud del cordón en el ensamble de desconector no es más largo de 6.00 metros.
- (3) El ensamble de desconector está protegido contra daño físico al fijarlo en toda su longitud a una tubería, andamio, armadura, torre u otra estructura de soporte firme.
- (4) Todos los circuitos derivados que alimentan al ensamble de desconector están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente clasificados a no más de 20 amperes.

b) Ampacidad de los conductores. La ampacidad de los conductores debe ser la que se especifica en 400-5, excepto para cordones portátiles multiconductores aprobados para uso extra rudo, que no estén en contacto directo con el equipo que contenga elementos productores de calor, cuya ampacidad se permite determinarla de acuerdo con la Tabla 520-44(c)(3). La corriente de carga máxima en cualquier conductor no debe exceder de los valores de la Tabla 520-44(c)(3). Cuando se apliquen los Factores de ajuste de capacidad de la Tabla 520-44(c)(a) para más de tres conductores portadores de corriente en cordón o cable la diversidad de carga deberá ser de 50 por ciento o menos.

Excepción: Cuando se permite el uso de conductores alternos en la Sección 520-68 (a) (4), su ampacidad debe ser la indicada en las tablas correspondientes de esta NOM para los tipos de cables utilizados.

c) Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los conductores para portátiles debe cumplir con la sección 240-5.

520-69. Adaptadores. Los adaptadores, derivadores dobles, y otros dispositivos de salida de circuitos simples o múltiples deben cumplir con las condiciones (a), (b) y (c) siguientes:

a) Sin reducción de valor nominal de corriente. Cada contacto y su cable correspondiente deben tener los mismos valores de tensión y de corriente que la clavija de alimentación. No debe utilizarse en un circuito de escenario que tenga una capacidad mayor nominal de corriente.

b) Conectores. Todos los conectores deben alambrarse de acuerdo con lo indicado en 520-67.

c) Tipo de conductor. Los conductores para adaptadores y derivadores dobles deben ser cordones aprobados para uso rudo o extra rudo. El cordón de uso rudo debe limitarse a una longitud total no mayor que 2 metros.

Parte F. Camerinos, vestidores áreas de maquillaje.

520-71. Portalámparas colgantes. No deben instalarse portalámparas colgantes en los camerinos.

520-72. Protección de las lámparas. Toda lámpara expuesta en los camerinos o áreas de maquillaje y vestidores incluyendo cuartos que estén a menos de 2.50 metros del piso, debe equiparse con protectores abiertos, remachados a la cubierta de la caja de salida, o selladas o aseguradas de otra manera en su lugar. No se requiere que las lámparas empotrables estén equipadas con protectores.

520-73. Interruptores requeridos. Todas las luminarias, portalámparas y cualquier contacto adyacente a los espejos y sobre la mesa de los tocadores, instalados en los camerinos deben ser controlados por interruptores de pared instalados en el camerino y áreas de maquillaje. No se exige que las otras salidas instaladas en el camerino o áreas de maquillaje estén controladas por un interruptor.

520-74 Lámparas piloto necesarias. Cada interruptor requerido en 520-73 anterior, deberá estar provisto de una lámpara piloto situada fuera de y adyacente a la puerta de la habitación que está siendo controlada para indicar cuando esté energizado el circuito. Cada lámpara piloto deberá identificarse permanentemente indicando una descripción del circuito controlado. Las lámparas piloto pueden ser del tipo neón, LED u otra lámpara de larga duración. Estas lámparas piloto deben ser empotradas o debe adicionarse un protector mecánico.

Parte G. Puesta a tierra

520-81. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas y las cubiertas metálicas de cables deben estar conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos. Los bastidores y envolventes metálicas de todos los equipos, incluyendo las lámparas de contorno y luminarias portátiles, deben estar conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

ARTÍCULO 522

SISTEMAS DE CONTROL PARA PARQUES PERMANENTES DE DIVERSIONES

Parte A. Generalidades

522-1 Alcance. Este artículo trata de la instalación de fuentes de alimentación de circuitos de control y de los conductores de circuitos de control para equipos eléctricos, incluyendo el alambrado de control asociado, en todas las estructuras o sobre ellas, que son parte integral de una instalación de diversiones permanente.

522-2 Definiciones.

Atracción de diversión permanente. Aparatos de movimiento, aparatos de entretenimiento o combinación de ellos que se instalan de manera que la transferencia o reubicación no es práctica.

Dispositivo de desplazamiento. Dispositivo o combinación de dispositivos que llevan, transportan o dirigen a las personas sobre o a través de un trayecto restringido o fijo dentro de un área definida con el propósito principal de recreación o entretenimiento.

Dispositivo de entretenimiento. Dispositivo mecánico o electromecánico que proporciona una experiencia de entretenimiento.

NOTA: Estos dispositivos pueden incluir utilería animada, equipo para espectáculos de acción, figuras animadas y efectos especiales en coordinación con audio e iluminación para brindar una experiencia de entretenimiento.

522-5 Limitaciones de tensión. La tensión de control debe ser de 150 volts a tierra de corriente alterna como máximo, o de 300 volts a tierra, de corriente continua.

522-7. Mantenimiento. Las condiciones de mantenimiento y supervisión deben garantizar que sólo personas calificadas atenderán la atracción de diversión permanente.

Parte B. Circuitos de control

522-10. Fuentes de alimentación para los circuitos de control.

a) Circuitos de control de potencia limitada. Los circuitos de control de potencia limitada se deben alimentar de una fuente con salida nominal máxima de 30 volts y 1000 voltamperes.

1) Transformadores de control. Los transformadores utilizados para alimentar circuitos de control de potencia limitada deben cumplir las secciones aplicables de las Partes A y B del Artículo 450.

2) Otras fuentes de alimentación a circuitos de control de potencia limitada. Las fuentes de alimentación a circuitos de control de potencia limitada, diferentes de transformadores, deben estar protegidas por dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo del 167 por ciento del valor nominal en voltamperes de la fuente de alimentación dividida por la tensión nominal. Los fusibles de protección contra sobrecorriente no deben ser intercambiables con fusibles de protección contra sobrecorriente de mayor valor nominal. Se permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente sean una parte integral de la fuente de alimentación.

Con el fin de cumplir la limitación de 1000 voltamperes de 522-10(a), la salida máxima de las fuentes de alimentación, que no sean transformadores, se debe limitar a 2500 voltamperes, y el producto de la corriente máxima y la tensión máxima no debe exceder de 10 000 voltamperes. Estos valores se deben determinar derivando cualquier dispositivo de protección contra sobrecorriente.

b) Circuitos de control de potencia no limitada. Los circuitos de control de potencia no limitada no deben exceder de 300 volts. No se exigirá que la salida de la fuente de alimentación esté limitada.

1) Transformadores de control. Los transformadores utilizados para alimentar circuitos de control de potencia no limitada deben cumplir las secciones aplicables de las Partes A y B del Artículo 450.

2) Otras fuentes de alimentación de control de potencia no limitada. Las fuentes de alimentación de control de potencia no limitada, diferentes de transformadores, deben estar protegidas por dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo del 125 por ciento del valor nominal en voltamperes de la fuente de alimentación dividida por la tensión nominal. Los fusibles de protección contra sobrecorriente no deben ser intercambiables con fusibles de protección contra sobrecorriente de mayor valor nominal. Se permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente sean una parte integral de la fuente de alimentación.

Parte C. Métodos de alambrado del circuito de control

522-20. Conductores, barras colectoras y anillos colectores. Los conductores aislados del circuito de control deben ser de cobre y se permitirá que sean cableados o sólidos. Se permitirán ensambles de cables multiconductores.

Excepción 1: Se permitirá que las barras colectoras y los anillos colectores sean de materiales diferentes del cobre.

Excepción 2: Se permitirá que los conductores usados como dispositivos de propósito específico, tales como termopares y dispositivos térmicos de resistencia, sean de materiales diferentes del cobre.

522-21. Dimensionamiento de los conductores.

a) Conductores dentro de un ensamble o componente aprobado. Se permitirán conductores de tamaño 0.051 mm^2 (30 AWG) o más grandes dentro de un componente aprobado o como parte del alambrado de un ensamble aprobado.

b) Conductores dentro de una envolvente o una estación de operador. Se permitirán conductores de tamaño 0.051 mm^2 (30 AWG) o más grandes en un cable multiconductor y con cubierta dentro de una envolvente o una estación de operador. Los conductores en un cable multiconductor sin cubierta, tales como el cable de cinta, no deben ser de un tamaño inferior al 0.131 mm^2 (26 AWG). Los conductores sencillos no deben ser de un tamaño inferior al 0.212 mm^2 (24 AWG).

Excepción: Se permitirán conductores sencillos de tamaño 0.051 mm^2 (30 AWG) o más grandes para alambres para puentes y aplicaciones de alambrado especial.

c) Conductores fuera de una envolvente o una estación de operador. El tamaño de los conductores en un cable multiconductor y con cubierta no debe ser inferior al 0.131 mm^2 (26 AWG). Los conductores individuales no deben ser de un tamaño inferior al 0.824 mm^2 (18 AWG) y se deben instalar únicamente cuando sean parte de un método de alambrado reconocido en el Capítulo 3.

522-22. Ampacidad del conductor. Los conductores de tamaño del 1.31 mm² (16 AWG) y más pequeños no deben exceder los valores de corriente permanente de la Tabla 522-22.

522-23. Protección contra sobrecorriente para los conductores. Los conductores de tamaño 30 AWG hasta el 1.31 mm² (16 AWG) deben tener protección contra sobrecorriente de acuerdo con la ampacidad apropiada del conductor en la Tabla 522-22. Los conductores con tamaño mayor que 1.31 mm² (16 AWG) deben tener protección contra sobrecorriente de acuerdo con la ampacidad adecuada del conductor en la Tabla 310-15(b)(16).

522-24. Conductores de diferentes circuitos en el mismo cable, charola portacables, envolvente o canalización. Se permitirá que los circuitos de control estén con otros circuitos como se especifica en (a) y (b) a continuación).

**Tabla 522-22.- Ampacidad del conductor basada en conductores de cobre
con aislamiento para 60°C y 75°C en una temperatura ambiente de 30°C**

Tamaño del conductor (AWG)	Ampacidad	
	60 °C	75 °C
30	-	0.5
28	-	0.8
26	-	1
24	2	2
22	3	3
20	5	5
18	7	7
16	10	10

1. Para temperaturas ambiente diferentes de 30°C, se utilizan los factores de corrección de temperatura de la Tabla 310-15(b)(2)(a).

2. Los ajustes de la ampacidad para conductores con aislamiento para 90 °C o más se deben basar en las ampacidades en la columna de 75°C.

a) Dos o más circuitos de control. Se permitirá que los circuitos de control ocupen el mismo cable, charola portacables, envolvente o canalización sin considerar si los circuitos individuales son de corriente alterna o de corriente continua, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima de cualquier conductor en el cable, charola portacables, envolvente o canalización.

b) Circuitos de control con circuitos de fuerza. Se permitirá que los circuitos de control se instalen con los conductores de fuerza tal como se especifica en (1) a (3) siguientes:

1) En un cable, envolvente o canalización. Se permitirá que los circuitos de control y los circuitos de fuerza ocupen el mismo cable, envolvente o canalización únicamente cuando el equipo alimentado esté funcionalmente asociado.

2) En centros de control ensamblados en fábrica o en campo. Se permitirá que los circuitos de control y los circuitos de fuerza se instalen en centros de control ensamblados en fábrica o en campo.

3) En un pozo de inspección. Se permitirá que los circuitos de control y los circuitos de fuerza se instalen como conductores subterráneos en un pozo de inspección, de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

- (1) Los conductores del circuito de control o de fuerza estén en un cable con envolvente metálica o un cable tipo UF.
- (2) Los conductores estén separados permanentemente de los conductores de fuerza por un elemento no conductor continuo fijado firmemente, tal como tubería flexible, además del aislamiento del conductor.
- (3) Los conductores estén separados permanente y eficazmente de los conductores de fuerza y estén sostenidos fijamente a bastidores, aisladores u otros soportes aprobados.
- (4) En charolas portacables, cuando los conductores del circuito de control y los conductores de fuerza que no están funcionalmente asociados a ellos, estén separados por una barrera fija y sólida de un

material compatible con la charola portacables, o cuando los conductores del circuito de control o de fuerza están en un cable con envoltente metálica.

522-25. Circuitos de control no puestos a tierra. Se permitirá que los sistemas derivados separados de corriente alterna y sistemas de 50 volts o más y circuitos bifilares de corriente continua y sistemas de 60 volts o más, no sean aterrizados, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (1) Se exija la continuidad de la alimentación de control para una parada ordenada.
- (2) Se instalen detectores de tierra en el sistema de control.

522-28. Circuitos de control en lugares mojados. Cuando existe la probabilidad de que ocurran contactos en lugares mojados, los circuitos de control de corriente continua de 2 hilos no aterrizados se deben limitar a 30 volts máximo para corriente continua permanente o 12.4 volts pico para la corriente directa que es interrumpida dentro de un rango de 10 a 200 hertz.

ARTÍCULO 525

ATRACCIONES MÓVILES, CIRCOS, FERIAS Y EVENTOS SIMILARES

Parte A. Generalidades

525-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de equipo y alambrado portátil para atracciones móviles, circos, ferias y eventos similares, incluyendo el alambrado en, o sobre, todas las estructuras.

525-2. Definiciones.

Estructuras portátiles. Unidades diseñadas para ser movidas e incluyen, pero no se limitan a, juegos mecánicos, atracciones, puestos dentro de la feria, carpas, remolques, camiones y unidades similares.

Operador. Individuo responsable de arrancar, detener y controlar un juego mecánico o de supervisar un puesto dentro de la feria.

525-3. Otros Artículos

a) Alambrado y equipo portátil. Cuando los requisitos de otros Artículos de esta NOM y el Artículo 525 difieran, los requisitos del Artículo 525 deben aplicarse al alambrado y al equipo portátil.

b) Estructuras permanentes. Los Artículos 518 y 520 deben aplicarse al alambrado de estructuras permanentes.

c) Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio. El Artículo 640 debe aplicarse al alambrado e instalación de equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio.

d). Atracciones que utilizan piscinas, fuentes e instalaciones similares con volúmenes contenidos de agua. Estos equipos se deben instalar cumpliendo los requisitos aplicables del Artículo 680.

525-5. Libramientos de los conductores aéreos.

a) Libramientos verticales. Los conductores deben estar a una distancia vertical con respecto al suelo de acuerdo con 225-18. Estas distancias se deben aplicar solamente al alambrado instalado en el exterior de tiendas y puestos dentro de la feria.

b) Libramientos a las estructuras portátiles.

1) De 600 volts o menos. Las estructuras portátiles se deben mantener a no menos de 4.50 metros en cualquier dirección de los conductores aéreos que operan a 600 volts o menos, excepto los conductores que alimentan a la estructura portátil. Las estructuras portátiles que se incluyen en 525-3(d) deben cumplir con lo establecido en la Tabla 680-9(a).

2) De más de 600 volts. Las estructuras no se deben ubicar debajo ni a una distancia menor de 4.50 metros medida horizontalmente y que se extiende verticalmente desde el suelo, de los conductores que funcionan a más de 600 volts.

525-6. Protección del equipo eléctrico. El equipo eléctrico y los métodos de alambrado en o sobre las estructuras portátiles deben estar provistos con protección mecánica cuando estén expuestos a daño físico.

Parte B. Fuentes de alimentación

525-10. Acometidas. Las acometidas deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Protección. El equipo de acometida no debe instalarse en un lugar que sea accesible a personas no calificadas, a menos que el equipo esté encerrado bajo llave.

b) Montaje y ubicación. El equipo de acometida debe montarse sobre un soporte sólido e instalarse de tal manera que esté protegido de la intemperie, a menos que su construcción sea a prueba de intemperie.

525-11. Fuentes múltiples de alimentación. Cuando varias acometidas o sistemas derivados separados, o ambos, alimenten estructuras portátiles, los conductores de puesta a tierra de equipos de todas las fuentes de alimentación que sirven a dichas estructuras, separados por menos de 3.70 metros se deben conectar unidos en las estructuras portátiles. El conductor de unión debe ser de cobre y estar dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122 con base en el dispositivo más grande de protección contra sobrecorriente que alimenta a las estructuras portátiles, pero no debe tener un tamaño inferior al 13.3 mm^2 (6 AWG).

Parte C. Métodos de alambrado

525-20. Métodos de alambrado

a) Tipo. Cuando se utilicen cables o cordones flexibles deben ser de tipo extra rudo. Cuando se utilicen cables o cordones flexibles y no estén expuestos a daño físico, se permite que sean aprobados para uso rudo. Cuando se utilicen en exteriores, los cordones y cables flexibles también deben estar aprobados para lugares mojados y deben ser resistentes a la luz solar. Se permitirá utilizar cordones o cables flexibles de uso extra rudo como alambrado permanente en juegos mecánicos y atracciones portátiles cuando no estén sometidos a daños físicos.

b) Monoconductores. Se permite el uso de cables monoconductores de tamaño nominal de 33.6 mm^2 (2 AWG) o mayor.

c) Conductores abiertos. Los conductores abiertos están prohibidos, excepto que formen parte de un ensamble aprobado o guirnalda de iluminación instalada de acuerdo con el Artículo 225.

d) Empalmes. Los cordones o cables flexibles deben ser continuos, sin empalmes o derivaciones, entre las cajas o accesorios.

e) Conectores de cordón. No se deben dejar los conectores de cables en el suelo, a menos que estén aprobados para lugares mojados. Los conectores y conexiones de cables no se deben colocar en pasos de tráfico del público, o dentro de áreas accesibles al público, a menos que estén protegidos.

f) Soporte. El alambrado de un juego mecánico, atracción, carpa o estructura similar no debe estar soportado por otro juego o estructura, a menos que esté diseñado específicamente para ese propósito.

g) Protección. Los cordones o cables, accesibles al público, se deben disponer de modo que se reduzca al mínimo el riesgo de tropiezo y se permitirá que estén cubiertos por tapetes no conductores, siempre que los tapetes no constituyan un mayor riesgo de tropiezo que los cables descubiertos. Se permitirá enterrar los cables. No se deben aplicar los requisitos de 300-5.

h) Cajas y accesorios. Debe instalarse una caja o accesorio en cada punto de conexión, de salida, de desconexión o de empalme.

525-21. Juegos mecánicos, carpas y puesto dentro de la feria.

a) Medios de desconexión. Se debe tener un medio para desconectar cada estructura portátil de todos los conductores energizados. Los medios de desconexión deben estar ubicados a la vista desde la estación del operador y máximo a 1.80 metros de ella. Los medios de desconexión deben ser de fácil acceso para el operador, incluso cuando el juego mecánico está en funcionamiento. Cuando es accesible a personas no calificadas, el medio de desconexión debe ser del tipo de cierre con llave. Se permitirá como método de apertura del circuito un dispositivo de disparo en derivación que abra el desconectador con fusible o el interruptor automático cuando se cierre un interruptor ubicado en la consola del operador del juego mecánico.

b) Alambrado portátil dentro de las carpas y puestos dentro de la feria. El alambrado eléctrico para alumbrado colocado dentro de las carpas y puestos dentro de la feria, se debe instalar firmemente, y en donde esté expuesto al daño físico, debe contar con protección mecánica. Todas las lámparas para la iluminación general deben estar protegidas contra rotura accidental, mediante una luminaria adecuada o un portalámparas con protector.

525-22. Cajas portátiles de distribución o cajas de terminales. Las cajas de distribución portátiles o cajas terminales deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes:

a) Construcción. Las cajas deben estar diseñadas de modo que ninguna parte energizada quede expuesta excepto cuando sea necesario para revisión, supervisión, ajuste o mantenimiento por personas calificadas. Cuando se hagan las instalaciones en exteriores, las cajas deben ser a prueba de intemperie y estar montadas de forma que el fondo de la envolvente no se encuentre a menos de 15 centímetros del piso.

b) Barras colectoras y terminales. Las barras colectoras deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador que alimenta la caja. Cuando los conductores terminen directamente en la barra colectora se deben instalar conectores para barras colectoras.

c) Contactos y protección contra sobrecorriente. Los contactos deben tener una protección contra sobrecorriente instalada dentro de la caja. La protección contra sobrecorriente no debe exceder la capacidad de conducción de corriente del contacto, a excepción de lo permitido por el Artículo 430 para cargas de motores.

d) Conectores monopolares. Cuando se utilicen conectores monopolares, deben cumplir con lo indicado en 530-22.

525-23. Protección mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra.

a) Cuando se exige protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra. La protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra para el personal se debe proporcionar en los casos siguientes:

- (1) Todos los contactos que no sean del tipo de seguridad, de 120 volts, 1 fase, de 15 y 20 amperes usados para el ensamble y desensamble o que sean de fácil acceso para el público general.
- (2) El equipo de fácil acceso para el público general y alimentado por un circuito derivado de 120 volts, 1 fase y de 15 o 20 amperes.

Se permitirá que el interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI) sea una parte integral de la clavija de conexión o esté localizado en el cordón de alimentación, a una distancia no mayor de 30 centímetros de la clavija de conexión. Se permitirán juegos de cordones que incorporen protección del personal mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra.

b) Cuando no se exige protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra (GFCI). Los contactos que no son accesibles desde el nivel del piso y que solamente faciliten la desconexión y reconexión rápidas del equipo eléctrico no se exigirá que tengan protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra. Estos contactos deben ser del tipo de seguridad.

c) Cuando no se permite protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra (GFCI). La iluminación de las salidas de la feria no debe estar protegida con interruptores de circuito contra fallas a tierra.

d) Contactos alimentados con cordones o cables flexibles. Cuando la protección de interruptores de circuito contra fallas a tierra se proporciona por medio de contactos que integran esta protección y los conductores de los circuitos derivados son cordones o cables flexibles, dicha protección contra fallas a tierra debe ser aprobada, etiquetada e identificada para el uso portátil.

Parte D. Puesta a tierra y unión

525-30. Unión de los equipos. Se deben unir todos los siguientes equipos que estén conectados a la misma fuente de alimentación:

- (1) Canalizaciones metálicas y cables con cubierta metálica.
- (2) Envolventes metálicas de equipo eléctrico.
- (3) Estructuras metálicas y partes metálicas de las estructuras portátiles, remolques, camiones y tracto camiones, u otro equipo que contenga o sirva de apoyo a equipo eléctrico.

Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos del circuito que alimenta a los equipos de los numerales (1), (2) o (3), que probablemente energicen la parte o armazón metálicos, sirva como el medio de unión.

525-31. Puesta a tierra de los equipos. Todo equipo que requiera estar puesto a tierra debe ser conectado a un conductor de puesta a tierra, de tipo y tamaño reconocido en 250-118 e instalado de acuerdo con las Partes F y G del Artículo 250. El conductor de puesta a tierra de equipo debe estar unido al conductor puesto a tierra del sistema, en los medios de desconexión de la acometida, o en el caso de un sistema derivado separado tal como un generador, en el mismo generador o en el primer medio de desconexión principal alimentado por el generador. El conductor puesto a tierra del circuito no debe estar conectado al conductor de puesta a tierra de equipo en el lado carga de los medios de desconexión de la acometida o en el lado carga de los medios de desconexión del sistema derivado separado.

525-32. Aseguramiento de la continuidad del conductor de puesta a tierra del equipo. La continuidad del sistema del conductor de puesta a tierra de equipos se debe verificar cada vez que se conecte el equipo eléctrico portátil.

ARTÍCULO 530

ESTUDIOS DE CINE, TELEVISIÓN Y LUGARES SIMILARES

Parte A. Generalidades

530-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo se aplican a estudios de cine y televisión que utilicen ya sea cámaras de película o electrónicas, a excepción de lo indicado en 520-1, y estaciones de cambio, fábricas, laboratorios, escenarios o partes de un edificio donde se exponen, revelen, imprimen, corten, editen, reparen o almacenen películas o cintas de más de 22 milímetros de ancho.

NOTA: Para información adicional sobre los métodos de protección contra los riesgos que suponen las películas de nitrato de celulosa, véase el apéndice B.

530-2. Definiciones

Araña (bloque de empalme de cables). Dispositivo que contiene barras colectoras que están aisladas una de otra, con el propósito de empalmar o distribuir energía a cables portátiles y cordones que tienen terminales con conectores monopolares para barras colectoras.

Caja de conexiones mediante clavijas. Un dispositivo de corriente continua que consiste en uno o más contactos de 2 polos, 2 hilos, con contactos no polarizados ni puestos a tierra, diseñados para usarse en circuitos de corriente continua exclusivamente.

Caja de distribución de alimentación de corriente alterna (caja de conexiones mediante clavijas en corriente alterna, caja de distribución): Caja o centro de distribución de corriente alterna que contiene uno o más contactos polarizados y con polo a tierra y puede contener dispositivos de protección contra sobrecorriente.

Conector separable de 1 polo. Un dispositivo que es instalado al final de cables portátiles, flexibles y monoconductores que es utilizado para establecer la conexión o desconexión entre dos cables o un cable y un conector separable, de 1 polo y montado en tablero.

Efectos de escenario (efectos especiales). Una pieza eléctrica o electromecánica de equipo utilizada para simular un efecto visual o auditivo, tales como máquinas de viento, simuladores de rayos o destellos, proyectores de puesta de sol y similares.

Equipo portátil. Equipo diseñado para poder moverse de un lugar a otro.

Escenario (set). Un área específica constituida de escenografía temporal y utilería, diseñada y arreglada para una escena particular en una producción cinematográfica o de televisión.

Estudio de cine (set). Un edificio o grupo de edificios y otras estructuras diseñadas, construidas o permanentemente modificadas para ser utilizadas por la industria del entretenimiento con el propósito de producir películas o programas de televisión.

Estudio de televisión o escenario cinematográfico (Estudio de sonido). Edificio o parte de un edificio usualmente aislado del ruido exterior y de la luz natural, utilizado por la industria del entretenimiento con el propósito de producir películas, programas de televisión o comerciales.

Interruptor de seguridad. Un interruptor de seguridad montado en pared y que se puede operar externamente, el cual puede o no contener protección contra sobrecorriente, y que está diseñado para la conexión de cables y cordones portátiles.

Locación. Un lugar fuera del estudio de cine, donde se filma o se graba una parte de una producción (película).

Pedestal para lámpara (luz de trabajo). Un pedestal portátil que contiene una luminaria de propósito general o una portalámpara con guarda, con el propósito de proporcionar iluminación general en el estudio o escenario.

Tablero de exteriores. Equipo portátil que contiene uno o más contactores con protección contra sobrecorriente, diseñado para el control remoto del alumbrado del escenario.

Utilería de escenario. Artículo u objeto utilizado como un elemento visual en una producción de cine o televisión, a excepción de escenografías pintadas y vestuario.

530-6. Equipo portátil. Se permite utilizar provisionalmente, en exteriores, un escenario portátil y equipo de alumbrado de estudio y el equipo portátil de distribución de energía eléctrica, si el equipo provisto es supervisado por personal calificado mientras está energizado y que esté separado del público en general mediante barreras.

Parte B. Escenario (set)

530-11. Alambrado permanente. El alambrado permanente debe ser con cables de los tipos MC o AC que tengan un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122, cable del tipo MI o en canalizaciones aprobadas.

Excepción: Se permite que los circuitos de comunicación; circuitos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio; circuitos de control remoto o de señalización Clase 1, Clase 2 y Clase 3, y circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada, sean alambrados de acuerdo con lo indicado en los Artículos 640, 725, 760 y 800.

530-12. Alambrado portátil.

a) Alambrado para el escenario. El alambrado para la iluminación del escenario, y otros alambrados de suministro, no fijos a las locaciones, debe estar hecho con cables y cordones flexibles de uso rudo aprobados. Cuando esté expuesto a daño físico, este alambrado debe ser con cordones y cables flexibles para uso extra rudo aprobados. Se permiten empalmes y derivaciones si la carga total conectada no excede la ampacidad máxima del cable o cordón.

b) Efectos de escenario y equipo eléctrico utilizado como utilería del escenario. Se permite que el alambrado para los efectos de escenario y equipo eléctrico utilizado como utilería del escenario, sea hecho con cordones o cables flexibles monoconductores o multiconductores aprobados, si los conductores están protegidos contra daño físico y asegurados al escenario mediante amarres de cables o grapas aisladas. Se permiten empalmes o derivaciones cuando estén hechos con dispositivos aprobados y los circuitos estén protegidos a no más de 20 amperes.

c) Otros equipos eléctricos. Se permiten los cordones y cables diferentes de los de uso extra rudo, cuando se suministran como una parte de un conjunto aprobado.

530-13. Control del alumbrado y de los efectos del escenario. Los interruptores utilizados para el alumbrado del escenario y efectos en el escenario (en el escenario y en locaciones) deben ser operables desde el exterior. Cuando se utilicen contactores como medio de desconexión para fusibles, debe instalarse un interruptor individual operable desde el exterior, con valor nominal adecuado, para el control de cada contactor y debe estar ubicado a una distancia no mayor que 1.80 metros de dicho contactor, además de los interruptores de control remoto. Se permite utilizar un solo interruptor operable desde el exterior para desconectar simultáneamente todos los contactores en cualquier tablero de exteriores, cuando se localice a una distancia no mayor que 1.80 metros de dicho tablero.

(Continúa en la Séptima Sección)

(Viene de la Sexta Sección)

530-14. Cajas de conexiones mediante clavijas. Cada contacto de las cajas de contactos de corriente continua debe tener un valor nominal no menor que 30 amperes.

530-15. Envoltorio y resguardo de las partes vivas

a) Partes vivas. Las partes vivas deben estar encerradas o resguardadas para prevenir cualquier contacto accidental con personas y objetos.

b) Interruptores. Todos los interruptores deben ser operables desde el exterior.

c) Reóstatos. Los reóstatos deben colocarse en gabinetes o cajas que encierren todas las partes vivas, teniendo expuestas solamente las manijas de operación.

d) Partes portadoras de corriente. Las partes portadoras de corriente de interruptores de seguridad, tablero de exteriores, arañas y cajas de conexiones mediante clavijas deben estar encerradas, resguardadas, o localizadas de forma tal que las personas no puedan accidentalmente entrar en contacto con ellas o poner materiales conductores que entren en contacto con dichas partes.

530-16. Lámparas portátiles. Las lámparas portátiles y luces de trabajo deben estar equipadas con cordones flexibles, portalámparas de porcelana con pantalla metálica y protectores sólidos.

Excepción: Las lámparas portátiles utilizadas como utilería en un escenario de cine o televisión, o en un estudio o en locaciones, no deben considerarse como lámparas portátiles para el propósito de esta sección.

530-17. Lámparas de arco portátiles

a) Lámparas de arco de carbón portátiles. Las lámparas de arco de carbón portátiles deben ser de construcción sólida. El arco debe producirse en una envoltorio diseñada para evitar la salida de chispas y carbones, y para impedir que personas o materiales entren en contacto con el arco o con partes vivas desnudas. Las envoltorios deben estar ventiladas y todos los desconectores deben ser operables desde el exterior.

b) Lámparas por arco eléctrico de material diferente del carbón, portátiles. Las lámparas de arco, de material diferente del carbón, incluidas las lámparas de arco eléctrico encerradas y sus balastos asociados, deben estar aprobadas. Los juegos de cordones y cables de conexión deben ser tipo uso extra rudo aprobados.

530-18. Protección contra sobrecorriente - Generalidades. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente automáticos (interruptores automáticos o fusibles) para la iluminación de un escenario de un estudio cinematográfico y sus respectivos cables de alimentación deben cumplir con (a) hasta (g) siguientes. La ampacidad máxima permitida en un conductor, cable o cordón de un tamaño dado debe ser la indicada en las tablas aplicables de los Artículos 310 y 400.

a) Cables en el escenario. Los cables para la iluminación del escenario deben protegerse con dispositivos contra sobrecorriente ajustados a no más de 400 por ciento de la ampacidad indicada en las tablas aplicables de los Artículos 310 y 400.

b) Alimentadores. En edificaciones utilizadas fundamentalmente para producción cinematográfica, los alimentadores desde las subestaciones a los escenarios deben protegerse con dispositivos contra sobrecorriente (generalmente localizados en la subestación) que tengan una capacidad de conducción adecuada. Se permite que los dispositivos contra sobrecorriente puedan ser multipolares o monopolares de operación en grupo. No se requiere un polo en el conductor neutro. El ajuste del dispositivo contra sobrecorriente para cada alimentador no debe exceder 400 por ciento de la ampacidad del alimentador, como se indica en las tablas aplicables del Artículo 310.

c) Protección de los cables. Los cables se deben proteger con pasacables cuando pasen a través de envoltorios y se deben disponer de manera que la tensión mecánica del cable no se transmita a las conexiones. Cuando los conductores de alimentación pasen a través de metal, se deben aplicar los requisitos de la Sección 300-20.

Se permite que los cables de un alimentador portátil penetren provisionalmente muros, pisos o plafones clasificados como resistentes al fuego, siempre y cuando:

- (1) La abertura sea de un material no combustible.
- (2) Cuando esté en uso, la abertura esté cerrada con un sello provisional de un material certificado como resistente al fuego;
- (3) Cuando no esté en uso, la abertura esté tapada con un material con capacidad de resistencia al fuego equivalente.

d) Tableros de exteriores. Se debe proporcionar protección contra sobrecorriente (fusibles o interruptores automáticos) en los tableros de exteriores. Los fusibles en los tableros de exteriores deben tener una

capacidad no mayor que 400 por ciento de la ampacidad de los cables entre los tableros de exteriores y las cajas de conexiones mediante clavijas.

e) Cajas de conexiones mediante clavijas. Los cables y cordones alimentados a través de las cajas de conexiones mediante clavijas deben ser de cobre. Los cables y cordones de tamaños menores a 8.37 mm² (8 AWG) deben sujetarse a la caja de conexiones mediante una clavija que contenga dos cartuchos fusibles o un interruptor automático de 2 polos. La capacidad de los fusibles o el ajuste del interruptor automático no debe ser mayor que 400 por ciento de la ampacidad de los cables o cordones indicada en las tablas aplicables de los Artículos 310 y 400. Las cajas de conexiones mediante clavijas no se permiten en sistemas de corriente alterna.

f) Cajas de distribución de alimentación de corriente alterna. Las cajas de distribución de alimentación de corriente alterna utilizadas en los estudios de sonido y en tomas exteriores deben tener contactos del tipo polarizado y de puesta a tierra.

g) Alumbrado. Las conexiones de las luces de trabajo, lámparas de pedestal y luminarias de 1000 watts o menos, conectadas a cajas de conexiones mediante clavijas de corriente continua se deben hacer mediante clavijas con dos fusibles de cartucho no mayores de 20 amperes, o pueden conectarse a salidas especiales en circuitos protegidos por fusibles o interruptores automáticos de valor nominal no mayor que 20 amperes. Los fusibles de tapón no se deben usar a menos que estén en el lado carga del fusible o del interruptor automático en el tablero de exteriores.

530-19. Dimensionamiento de los conductores de alimentadores para estudios de televisión

a) Generalidades. Se permite aplicar los factores de demanda incluidos en la Tabla 530-19(a) a la parte de la máxima carga posible conectada para el alumbrado del estudio o del escenario, para todos los alimentadores permanentemente instalados entre las subestaciones y los escenarios, y todos los alimentadores permanentemente instalados entre el tablero de distribución del escenario y los centros de carga del escenario o de los tableros de exteriores.

Tabla 530-19(a).- Factores de demanda para el alumbrado del escenario

Parte de la carga de alumbrado del escenario a la cual se le aplica el factor de demanda (voltamperes)	Factor de demanda del alimentador %
Primeros 50 000 o menos	100
De 50 001 a 100 000	75
De 100 001 a 200 000	60
Excedente a 200 000	50

b) Alimentadores portátiles. Se permite aplicar un factor de demanda de 50 por ciento de la máxima carga posible conectada a todos los alimentadores portátiles.

530-20. Puesta a tierra. Los cables tipo MC o MC-HL, tipo MI y el tipo AC que tiene un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipo, las canalizaciones metálicas y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los aparatos, dispositivos y equipo, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos. Esto no se aplica a lámparas colgantes y portátiles, ni al alumbrado y equipo de sonido portátil del escenario, ni a cualquier otro equipo de escenario portátil o especial que opere a no más de 150 volts a tierra en corriente continua.

530-21. Clavijas y contactos

a) Capacidad. Debe indicarse la capacidad de las clavijas y de los contactos incluyendo los conectores de cordón y dispositivos con reborde o pestaña, en amperes. La tensión nominal de las clavijas y de los contactos no debe ser menor que la tensión del circuito. La corriente nominal de las clavijas y de los contactos para circuitos de corriente alterna, no debe ser menor que la corriente nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador o del circuito derivado. No debe aplicarse la Tabla 210-21(b)(2).

b) Intercambiabilidad. Se permite que las clavijas y contactos utilizados en equipo profesional portátil cinematográfico o de televisión, sean intercambiables para utilizarse en corriente alterna o corriente continua siempre y cuando estén aprobados para utilizarse en ambos tipos de corriente y sean marcados de manera adecuada para identificar el sistema al cual están conectados.

530-22. Conectores separables de un polo

a) Generalidades. Cuando se utilicen conectores para cables portátiles de un polo de corriente alterna deben estar aprobados y ser del tipo con seguro. Las Secciones 400-14, 406-7 y 406-8 no se deben aplicar a conexiones separables de un polo, ni a conjuntos de cables de un solo conductor que utilizan conectores separables de un polo aprobados. Cuando se suministren ensambles en paralelo de conectores separables de un polo portadores de corriente, como dispositivos de entrada, deben rotularse en forma claramente visible con una indicación precautoria indicando la presencia de conexiones paralelas internas. El uso de los conectores separables de un polo debe cumplir cuando menos con una de las siguientes condiciones:

- (1) La conexión y desconexión de los conectores sólo es posible cuando los conectores de alimentación estén bloqueados con la fuente de alimentación y no es posible conectarlos o desconectarlos cuando la alimentación esté energizada.
- (2) Los conectores de línea deben ser del tipo bloqueo secuencial aprobado, de tal manera que la carga sea conectada en la siguiente secuencia:
 - a. Conexión del conductor de puesta a tierra de equipo.
 - b. Conexión del conductor del circuito puesto a tierra, si existe.
 - c. Conexión del conductor no puesto a tierra y la desconexión debe ser en orden inverso.
- (3) Se debe colocar una nota de advertencia al lado de los conectores de línea indicando que la conexión de clavijas debe seguir el siguiente orden:
 - a. Conectores del conductor de puesta a tierra de equipo.
 - b. Conectores del conductor puesto a tierra, si existe.
 - c. Conectores del conductor no puesto a tierra y la desconexión debe ser en orden inverso.

Los anuncios o etiquetas de advertencia deben cumplir con lo establecido en la sección 110-21(b)

b) Intercambiabilidad. Se permite que los conectores monopolares separables de un polo utilizados en equipo profesional portátil cinematográfico o de televisión, sean intercambiables para utilizarse en corriente alterna o corriente continua, o para diferentes capacidades de corriente, siempre y cuando estén aprobados para utilizarse en ambos tipos de corriente y sean marcados de manera adecuada para identificar el sistema al cual están conectados.

530-23. Circuitos derivados. Se permite que un circuito derivado de cualquier capacidad que alimente a uno o más contactos, alimente cargas de alumbrado del escenario.

No se requerirá la aplicación del 210-8(b)(a)(4)

Parte C. Camerinos

530-31. Camerinos. El alambrado fijo en los camerinos se debe instalar de acuerdo con los métodos de alambrado cubiertos en el Capítulo 3. El alambrado de camerinos portátiles debe estar aprobado.

Parte D. Mesas de ver, cortar y montar

530-41. Lámparas en las mesas. En las mesas de ver, cortar y montar se deben usar únicamente portalámparas de materiales compuestos o recubiertos de metal, sin apagador, de cubierta metálica o porcelana, equipadas con medios adecuados para proteger a las lámparas contra daño físico y del contacto con las películas y desechos de películas.

Parte E. Cámaras de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa

530-51. Lámparas en las cámaras para almacenamiento de películas de nitrato de celulosa. Las lámparas en cámaras de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa deben instalarse en luminarias rígidas del tipo encerradas en vidrio y con empaques. Las lámparas deben controlarse mediante un interruptor que tenga un polo en cada conductor de fase. Este interruptor debe localizarse fuera de la cámara, y estar provisto con una luz piloto que indique si el interruptor está cerrado o abierto. Este interruptor debe desconectar de todas las fuentes de alimentación, a todos los conductores de fase que terminen en cualquier salida en el interior de la cámara.

530-52. Equipo eléctrico en las cámaras para almacenamiento de películas de nitrato de celulosa. Ningún contacto, salida, calentadores, luces portátiles o cualquier otro equipo portátil, debe estar ubicado en el interior de las cámaras de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa, excepto lo que se permite en 530-31. Se permite el uso de motores eléctricos si están aprobados para la aplicación y cumplen con el Artículo 500, Clase I, División 2.

Parte F. Subestaciones

530-61. Subestaciones. El alambrado y equipo de más de 1000 volts nominales deben cumplir con el Artículo 490.

530-62. Subestaciones portátiles. El alambrado y equipos de subestaciones portátiles deben cumplir lo establecido en las secciones que aplican a instalaciones en subestaciones fijas permanentes, pero, debido al menor espacio disponible, se permite reducir el espacio de trabajo, siempre que los equipos estén instalados de modo que los operarios puedan trabajar con seguridad y que cualquier persona que esté en la cercanía no pueda entrar en contacto accidental con partes portadoras de corriente ni poner objetos conductores en contacto con dichas partes mientras están energizadas.

530-63. Protección contra sobrecorriente de generadores de corriente continua. Los generadores de 3 hilos deben tener protección contra sobrecorriente de acuerdo con la Sección 445-12(e).

530-64. Tableros de distribución de corriente continua

a) Generalidades. No se requiere que los tableros de distribución de máximo 250 volts de corriente continua entre conductores, sean de frente muerto, cuando están localizados en subestaciones o cuartos de tableros de distribución accesibles solamente a personas calificadas.

b) Bastidor de los interruptores. No se requiere que los bastidores de los interruptores automáticos de corriente continua instalados en tableros de distribución estén conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos.

ARTÍCULO 540

CABINAS DE PROYECCIÓN DE CINE

Parte A. Generalidades

540-1. Alcance. Los requerimientos de este Artículo se aplican a las cabinas de proyección de cine, a los proyectores de cine y al equipo asociado del tipo profesional y no profesional que utilicen como fuentes de luz lámparas incandescentes, de arco de carbón, de xenón, o de cualquier otro equipo de fuente luminosa que pueda producir gases, polvos o radiaciones peligrosas.

540-2. Definiciones

Proyector no profesional. Los proyectores no profesionales son aquellos tipos de proyectores que no cumplen con la definición de *Proyector tipo profesional*.

Proyector tipo profesional. Tipo de proyector que utiliza película de 35 milímetros o 70 milímetros con un ancho mínimo de 35 milímetros, y tiene en cada borde 212 perforaciones por metro, o el que usa fuentes luminosas de arco de carbón, xenón u otro equipo de fuente luminosa que genere gases, polvos o radiaciones peligrosas.

Parte B. Equipo y proyectores tipo profesional

540-10. Cabina de proyección cinematográfica requerida. Todo proyector tipo profesional debe estar ubicado dentro de una cabina de proyección. Cada cabina de proyección debe ser de construcción permanente, aprobada para el tipo de edificio en que estén ubicadas. Todas las aberturas de proyección, las de reflectores, de observación, y cualquier otra abertura similar, deben estar provistas con vidrio u otro material aprobado que cierre completamente la abertura. Tales cabinas no deben ser consideradas áreas peligrosas (clasificadas) como se define en el Artículo 500.

540-11. Localización de equipo eléctrico asociado

a) Grupos Motogeneradores, transformadores, rectificadores, reóstatos y equipo similar.

Los grupos motogeneradores, transformadores, rectificadores, reóstatos y equipos similares para alimentación o control de la corriente del equipo de proyección o reflectores, deben estar ubicados, cuando se usa película de nitrato, en un cuarto separado. Cuando estén instalados en la cabina de proyección, deben estar ubicados o protegidos de modo que los arcos o chispas no puedan entrar en contacto con la película. Los extremos del conmutador o los extremos de los grupos motogeneradores deben cumplir con una de las condiciones de (1) a (6) siguientes:

1) Tipos. Deben ser de tipo totalmente cerrado, de tipo cerrado con enfriamiento por ventilador, o de tipo cerrado con ventilación por ducto.

2) Cuartos o envolventes separadas. Deben estar encerrados en cuartos o envolventes separadas fabricados con un material no combustible, contruidos de manera que se expulsen las pelusas o las partículas transportadas en el aire, y que estén ventilados apropiadamente desde una fuente de aire limpio.

3) Tapas metálicas sólidas. Deben tener la escobilla o extremo del contacto deslizante del motogenerador, encerrados con cubiertas metálicas sólidas.

4) Envolventes metálicas herméticas. Deben tener las escobillas o contactos deslizantes encerrados en cajas metálicas herméticas y rígidas.

5) Semienvolventes superior e inferior. Deben tener la mitad superior de la escobilla o extremo del contacto deslizante del motogenerador, encerrada en una malla de alambre o metal perforado, y la mitad inferior encerrada mediante cubiertas metálicas sólidas.

6) Mallas de alambre o metal perforado. Deben tener mallas de alambre o metal perforado colocadas en el conmutador en los extremos de la escobilla. Ninguna dimensión de cualquier abertura en la malla de alambre o metal perforado debe exceder de 1.25 milímetros, independientemente de la forma de la abertura y del material utilizado.

b) Interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente u otros equipos. No se deben instalar en las cabinas de proyección interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, u otros equipos que no sean necesarios normalmente para el funcionamiento de los proyectores cinematográficos, equipos de audio, lámparas de alta intensidad u otros efectos especiales ni otros equipos.

Excepción 1: En las cabinas de proyección aprobadas para uso únicamente de películas de acetato de celulosa (de seguridad), se permite la instalación de equipo eléctrico auxiliar usado en conjunto con la operación del equipo de proyección y el control de luces, telones, equipo de audio y equipo similar. En las cabinas de proyección se debe colocar en el exterior de la puerta de la cabina y dentro de la misma en un lugar claro y visible un letrero con la leyenda: **"Sólo se permite en esta cabina película de seguridad"**.

Excepción 2: Se permitirá que los Interruptores de control remoto de las luces del auditorio, o los interruptores para el control de los motores que operan el telón o cubiertas de la pantalla de proyección se instalen en la cabina de proyección.

c) Sistemas de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con el Artículo 700,

540-12. Espacio de trabajo. Cada proyector, luz de alta intensidad, reflector o equipo similar, debe tener un espacio libre de trabajo no menor que 75 centímetros a cada lado y por detrás de dichos equipos.

Excepción: Se permite un espacio igual entre dos piezas adyacentes de equipo.

540-13. Tamaño del conductor. Los conductores que alimenten salidas para proyectores de arco y de xenón del tipo profesional no deben ser de tamaño inferior al 8.37 mm² (8 AWG), y deben tener una ampacidad no inferior a la corriente nominal del proyector empleado. Los conductores para proyectores del tipo incandescente deben ajustarse a los requerimientos de alambrado indicados en 210-24.

540-14. Conductores para lámparas y equipos que se calientan. Se deben usar conductores aislados con una capacidad de temperatura de operación no menor que 200 °C, en todas las lámparas u otros equipos donde la temperatura ambiente en los conductores instalados exceda de 50°C.

540-15. Cordones flexibles. En equipos portátiles se deben usar cordones aprobados para uso rudo como se indica en la Tabla 400-4.

540-20. Requisitos de aprobación. Los proyectores y envolventes para lámparas de arco, de xenón o incandescentes, así como los rectificadores, transformadores, reóstatos y equipos similares, deben estar aprobados.

540-21. Marcado. Los proyectores y otros equipos deben estar marcados con el nombre del fabricante o marca comercial, y con la tensión y la corriente para las cuales están diseñados de acuerdo con lo indicado en 110-21.

Parte C. Proyectores no profesionales

540-31. Proyectores que no necesitan cabina de proyección. Los proyectores del tipo no profesional o miniatura, cuando empleen película de acetato de celulosa (de seguridad), pueden operar sin una cabina de proyección.

540-32. Requisitos de aprobación. Los equipos de proyección deben estar aprobados.

Parte D. Equipos para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio

540-50. Equipos para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio. El equipo para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio debe instalarse como se especifica en el Artículo 640.

ARTÍCULO 545**EDIFICIOS PREFABRICADOS**

545-1. Alcance. Este Artículo establece los requisitos para los edificios prefabricados y los componentes de edificios que se definen más adelante.

545-2. Definiciones

Componente de un edificio: Cualquier subsistema, subconjunto u otro sistema diseñado para usarse dentro, integrarse o formar parte de una estructura, la cual puede incluir sistemas estructurales, mecánicos, de fontanería, eléctricos, de protección contra incendios y contra otros agentes que afecten la salud y la seguridad.

Construcción cerrada: Cualquier edificio, componente de un edificio, conjunto, o sistema prefabricado de modo que ninguna de las partes ocultas del proceso de fabricación se pueda inspeccionar después de su instalación en el sitio de la obra, sin desarmar, dañar o destruir.

Edificio prefabricado: Cualquier edificio de construcción cerrada hecha o ensamblado en fábrica, o en un lugar distinto a donde vaya a estar instalada, o para ensamble e instalación en el sitio previsto para el edificio, y que no sea una casa prefabricada, vivienda móvil, remolque ni vehículo de recreo.

Sistemas de un edificio: El conjunto de planos, especificaciones y documentos de un sistema de edificios prefabricados o para un tipo o sistema de componentes de un edificio, el cual pueda incluir sistemas estructurales, eléctricos, mecánicos, de fontanería, de protección contra incendios y contra otros agentes que afecten la salud y la seguridad, y que incluyan las variaciones que estén específicamente permitidas por los reglamentos de construcción, en los cuales las variaciones se presenten como parte del sistema del edificio o como modificaciones del mismo.

545-4. Métodos de alambrado

a) Métodos permitidos. Todos los métodos de alambrado y canalización incluidos en esta NOM y cualquier otro sistema de alambrado específicamente destinado para su uso en inmuebles prefabricados se permiten con accesorios aprobados e identificados para inmuebles prefabricados.

b) Fijación de cables. En construcción cerrada, sólo se permite fijar los cables en gabinetes, cajas o accesorios cuando se usen conductores de tamaño nominal 5.26 mm^2 (10 AWG) o menor y estén protegidos contra daño físico.

545-5. Conductores de acometida. Debe haber medios para llevar la alimentación de los conductores de entrada de la acometida, los conductores de acometida subterránea lateral, del alimentador o circuito derivado hasta los conductores de los medios de desconexión de la acometida o del edificio.

545-6. Instalación de los conductores de acometida. Los conductores de la acometida se deben instalar después erigir el ensamble en su sitio.

Excepción: Cuando se conoce el punto de fijación antes de la fabricación.

545-7. Ubicación del equipo de acometida. El equipo de acometida debe estar instalado de acuerdo con lo indicado en 230-70.

545-8. Protección de conductores y equipos. Se debe proporcionar la protección para conductores y equipo expuestos durante los procesos de fabricación, embalaje, transporte y ensamble de la obra en el sitio.

545-9. Cajas

a) Otras dimensiones. Se permite el uso de cajas de dimensiones diferentes a aquellas requeridas en la Tabla 314-16(a), cuando estén probadas, identificadas y aprobadas.

b) De no más de 1650 cm^3 . Cualquier caja de no más de 1650 cm^3 , diseñada para instalarse en construcción cerrada, debe fijarse con anclajes o abrazaderas para que la instalación sea rígida y segura.

545-10. Contactos o interruptores con envoltente integral. Se permite instalar contactos o interruptores con envoltente y sus medios de montaje integrales, cuando estén identificados y aprobados.

545-11. Unión y puesta a tierra. Los tableros prealambrados y los componentes de un edificio deben tener medios para la unión y puesta a tierra de todas las partes metálicas expuestas que puedan ser energizadas, de acuerdo con el Artículo 250, Partes E, F y G.

545-12. Conductor del electrodo de puesta a tierra. Se deben hacer las provisiones necesarias para el paso del conductor del electrodo de puesta a tierra, desde el equipo de acometida, alimentador o circuito derivado hasta el punto de unión con el electrodo de puesta a tierra.

545-13. Interconexión de los componentes. Se permite el uso de accesorios y conectores que se destinen a quedar ocultos en el momento del ensamble en la obra, cuando estén aprobados, para la conexión de módulos u otros componentes del inmueble. Tales accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto al aislamiento, elevación de temperatura, y corrientes de falla, y deben ser capaces de soportar las vibraciones y movimientos leves que ocurren en los componentes del edificio prefabricado.

ARTÍCULO 547

CONSTRUCCIONES AGRÍCOLAS

547-1. Alcance. Este Artículo se aplica a los edificios agrícolas o partes de ellos o áreas adyacentes de naturaleza similar o parecida, según se especifica en (a) o (b) siguientes:

a) Polvo excesivo y polvo con agua. Los edificios agrícolas en los que se pueda acumular polvo excesivo o polvo con agua, incluyendo todas las áreas de las aves de corral, ganado y sistemas de cría de peces, donde pueda acumularse polvo esparcido o polvo de alimento, incluyendo partículas de alimentos minerales.

b) Atmósfera corrosiva. Los edificios agrícolas donde existan atmósferas corrosivas. Estas construcciones incluyen áreas en las que:

- (1) El excremento de las aves de corral y animales puede causar vapores corrosivos.
- (2) Las partículas corrosivas pueden combinarse con agua;
- (3) El área sea húmeda y mojada por razones de lavado periódico para limpieza y saneamiento con agua y agentes limpiadores.
- (4) Existen condiciones similares.

547-2. Definiciones

Dispositivo de seccionamiento en el lugar. Medio de seccionamiento instalado en el punto de distribución con fines de seccionamiento, mantenimiento del sistema, desconexión de emergencia o conexión opcional de sistemas de reserva

Plano equipotencial. Área donde una malla metálica u otros elementos conductores están embebidos o colocados bajo concreto, unidos a todas las estructuras metálicas y equipos no eléctricos fijos que se pueden energizar, y están conectados al sistema de puesta a tierra eléctrico, para minimizar diferencias de potencial dentro de este plano considerando los equipos puestos a tierra y el terreno mismo.

Punto de distribución. Punto de alimentación eléctrica desde el cual se alimentan acometidas aéreas, entradas de acometida, alimentadores o circuitos derivados que van a los edificios o estructuras utilizadas bajo una sola administración.

NOTA 1: Los puntos de distribución también se conocen como poste del patio central, poste del medidor o punto de distribución común.

NOTA 2: El punto de acometida, como se define en el Artículo 100 es, por lo general, el punto de distribución.

547-3. Otros Artículos. Para construcciones agrícolas que no tengan las condiciones indicadas en 547-1, las instalaciones eléctricas deben ejecutarse de acuerdo con los Artículos aplicables de esta NOM.

547-4. Temperatura superficial. Los equipos o artefactos eléctricos instalados de acuerdo con las disposiciones de este Artículo se deben instalar de modo que funcionen correctamente a plena carga sin que su temperatura superficial exceda la temperatura de operación normal del equipo o artefacto.

547-5. Métodos de alambrado

a) Sistemas de alambrado. Se emplearán los métodos de alambrado basados en cables tipo UF, NMC, SE de cobre cable tipo MC o MC-HL con cubierta, tubo conduit de policloruro de vinilo, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, u otros cables o canalizaciones adecuadas para el lugar, con accesorios terminales aprobados. Se permitirá utilizar los métodos de alambrado del Artículo 502, Parte B para las áreas descritas en 547-1(a).

NOTA: Véanse 300-7, 352-44 y 355-44 para la instalación de sistemas de canalización expuestos a grandes variaciones de temperatura.

b) Montaje. Todos los cables se deben fijar a una distancia no mayor que 20 centímetros de cada gabinete, caja o accesorio. Para los edificios cubiertos por este Artículo no se requiere del espacio de aire de 6 milímetros para cajas, tubo conduit y accesorios no metálicos según la Sección 300-6(d).

c) Envolventes de equipos, cajas, cajas de paso y accesorios

1) Polvo excesivo. Las envolventes de equipos, cajas, cajas de paso y accesorios instalados en áreas de edificios donde pueda existir polvo excesivo, deben estar diseñados para reducir al mínimo la entrada de polvo y no deben tener aberturas (tales como los huecos para la fijación de tornillos) a través de los cuales el polvo pudiera entrar a la envolvente.

2) Lugares húmedos o mojados. En lugares húmedos o mojados, las envolventes de los equipos, cajas, cajas de paso y accesorios se deben ubicar o equipar de manera que se prevenga la entrada o acumulación de humedad dentro de la envolvente, caja, cajas de paso o accesorio. En lugares mojados, incluso los lugares normalmente secos o húmedos en donde las superficies se lavan o rocían periódicamente con agua, las cajas, cajas de paso y accesorios deben estar aprobados para uso en lugares mojados y las envolventes de equipos deben ser a prueba de intemperie.

3) Atmósfera corrosiva. Cuando puedan estar presentes polvo húmedo, humedad excesiva, gases o vapores corrosivos u otras condiciones corrosivas, las envolventes de los equipos, cajas, cajas de paso y accesorios deben tener propiedades de resistencia a la corrosión adecuadas para esas condiciones.

NOTA 1: Ver la Tabla 110-28 con respecto a las designaciones adecuadas del tipo de envolvente.

NOTA 2: Los materiales de aluminio y ferrosos magnéticos pueden corroerse en ambientes agrícolas.

d) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, se deben usar conectores flexibles, conectores flexibles herméticos al polvo, tubo conduit flexible hermético a líquidos, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o cordones flexibles aprobados e identificados para uso rudo. Todos los conectores y accesorios utilizados deben estar aprobados.

e) Protección física. Todo el alambrado y equipo eléctrico expuesto a daño físico se debe proteger.

f) Conductor de puesta a tierra de equipo separado. Cuando se instala un conductor de puesta a tierra de equipos subterráneo, dentro de un lugar que esté dentro del alcance del Artículo 547, éste debe ser un conductor de cobre. Si el conductor de puesta a tierra de equipos se instala subterráneo, debe ser aislado o recubierto.

g) Contactos. Todos los contactos de 125 volts monofásicos, de 15 y 20 amperes para propósito general, instalados en los lugares enumerados de (1) hasta (4) deben tener protección con interruptor de circuito por falla a tierra:

- (1) Áreas que tienen un plano equipotencial.
- (2) Exteriores
- (3) Lugares húmedos o mojados
- (4) Áreas de confinamiento de estiércol del ganado

547-6. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores y fusibles. Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores y fusibles, incluyendo estaciones de botones, relevadores y dispositivos similares deben estar provistos de envolventes como se especifica en 547-5(c).

547-7. Motores. Los motores y otras máquinas eléctricas rotatorias deben estar totalmente cerrados o diseñados de manera que se reduzca al mínimo la entrada de polvo, humedad o partículas corrosivas.

547-8. Luminarias. Las luminarias deben cumplir con (a) hasta (c) siguientes:

a) Reducir la entrada de polvo. Las luminarias deben estar instaladas para minimizar la entrada de polvo, materias extrañas, humedad y material corrosivo.

b) Expuestas a daño físico. Cualquier luminaria que pueda estar expuesta a daño físico debe estar protegida por una protección adecuada.

c) Expuestas al agua. Una luminaria que pueda estar expuesta al agua proveniente de la condensación del agua o de la solución utilizada en el aseo de los edificios, debe ser aprobada como adecuada para uso en lugares húmedos.

547-9. Alimentación eléctrica a edificios o estructuras desde el punto de distribución. Se permitirá que un punto de distribución alimente a cualquier edificio o estructura ubicado en el mismo inmueble. La alimentación eléctrica aérea debe cumplir con (a) y (b), o con (c). La alimentación eléctrica subterránea debe cumplir con (c).

a) Dispositivo de seccionamiento en el lugar. Este tipo de dispositivos deben cumplir con (1) hasta (10) siguientes:

1) Cuando se exija. Se debe instalar un dispositivo de seccionamiento en el lugar en el punto de distribución cuando dos o más edificios o estructuras agrícolas se alimenten del punto de distribución.

2) Ubicación. El dispositivo de seccionamiento en el lugar debe ser de montaje en poste y con una altura no menor a la requerida por 230-24 para los conductores que alimenta.

3) Operación. El dispositivo de seccionamiento en el lugar debe desconectar simultáneamente todos los conductores de la acometida no puestos a tierra del alambrado del inmueble.

4) Disposiciones de unión. La envolvente del dispositivo de seccionamiento en el lugar se debe conectar al conductor puesto a tierra del circuito y al sistema del electrodo de puesta a tierra.

5) Puesta a tierra. En el dispositivo de seccionamiento en el lugar, el conductor puesto a tierra del sistema se debe conectar a un sistema de electrodo de puesta a tierra a través de un conductor del electrodo de puesta a tierra.

6) Valor nominal. El dispositivo de seccionamiento en el lugar debe tener capacidad para la carga calculada, como se determina en la Parte E del Artículo 220.

7) Protección contra sobrecorriente. No se exigirá que el dispositivo de seccionamiento en el lugar proporcione protección contra sobrecorriente.

8) Accesibilidad. El dispositivo de seccionamiento en el lugar debe ser capaz de ser operado remotamente mediante una manija de operación instalada en un lugar fácilmente accesible. Cuando la manija de operación del dispositivo de seccionamiento en el lugar esté en su posición más alta, no debe estar a más de 2.00 metros sobre el suelo o la plataforma de trabajo.

9) Dispositivos en serie. No se exigirá un dispositivo de seccionamiento en el lugar adicional para el sistema de alambrado del inmueble cuando un dispositivo de seccionamiento en el lugar que cumpla todos los requisitos aplicables de esta sección es suministrado por la empresa de servicios públicos como parte de sus requisitos de servicio.

10) Marcado. El dispositivo de seccionamiento en el lugar debe tener una marca permanente que lo identifique como un dispositivo de seccionamiento en el lugar. Esta marca se debe ubicar en la manija de operación o inmediatamente junto a ella.

b) Medio de desconexión de la acometida y protección contra sobrecorriente en los edificios o las estructuras. Cuando el medio de desconexión de la acometida y la protección contra sobrecorriente están localizados en los edificios o las estructuras, se deben aplicar los requisitos (1) hasta (3) siguientes:

1) Dimensionamiento del conductor. Los conductores de alimentación se deben dimensionar de acuerdo con la Parte E del Artículo 220.

2) Instalación del conductor. Los conductores de alimentación se deben instalar de acuerdo con los requisitos de la Parte B del Artículo 225.

3) Puesta a tierra y unión. Para cada edificio o estructura, la puesta a tierra y la unión de los conductores de alimentación deben cumplir con los requisitos de 250-32, y se deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) El conductor de puesta a tierra de equipos no es menor que el tamaño del conductor más grande de alimentación, si es del mismo material, o se ajusta su tamaño de acuerdo con el tamaño equivalente de las columnas de la Tabla 250-122, si es de material diferente.

(2) El conductor de puesta a tierra de equipos está conectado al conductor del circuito puesto a tierra y el envolvente del dispositivo de seccionamiento en el lugar del punto de distribución.

c) Medio de desconexión de acometida y protección contra sobrecorriente en el punto de distribución. Cuando los medios de desconexión de la acometida y la protección contra sobrecorriente para cada juego de alimentadores o circuitos derivados estén ubicados en el punto de distribución, los alimentadores o circuitos derivados para edificios o estructuras deben cumplir los requisitos de 250-32 y del Artículo 225, Partes A y B.

NOTA: Los métodos para reducir las tensiones de neutro a tierra en instalaciones para ganado incluyen alimentar los edificios o estructuras con acometidas monofásicas de 4 hilos, dimensionar las acometidas monofásicas de 3 hilos y los conductores del alimentador para limitar la caída de tensión a 2 por ciento, y conectando las cargas de línea a línea.

d) Identificación. Cuando un sitio está alimentado por más de un punto de distribución, se debe instalar una placa o directorio en cada uno de estos puntos de distribución indicando la ubicación de cada uno de los otros puntos de distribución y los edificios o estructuras que cada uno de ellos alimenta.

547-10. Planos equipotenciales y unión de los planos equipotenciales. La instalación y unión de los planos equipotenciales deben cumplir con (a) y (b) siguientes. Para los propósitos de esta sección, el término ganado no debe incluir las aves de corral.

a) Donde se exija. Los planos equipotenciales se deben instalar donde así lo exijan (1) y (2).

1) En interiores. Los planos equipotenciales se deben instalar en áreas de confinamiento con pisos de concreto donde se ubica equipo metálico que se pueda energizar y es accesible al ganado.

2) En exteriores. Los planos equipotenciales se deben instalar en baldosas de concreto donde se ubica equipo metálico que se pueda energizar y es accesible al ganado.

El plano equipotencial debe abarcar el área donde permanece el ganado mientras tiene acceso al equipo metálico que se puede energizar.

b) Unión. Los planos equipotenciales deben estar conectados al sistema eléctrico de puesta a tierra. El conductor de unión debe ser de cobre sólido, aislado, recubierto o desnudo, y de un tamaño no inferior al 8.37 mm² (8 AWG). La unión a la malla de alambre o a los elementos conductores se debe hacer mediante conectores de presión o abrazaderas de bronce, cobre, aleación de cobre o un medio aprobado igualmente fuerte. No se exigirá que los pisos de rejillas que están sostenidos por estructuras que forman parte de un plano equipotencial estén unidos.

NOTA: Las bajas resistencias del sistema de electrodos de puesta a tierra pueden reducir las diferencias de potencial en las instalaciones para ganado.

ARTÍCULO 550

CASAS MÓVILES, CASAS PREFABRICADAS Y ESTACIONAMIENTOS DE CASAS MÓVILES

Parte A. Generalidades

550-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se refieren a los conductores y equipo eléctrico instalados dentro o sobre casas móviles y casas prefabricadas, a los conductores que las conectan al suministro de energía, y a la instalación del alambrado eléctrico, luminarias, equipo y accesorios relacionados con la instalación eléctrica dentro de un estacionamiento de casas móviles hasta los conductores de acometida, o cuando no exista, al equipo de acometida de la casa móvil.

550-2. Definiciones

Aparato fijo. Un aparato que está sujeto o asegurado por otros medios en un sitio determinado.

Aparato portátil. Un aparato que se mueve o que puede ser trasladado de un lugar a otro en uso normal.

NOTA: Para los propósitos de este Artículo, se consideran portátiles los siguientes aparatos, si no están fijos en la casa móvil y si se conectan por medio de cordón: refrigeradores, estufas o parrillas, lavadoras de ropa, lavavajillas sin equipo de secado y otros aparatos similares.

Área de lavandería. Área que contiene, o está diseñada para contener, lavaderos, lavadoras o secadoras de ropa.

Casa móvil. Una estructura o estructuras ensambladas en fábrica y transportadas en una o varias secciones, que se construyen sobre un chasis permanente y diseñada para ser utilizada como vivienda sin cimientos permanentes, cuando está conectada a los servicios necesarios y tiene instalaciones de plomería, calefacción, aire acondicionado y eléctricas.

Para el propósito de esta NOM y a menos que otra cosa se indique, el término "casa móvil" incluye también a las casas prefabricadas.

Casa prefabricada. Estructura, transportable en una o más secciones que, en el modo de desplazamiento tiene un ancho de 2.40 metros o más de ancho, o 12.20 metros o más de longitud o, cuando está montada en su lugar, tiene 29.7 m² o más y está construida sobre un chasis permanente y diseñada para ser usada como una vivienda, con o sin cimientos permanentes. Cuando esté o no conectada a la empresa de servicio público e incluya plomería, calefacción, aire acondicionado, e sistemas eléctricos contenidos en la misma. El término casa prefabricada incluye toda estructura que cumpla todos los requerimientos de este párrafo, excepto los requisitos de dimensiones y con respecto a la cual el fabricante, voluntariamente, llena una certificación exigida por la agencia de regulación, y excepto que ese término no incluye ningún vehículo recreativo autopropulsado. Los cálculos usados para determinar la cantidad de metros cuadrados de una estructura se basan en las dimensiones exteriores de la estructura, medidas en las proyecciones horizontales más grandes cuando está montada en el sitio. Estas dimensiones incluyen todos los cuartos expansibles, gabinetes y otras prolongaciones que tienen espacio interior, pero no incluyen ventanas salientes.

Para los propósitos de esta NOM y a menos que se indique algo diferente, el término casa móvil incluye las casas prefabricadas.

Conjunto de alimentación. Los conductores de alimentación aéreos o bajo el chasis, incluyendo el conductor de puesta a tierra, con los accesorios y equipos necesarios, o un cordón de alimentación aprobado para uso en casas móviles, diseñado para transportar energía desde la fuente de alimentación eléctrica al tablero de distribución colocado dentro de la casa móvil.

Edificio o estructura auxiliar para casas móviles. Cualquier toldo, cabaña, palapa, gabinete de almacenamiento, cobertizo para vehículos, cerca, pórtico o vestíbulo, establecidos para el uso de los ocupantes de la casa móvil en un lote para casas móviles.

Equipo de acometida para casas móviles. Equipo que contiene los medios de desconexión, dispositivos de protección contra sobrecorriente y los contactos u otros medios para conectar el ensamble del alimentador de una casa móvil.

Estacionamiento para casas móviles. Un terreno destinado a ubicar casas móviles que estén ocupadas.

Lote para casas móviles. Parte de un estacionamiento para casas móviles destinada a acomodar una casa móvil y sus construcciones o estructuras accesorias, para uso exclusivo de sus ocupantes.

Sistema de alambrado eléctrico del estacionamiento. Todo el alambrado, luminarias, equipos y accesorios eléctricos, relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de un estacionamiento para casas móviles, incluyendo el equipo de acometida de la casa móvil.

550-4. Requisitos generales

a) Casas móviles no destinadas para vivienda. Las casas móviles no destinadas para vivienda, como, por ejemplo, las equipadas únicamente como dormitorios, las oficinas de contratistas en la obra, los dormitorios en las obras de construcción, camerinos de estudios móviles, bancos, clínicas, tiendas móviles o las destinadas a la exhibición o exposición de mercancías o maquinarias, no requieren reunir los requisitos de este Artículo relativos al número y capacidad de los circuitos requeridos. Sin embargo, deben cumplir con todos los demás requisitos aplicables de este Artículo si están provistas de una instalación eléctrica destinada a estar energizada con un sistema de alimentación de corriente alterna de 120 volts o 120/240 volts, según el caso. Cuando se requiera una tensión diferente por cualquier diseño o disponibilidad del sistema de alimentación, se deben efectuar ajustes de acuerdo con otros Artículos y secciones para la tensión utilizada.

b) Instaladas en sitios diferentes de estacionamientos para casas móviles. Las casas móviles instaladas en sitios distintos a los estacionamientos destinados para casas móviles deben cumplir con las disposiciones de este Artículo.

c) Conexión del sistema de alambrado. Las disposiciones de este Artículo aplican a casas móviles destinadas a conectarse a un sistema de alambrado a 120/240 volts, de 3 hilos en corriente alterna con un conductor neutro puesto a tierra.

d) Aprobado. Todos los materiales eléctricos, dispositivos, aparatos, accesorios y otros equipos deben estar aprobados y estar conectados de manera apropiada cuando sean instalados.

Parte B. Casas móviles y prefabricadas

550-10. Fuente de alimentación

a) Alimentador. La fuente de alimentación para una casa móvil debe ser con un ensamble de alimentador consistente de no más de un cordón de alimentación aprobado para casas móviles de 50 amperes, con una clavija conectada firmemente o moldeada integralmente, o un alimentador instalado en forma permanente.

Excepción 1: Se permite que una casa móvil equipada en fábrica con calefacción central y aparatos de cocina con quemadores a gas o petróleo esté provista con un cordón de suministro de energía aprobado de 40 amperes de capacidad.

Excepción 2: Casas prefabricadas construidas de acuerdo con lo indicado en 550-32(b).

b) Cordón de alimentación. Si la casa móvil tiene un cordón de suministro de energía, debe estar permanentemente conectado al tablero de distribución o a una caja de empalme permanentemente conectada al tablero de distribución, con el extremo libre del cordón flexible terminado en la clavija de conexión.

Los cordones con adaptadores o terminales en espiral, extensiones, y similares no deben instalarse en las casas móviles, ni equiparlas con ellos.

Una abrazadera adecuada o su equivalente debe proporcionarse en el disco desprendible del tablero de distribución, para que la tensión mecánica transmitida por el cordón de alimentación no se transmita hasta las terminales cuando el cordón de alimentación se manipula de la manera prevista.

El cordón utilizado debe ser aprobado, con cuatro conductores uno de los cuales debe estar identificado con color verde continuo o verde con una o más franjas amarillas, para ser utilizado como conductor de puesta a tierra.

c) Clavija de conexión. La clavija de conexión debe ser de 3 polos 4 hilos, con conexión de puesta a tierra, para 125/250 volts, con una capacidad de 50 amperes, con una configuración como la indicada en la Figura 550-10(c), y diseñada para usarse con un contacto de 125/250 volts, 50 amperes, con una configuración como la mostrada en la Figura 550-10(c). La clavija debe estar aprobada individualmente, o como parte de un conjunto de un cordón de alimentación para este propósito, y debe estar moldeada o instalada en el cordón flexible, de tal manera que sea herméticamente asegurada al cordón en el punto donde el cordón entra a la cubierta de la clavija de conexión. Si se utiliza una clavija de ángulo recto, la configuración debe estar orientada de tal manera que el polo de puesta a tierra sea el más alejado del cordón.

d) Longitud total del cordón de alimentación. La longitud total del cordón de suministro de energía, medido desde uno de sus extremos, incluyendo sus terminales, hasta el frente de la clavija, no debe ser menor que 6.50 metros y no debe exceder de 11.00 metros. La longitud del cordón desde el frente de la clavija hasta el punto donde el cordón entra a la casa móvil no debe ser menor que 6.00 metros.

e) Marcado. El cordón de suministro de energía debe tener la siguiente inscripción:

"Para uso en casas móviles - 40 amperes"

o

"Para uso en casas móviles - 50 amperes".

f) Punto de entrada. El punto de entrada del conjunto alimentador a la casa móvil debe estar en la pared exterior, en el piso o en el techo.

g) Protección mecánica. Cuando el cordón pase a través de paredes o pisos, debe protegerse por medio de tubo conduit y pasacables o su equivalente. El cordón se puede instalar dentro de las paredes de la casa móvil por medio de una canalización continua de un tamaño máximo de 35 milímetros, instalada desde el tablero del circuito derivado hasta la parte inferior del piso de la casa móvil.

h) Protección contra la corrosión y contra daños mecánicos. Se deben tomar medidas permanentes para la protección contra corrosión y daños mecánicos de la clavija del cordón de suministro de energía y cualquier conjunto del cordón conector o contacto, si tales dispositivos están ubicados en el exterior mientras la casa móvil está en tránsito.

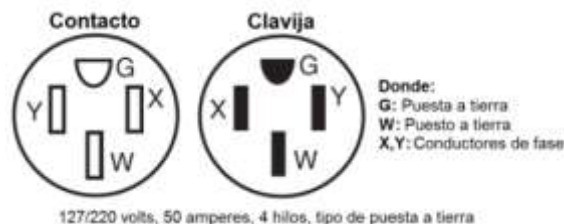


Figura 550-10 (c).- Configuraciones de contacto y clavija de 220Y/127 volts, 50 amperes, 3 fases, 4 hilos, con conductor puesto a tierra, para uso con cordones de alimentación en casas móviles y sus estacionamientos

i) Mufa para acometida aérea o canalización. Cuando la carga calculada exceda de 50 amperes, o cuando se utilice un alimentador permanente, la alimentación debe hacerse por uno de los medios siguientes:

- (1) Una acometida aérea con mufa instalada de acuerdo con el Artículo 230, que contenga cuatro conductores continuos aislados, con conductores alimentadores codificados por colores, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra del equipo; o
- (2) Una canalización metálica o un tubo conduit no metálico tipo pesado desde los medios de desconexión de la casa móvil hasta la parte inferior de la misma, con medios para unirse a una caja de empalme apropiada o a un accesorio a la canalización en la parte inferior de la casa móvil (con o sin conductores, según se indica en 550-10(i)(1)). El fabricante debe proporcionar instrucciones escritas para la instalación, indicando los tamaños adecuados de los conductores del alimentador para la canalización y el tamaño de la caja de empalme que se debe usar.

550-11. Medios de desconexión y equipos de protección de los circuitos derivados. Se permite que el equipo de los circuitos derivados esté combinado con los medios de desconexión en un solo conjunto. Se permite que tal combinación se designe como un tablero de alumbrado y control. Si se usa un tablero de alumbrado y control con fusibles, la máxima capacidad de los fusibles principales debe estar marcada claramente con letras de por lo menos 6 milímetros de altura, que sea claramente visible al cambiar los fusibles.

Cuando se utilicen fusibles de tapón, sus portafusibles deben ser del tipo S, resistentes a la manipulación y deben estar dentro de un tablero de fusibles de frente muerto. Los tableros de distribución con interruptores automáticos deben ser también del tipo de frente muerto.

NOTA: Véase 110-22, referente a la identificación de cada medio de desconexión y cada acometida, alimentador o circuito derivado en el punto donde éste se origina y el tipo de marcado requerido.

a) Medios de desconexión. Cada casa móvil debe tener un solo medio de desconexión ya sea con interruptor automático o interruptor y fusibles y sus accesorios, instalados en un lugar de fácil acceso, cerca del punto de entrada del cordón o de los conductores de suministro dentro de la casa móvil. El interruptor automático principal o los fusibles deben estar claramente marcados con la palabra "Principal". Este equipo debe tener un conector de puesta a tierra sin soldadura o una barra para puesta a tierra, con suficientes terminales para todos los conductores de puesta a tierra. El conector de la barra del neutro de los conductores puestos a tierra debe estar aislada de acuerdo con lo indicado en 550-16(a). El equipo de desconexión debe tener la capacidad adecuada para la carga calculada. El equipo de distribución ya sea del tipo interruptor automático o con fusibles, debe estar localizado a un mínimo de 60 centímetros, medidos desde la parte inferior de tales equipos hasta el nivel del piso de la casa móvil.

NOTA: Véase la Sección 550-20(b) para información de los medios de desconexión de circuitos derivados diseñados para energizar equipos de calefacción, aire acondicionado o ambos, localizados fuera de la casa móvil, diferentes de los acondicionadores de aire de habitación.

El tablero de distribución debe tener por lo menos una capacidad de 50 amperes y debe emplear un interruptor automático de 2 polos de 40 amperes para un cordón de alimentación de 40 amperes, o de 50 amperes para un cordón de alimentación de 50 amperes. Si el tablero de distribución emplea un desconectador con fusibles, debe ser de 60 amperes y debe tener un solo portafusibles de dos polos a 60 amperes, con fusibles principales de 40 o 50 amperes para los cordones de suministro de 40 o 50 amperes, respectivamente. En la parte exterior del tablero de distribución debe estar marcada la capacidad del fusible.

El tablero de distribución se debe colocar en un lugar accesible; pero no se debe colocar ni en baños ni en armarios de ropa. Se debe proporcionar un espacio de trabajo libre de por lo menos 75 centímetros de ancho por 75 centímetros en el frente del tablero de distribución. Este espacio debe extenderse desde el piso hasta la parte superior del tablero de distribución.

b) Equipo de protección de los circuitos derivados. En cada casa móvil se debe instalar un tablero de distribución de circuitos derivados y debe incluir una protección contra sobrecorriente para cada circuito derivado, que contenga interruptores automáticos o fusibles.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados deben ser de una capacidad:

- (1) No mayor que la de los conductores del circuito, y
- (2) No mayor que 150 por ciento el valor nominal de un solo aparato con capacidad de 13.3 amperes o mayor, que esté alimentado por un circuito derivado individual, pero
- (3) No mayor que la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del tipo marcado en el aire acondicionado u otro aparato accionado por motor.

c) Interruptores automáticos bipolares. Cuando se instalen interruptores automáticos para la protección de los circuitos derivados de 220 ó 240 volts, deben estar protegidos por interruptores automáticos de 2 polos de disparo común o simultáneo, o dos unidades de un polo de una sola palanca (con las dos palancas unidas mecánicamente en una sola).

d) Placa de datos eléctricos. Una placa de datos metálica en la parte exterior adyacente a la entrada del conjunto de alimentación debe tener la leyenda:

**"ESTA CONEXIÓN ES PARA 220/127 VOLTS O 120/ 240 VOLTS, 3 POLOS 4 HILOS, 60 HERTZ,
CON UN SUMINISTRO DE _____ AMPERES"**

La capacidad nominal de corriente se debe indicar en el espacio en blanco.

Excepción: Para casas prefabricadas, el fabricante debe suministrar en sus instrucciones de instalación escritas o en la placa de datos el valor nominal mínimo en amperes del ensamble del alimentador o, cuando se suministra, los conductores de acometida proyectados para la conexión a la casa prefabricada. El valor nominal proporcionado no debe ser inferior a la carga mínima calculada según 550-18.

550-12. Circuitos derivados. El número de circuitos derivados requeridos debe estar determinado de acuerdo con (a) hasta (e) siguientes:

- a) **Alumbrado.** Se toma como base la carga unitaria de 33 VA/m², valor que se multiplica por el área de la casa móvil, se consideran las dimensiones exteriores (se excluye el acoplador de enganche), y se divide entre 120 volts para determinar el número de circuitos derivados de 15 o de 20 amperes:

$$\frac{33 \times \text{longitud} \times \text{ancho}}{120 \times 15 \text{ (ó 20)}} = \text{No. de circuitos de 15 A (ó 20 A)}$$

b) **Aparatos pequeños.** En cocinas, despensas, desayunadores y comedores, debe haber dos o más circuitos de 20 amperes para aparatos pequeños además de la cantidad de circuitos exigida en otras partes de esta sección, para todas las salidas de contactos exigidas en 550-13(d) en estos cuartos. Estos circuitos no deben tener otras salidas.

Excepción 1: Se permitirán salidas de contactos instalados únicamente para alimentación eléctrica y soporte de un reloj eléctrico en cualquiera de los cuartos especificados en esta sección.

Excepción 2: Se permitirán salidas de contactos instalados para alimentar equipos complementarios y alumbrado en estufas de gas, hornos o unidades de cocción montadas en la cubierta.

Excepción 3: Se permitirá que un solo contacto para equipo de refrigeración sea alimentado por un circuito derivado individual con valor nominal de 15 amperes o más.

Las salidas de los contactos de la cubierta instaladas en la cocina deben estar alimentados mediante no menos de dos circuitos derivados para aparatos pequeños y se permitirá que ambos o cualquiera de ellos alimenten a las salidas de los contactos de la cocina y de otros lugares especificados en esta sección.

c) **Área de lavandería.** Cuando exista área de lavandería, se deberá suministrar un circuito derivado de 20 amperes para alimentar las salidas de contacto para lavandería. Este circuito no debe tener otras salidas.

d) **Aparatos en general.** (Incluidos radiadores, calentadores de agua, estufa y equipo de aire acondicionado central o de habitación o aparato similar). Debe haber uno o más circuitos derivados de capacidad adecuada de acuerdo con (1) a (4) siguientes:

NOTA: Para equipo de aire acondicionado central véase el Artículo 440.

- (1) La corriente nominal de los aparatos fijos no debe ser mayor que 50 por ciento de la capacidad del circuito derivado si hay salidas de alumbrado en el mismo circuito (sin tomar en cuenta los contactos de la cocina, el comedor y la lavandería, que son considerados como salidas de alumbrado).
- (2) Para aparatos fijos en un circuito sin salidas de alumbrado, la suma de la corriente nominal no debe exceder la capacidad del circuito derivado. Las cargas de motores u otras cargas de servicio continuo no deben exceder 80 por ciento de la capacidad del circuito derivado.
- (3) La capacidad de aparatos conectados con un solo cordón y clavija en un circuito que no tenga otras salidas, no debe ser mayor que 80 por ciento de la capacidad nominal del circuito.
- (4) La capacidad del circuito derivado se debe basar en las demandas especificadas en 550-18(b)(5).

e) **Cuarto de baño.** Las salidas de contactos para el cuarto de baño deben estar alimentadas por lo menos con un circuito derivado de 20 amperes. Estos circuitos no deben tener salidas diferentes a las indicadas en 550-13(e)(2).

550-13. Salidas para contactos

a) **Salidas para contactos del tipo con terminal de puesta a tierra.** Todas las salidas para contactos deben cumplir con lo siguiente:

- (1) ser del tipo con terminal de puesta a tierra;
- (2) instalarse de acuerdo con lo indicado en la Sección 406-4, y
- (3) ser sencillos o múltiples, de 15 o 20 amperes, 120 volts y aceptar clavijas de espigas paralelas, excepto cuando se alimenten aparatos específicos.

b) **Interruptores de circuito por falla a tierra.** Todas las salidas para contacto monofásicas de 120 volts de 15 y 20 amperes instaladas en los lugares especificados en los incisos (1) al (5) siguientes deben tener protección para el personal GFCI.

- (1) En exteriores, incluyendo compartimientos accesibles desde el exterior,
- (2) En baños, incluyendo los contactos que haya en las luminarias,
- (3) Cocinas, donde los contactos estén instalados para servir las cubiertas en las cocinas,
- (4) Fregaderos, donde los contactos están instalados a una distancia no mayor de 1.80 metros del borde exterior del fregadero, y
- (5) Lavadoras de trastes.

Nota: Para información sobre la protección de lavadoras de trastes vea la sección 422-5.

c) Aparato fijo conectado con cordón. Se debe proporcionar una salida para contacto del tipo con terminal de puesta a tierra para cada aparato fijo conectado con cordón.

d) Salidas requeridas para contactos. Deben instalarse salidas de contactos en todas las habitaciones diferentes del cuarto de baño, armario y áreas de corredores y deben estar instaladas en espacios de pared con un ancho de 60 centímetros o más, de modo que ningún punto a lo largo de la línea del piso esté a más de 1.80 metros medidos horizontalmente desde una salida en ese espacio. Además, las salidas de contactos se deben instalar en los siguientes lugares:

- (1) Sobre o adyacentes a las cubiertas en la cocina [por lo menos uno a cada lado del fregadero, si hay cubiertas a cada lado y tienen 30 centímetros de ancho o más].
- (2) Adyacente al refrigerador y el espacio de la estufa auto soportada a gas. Se permitirá un contacto de tipo múltiple para servir como salida para una cubierta y un refrigerador.
- (3) En los espacios de la cubierta incorporado para productos de tocador.
- (4) En los espacios de la cubierta debajo de gabinetes montados en la pared.
- (5) En la pared, en el punto más próximo a aquel donde una cubierta tipo barra se une a la pared.
- (6) En la pared, en el punto más próximo a aquel donde un divisor fijo del cuarto se une a la pared.
- (7) En las áreas de lavandería a una distancia máxima de 1.80 metros de la ubicación prevista para los de lavandería.
- (8) Por lo menos una salida de contacto, ubicada en el exterior y accesible a nivel del suelo y a no más de 2.00 metros por encima del suelo. Una salida de contacto ubicada en un compartimiento accesible desde el exterior de la unidad se debe considerar como un contacto exterior.
- (9) Se debe instalar por lo menos una salida de contacto en los baños, a una distancia máxima de 90 centímetros del borde externo de cada lavamanos. Esta salida se debe ubicar por encima o adyacente al sitio del lavamanos. El contacto debe ser adicional a cualquier contacto que sea parte de una luminaria o de un. El contacto no debe estar encerrado dentro del gabinete del baño ni del tocador.

e) Salida para los cables de calefacción de la tubería. Para la conexión de los cables de calefacción de la tubería, se debe ubicar una salida de contacto en la parte inferior de la unidad, de la siguiente manera:

- (1) A una distancia máxima de 60 centímetros de la entrada de agua fría.
- (2) Conectada a un circuito derivado interior, que no sea el circuito derivado para un pequeño. Para este fin se permitirá usar un circuito de contacto del cuarto de baño.
- (3) En un circuito donde todas las salidas están en el lado de la carga del interruptor del circuito contra fallas a tierra.
- (4) Esta salida no se debe considerar como el contacto exigido por 550-13 (d) (8).

f) Salidas para contactos no permitidas. No se permitirán salidas de contactos en los siguientes lugares:

1) Regaderas y tinas. No se deben instalar salidas para contactos dentro o directamente encima de una regadera o espacio de la tina.

2) Posición con la cara hacia arriba. Un contacto no debe estar instalado con la placa frontal hacia arriba en cualquier mostrador o mesa de trabajo.

3) Calentadores eléctricos. No se deben instalar salidas de contacto por encima de los calentadores eléctricos de zóclo, a menos que se indique en el aprobado o las instrucciones del fabricante.

g) Salidas de contacto no exigidas. No se exigirán salidas de contacto en los siguientes lugares:

- (1) En los espacios de la pared ocupados por estufas integradas o gabinetes para guardar ropa.
- (2) En los espacios de la pared por detrás de puertas que se pueden abrir totalmente contra la superficie de una pared.
- (3) En los divisores de la habitación de tipo celosía que tienen menos de 2.50 metros, no sólidos, y a una distancia máxima de 15 centímetros del piso.
- (4) En el espacio de la pared suministrado para cubierta tipo barra.

550-14. Luminarias y aparatos

a) Fijación de los aparatos en tránsito. Se deben proporcionar los medios para asegurar firmemente los aparatos cuando la casa móvil esté en tránsito (véase 550-16 para los requerimientos de puesta a tierra).

b) Accesibilidad. Cada aparato debe estar accesible para inspección, limpieza, reparación o reemplazo sin que sea necesario quitar cualquier parte fija de la construcción.

c) Colgantes. Se permitirán luminarias de tipo colgante o cordones colgantes.

d) Luminarias en regaderas y tinas. Cuando una luminaria se instale sobre una tina o en un compartimento para la regadera, debe ser de tipo cerrado, con empaques y aprobado para lugares mojados.

550-15. Métodos de alambrado y materiales. Con excepción de las limitaciones especificadas en esta Sección los métodos de alambrado y los materiales incluidos en esta NOM deben ser utilizados en casas móviles. No se permite en circuitos derivados, el uso de conductores de aluminio, aleación de aluminio o de aluminio con recubrimiento de cobre.

a) Cajas no metálicas. Se permiten cajas no metálicas únicamente con canalizaciones no metálicas o cables con cubierta no metálica.

b) Protección del cable con cubierta no metálica. El cable con cubierta no metálica instalado a 38 centímetros o menos por arriba del piso, si está expuesto, se debe proteger contra daño físico con paneles, bandas de resguardo o canalizaciones. El cable susceptible de dañarse en el almacenamiento debe estar protegido en todos los casos.

c) Protección de cables con cubierta metálica o no metálica. Se permite que los cables con cubierta metálica o no metálica pasen a través del centro de la parte más ancha de los montantes de 5 x 10 centímetros. Sin embargo, se deben proteger cuando pasen a través de montantes de 5 x 5 centímetros o por otros montantes o bastidores donde el cable o su armadura, esté a menos de 3 centímetros de la superficie interior o exterior de los montantes, cuando los materiales de revestimiento de la pared estén en contacto con aquéllos. Para proteger al cable se debe utilizar una placa de acero a cada lado del cable, o tubo de un espesor de pared no menor que 1.5 milímetros. Estas placas o tubos se deben fijar firmemente en su sitio.

d) Placas frontales metálicas. Cuando se usen placas frontales metálicas, deben estar puestas a tierra, eficazmente.

e) Requisitos de instalación. Si una cocina, secadora de ropa u otros aparatos similares, se conectan con cable con cubierta metálica o tubo conduit metálico flexible, se debe dejar una longitud libre de cable o de tubo conduit de cuando menos 90 centímetros, para permitir el movimiento del aparato. El cable o tubo conduit metálico flexible debe estar asegurado a la pared. Los cables tipo NM o SE no deben usarse para conectar una estufa o una secadora. Esto no prohíbe el uso del cable tipo NM o SE entre el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado y la caja de conexiones, o el contacto para la estufa o la secadora.

f) Canalizaciones. Cuando un tubo conduit metálico tipo pesado o semipesado termine en una envolvente con una conexión con contratuerca y pasacable, se deben proporcionar dos contratuercas, una por dentro y otra por fuera de la envolvente. Se permite el uso de tubo conduit no metálico tipo pesado o ligero. Todos los extremos cortados de tubo conduit deben escariarse o darle un acabado para eliminar los filos cortantes.

g) Interruptores. Los interruptores deben tener las capacidades siguientes:

- (1) Para los circuitos de alumbrado, los interruptores deben tener una capacidad nominal no menor que 10 amperes, a 120 volts y en ningún caso menor que la carga conectada.
- (2) Para motores u otras cargas, los interruptores deben cumplir las disposiciones 404-14

h) Alambrado bajo el chasis (expuesto a la intemperie)

(1) Cuando el alambrado sea exterior o esté debajo del chasis (120 volts o mayor) y esté expuesto a la humedad o a daño físico, debe estar protegido por un tubo conduit o canalización adecuados para uso en lugares mojados o donde esté sometido a daños físicos. Los conductores deben ser adecuados para lugares mojados.

(2) Cuando el cableado esté expuesto a daño físico, debe estar protegido por una canalización, tubo conduit o algún otro medio.

i) Cajas, accesorios y gabinetes. Las cajas, accesorios y gabinetes deben estar firmemente asegurados en su lugar y deben estar apoyados a un elemento estructural de la casa, directamente o mediante una abrazadera resistente.

Excepción: Cajas tipo de fijación rápida. Las cajas que están equipadas con soportes especiales para pared o plafón y los artefactos eléctricos con cajas integrales, que pueden asegurarse firmemente a las paredes o al plafón, y que estén marcados para ese uso, se permiten sin soportarse de un miembro estructural o soporte. La prueba y aprobación debe incluir a los sistemas de construcción de paredes y plafones para los cuales las cajas y dispositivos son destinados a ser utilizados.

j) Conexiones de las terminales de aparatos. Los aparatos que tengan conexiones terminales con un circuito derivado que opere a temperaturas mayores a 60 °C, deben tener conductores de circuito que cumplan con lo indicado en los incisos siguientes:

- (1) Se permite que los conductores de circuitos derivados que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura a la que sean sometidos, entren directamente al aparato.
- (2) Los conductores que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura a que son sometidos, deben ir desde la conexión de la terminal del aparato hasta una caja de salida de fácil acceso, ubicada cuando menos a 30 centímetros del aparato. Estos conductores deben estar en una canalización adecuada o un cable Tipo AC o MC con una longitud mínima de 45 centímetros, pero no mayor que 1.80 metros.

k) Interconexión de componentes. Los conectores y accesorios destinados a estar ocultos al momento del armado deben estar e identificados para la interconexión de los componentes del edificio.

Los accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto a su aislamiento, elevación de temperatura, resistencia a la corriente de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes producidos durante el transporte de la casa móvil.

NOTA: Ver 550-19 con respecto a la interconexión de las unidades con secciones múltiples.

550-16. Puesta a tierra. La puesta a tierra de las partes metálicas eléctricas y no eléctricas en una casa móvil debe hacerse a través de la conexión a una barra de puesta a tierra en el tablero de distribución de la casa. La barra de puesta a tierra debe conectarse a tierra utilizando un conductor con aislamiento de color verde del cordón de alimentación o del alambrado del alimentador a la tierra de acometida, instalado en el equipo de acometida, localizado adyacente al lugar de la casa móvil. Ni el chasis de la casa móvil, ni la carcasa de cualquier aparato eléctrico, deben conectarse al conductor de circuito puesto a tierra (neutro) en la casa móvil. Cuando el panel de distribución es el equipo de acometida, tal como lo permite 550-32 (b), los conductores del neutro y la barra conductora de puesta a tierra del equipo deben estar conectados.

a) Conductor puesto a tierra

1) Aislado El conductor puesto a tierra (neutro), debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra y de las cajas de los equipos y de otras partes puestas a tierra. Las terminales del conductor del circuito puesto a tierra en el tablero de distribución y en estufas, secadoras de ropa, cubierta de cocinas y hornos montados en la pared, estar aislados de las envolventes de los equipos. Los tornillos, cintas o barras de unión en el tablero de distribución o en aparatos deben ser retirados y desechados. Cuando el panel de distribución es el equipo de acometida, como lo permite 550-32 (b), los conductores del neutro y la barra conductora de puesta a tierra del equipo deben estar conectados.

2) Conexiones de estufas y secadoras de ropa. Las conexiones de estufas y secadoras de ropa a 120/240 volts de tres conductores se deben hacer con un cordón de cuatro conductores clavijas con terminal de puesta a tierra de tres polos cuatro hilos, o por cables tipo AC, MC, o con conductores dentro de tubo conduit metálico flexible.

b) Medio de puesta a tierra de equipos

1) Cordón de alimentación o alimentador permanente. El conductor con aislamiento de color verde en el cordón de suministro o en el alambrado alimentador permanente, debe estar conectado a la barra de puesta a tierra del tablero de distribución o en los medios de desconexión.

2) Sistema eléctrico. En el sistema eléctrico, toda parte metálica expuesta, caja, estructura, tapas ornamentales de luminarias y similares, deben estar unidas eficazmente a la terminal de puesta a tierra o a la envolvente del tablero de distribución.

3) Aparatos conectados con cordón. Los aparatos conectados con cordón, tales como lavadoras, secadoras de ropa, refrigeradores y los sistemas eléctricos de las estufas de gas y similares, deben estar puestos a tierra por medio de un cordón con conductor de puesta a tierra y una clavija con terminal de puesta a tierra.

c) Unión de partes metálicas no portadoras de corriente

1) Partes metálicas expuestas, no portadoras de corriente. Toda parte metálica expuesta no portadora de corriente, y que pueda ser energizada debe estar unida en forma efectiva a la terminal de puesta a tierra o a la envolvente del tablero de distribución. Se debe conectar un conductor de unión entre el tablero de distribución y alguna terminal accesible en el chasis.

2) Terminales de puesta a tierra. Las terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y aprobadas como conectores a compresión adecuados para el tamaño del conductor utilizado. El conductor de unión debe ser alambre o cable cableado, aislado o desnudo y de cobre de tamaño nominal no menor que 8.37 mm² (8 AWG) o equivalente. El conductor de unión se debe instalar de tal manera que no quede expuesto a daño físico.

3) Tubería y ductos metálicos. La tubería metálica de gas, agua, desagüe y los ductos metálicos de circulación de aire se consideran unidos si están conectados a la terminal en el chasis (véase 550-16(c)(1)) mediante abrazaderas, conectores sin soldadura o cintas adecuadas de puesta a tierra.

4) Techos y cubiertas exteriores metálicos. Cualquier techo metálico o cubierta exterior se considera unido si se cumplen las condiciones siguientes:

- (1) las láminas metálicas están traslapadas entre sí y están firmemente aseguradas a las partes estructurales de madera o metal con sujetadores metálicos y
- (2) si la parte inferior de la lámina de la cubierta metálica exterior se asegura por medio de sujetadores metálicos en cada miembro de cruce del chasis por dos cintas metálicas por unidad de casa móvil o sección en los extremos opuestos.

El material de la cinta de unión debe ser de un ancho mínimo de 10 centímetros y de material equivalente al del techo o de un material de conductividad eléctrica igual o mejor. La cinta debe fijarse con un accesorio que penetre la pintura, tal como tornillos o arandelas con puntas en forma de estrella o su equivalente.

550-17. Pruebas

a) Prueba de rigidez dieléctrica. El alambrado de cada casa móvil debe ser sometido a una prueba de rigidez dieléctrica de 900 volts durante un minuto (con todos los interruptores cerrados), que se aplique entre las partes vivas (incluyendo el neutro) y la tierra de la casa móvil. Como alternativa, se permite que la prueba se ejecute a 1080 volts durante un segundo. Esta prueba se debe hacer después de que los circuitos derivados estén terminados y que los equipos de alumbrado y aparatos han sido instalados.

Excepción: Los equipos de alumbrado y aparatos que estén aprobados no requieren ser sometidos a la prueba de rigidez dieléctrica.

b) Pruebas de continuidad, operación y verificación de la polaridad. Cada casa móvil debe ser sujeta a todo lo siguiente:

- (1) una prueba de continuidad eléctrica para asegurar que todas las partes expuestas eléctricamente conductoras están unidas apropiadamente;
- (2) una prueba de operación eléctrica, para demostrar que todo el equipo, con excepción de calentadores de agua y hornos eléctricos, estén conectados y operen adecuadamente, y
- (3) una verificación de la polaridad eléctrica del equipo permanentemente alambrado y de las salidas para contactos para determinar que las conexiones se han realizado apropiadamente.

550-18. Cálculos. El siguiente método debe ser empleado para calcular la carga del cordón de suministro y del tablero de distribución para cada conjunto alimentador, para cada casa móvil, en lugar del procedimiento descrito en el Artículo 220 y debe basarse en una alimentación de 120/240 volts o 220Y/127 volts, tres conductores, con cargas de 120 volts balanceadas entre dos fases de un sistema de tres hilos.

a) Carga de alumbrado y de aparatos pequeños

1) Voltamperes para alumbrado. Longitud x ancho del piso de la casa móvil (dimensiones exteriores) x 33 voltamperes/m².

2) Voltamperes para aparatos pequeños. Número de circuitos x 1500 voltamperes por cada circuito de 20 amperes de contactos para aparato (ver la definición de aparato portátil, con la NOTA en 550-2).

3) Voltamperes para el circuito del área de lavandería. 1500 voltamperes.

4) Voltamperes totales. Voltamperes para alumbrado + voltamperes para aparatos pequeños + voltamperes para el área de lavandería = voltamperes totales

5) Voltamperes netos. Los primeros 3000 voltamperes totales al 100 por ciento más los restantes al 35 por ciento = voltamperes que se deben dividir por 220 volts para obtener la corriente (amperes) por fase.

b) Carga total para determinar el suministro de energía. La carga total para determinar el suministro de energía es la suma de:

- (1) La carga de alumbrado y de aparatos pequeños calculada según lo establecido en 550-18(a)(5).
- (2) Los amperes de la placa de datos de motores, calentadores y otras cargas (extractores, equipos de aire acondicionado, calefacción eléctrica, de gas o combustible). Se omiten las cargas más pequeñas de calefacción o enfriamiento, excepto cuando el ventilador se use como evaporador del aparato del aire acondicionado. Cuando no esté instalado un equipo de aire acondicionado y se provea un cordón de suministro de energía de 40 amperes, se debe dejar una reserva de 15 amperes para aire acondicionado por fase.

- (3) 25 por ciento de la corriente del motor mayor en (2).
- (4) Los amperes totales de la placa de datos para el triturador de desperdicios, lavavajillas, calentador de agua, secadora de ropa, horno de pared y cocinetas. Cuando el número de estos aparatos es mayor de tres, aplicar el 75 por ciento del total.
- (5) Calcular los amperes para estufas y hornos integrados (distintas a los hornos y cocinetas) al dividir entre 220 o 240 volts los valores indicados a continuación:

Potencia en la placa de datos (watts)	Voltamperes a usar
De 0 hasta 10 000	80% de la potencia nominal
De 10 001 a 12 500	8 000
De 12 501 a 13 500	8 400
De 13 501 a 14 500	8 800
De 14 501 a 15 500	9 200
De 15 501 a 16 500	9 600
De 16 501 a 17 500	10 000

- (6) Si existen salidas o circuitos para aparatos distintos de los instalados en fábrica, debe incluirse la carga estimada.

Véase a continuación un ejemplo de aplicación de estos cálculos.

Ejemplo:

Una casa móvil de 20 x 3 metros y con dos circuitos derivados para aparatos, un calentador de 1000 voltamperes a 220 volts, un extractor de aire de 200 voltamperes a 127 volts, un lavavajillas de 400 voltamperes a 127 volts y una estufa eléctrica de 6000 voltamperes a 220 volts.

Carga para alumbrado y aparatos pequeños

Alumbrado	$20[m] \times 3[m] \times 33 \left[\frac{VA}{m^2} \right]$	1980 [VA]
Aparatos pequeños	$1500[VA] \times 2$	3000 [VA]
Lavandería	$1500[VA] \times 1$	1500 [VA]
Subtotal		6480 [VA]
Los primeros 3000 VA al 100%	$3000[VA]$	3000 [VA]
Resto de la carga	$(6480 - 3000)[VA] \times 0.35$	1218 [VA]
Subtotal		4218 [VA]

		Carga por fase (A)	
		Fase A	Fase B
Alumbrado y aparatos pequeños	$\frac{4218[VA]}{220[V]} =$	19.17	19.17
Calentador	$\frac{1000[VA]}{220[V]} =$	4.54	4.54
Extractor de aire	$\frac{200[VA]}{127[V]} =$	1.57	
Lavavajillas	$\frac{400[VA]}{127[V]} =$		3.15
Estufa	$\frac{6000[VA] \times 0.8}{220[V]} =$	21.82	21.82
Carga total por fase		47.1	48.68

c) Método opcional para cálculo de la carga para alumbrado y para aparatos. Se permite el método opcional para calcular la carga para alumbrado y aparatos mostrados en 220-82.

550-19. Interconexión de casas móviles de múltiples secciones o unidades de casas prefabricadas.

a) Métodos de alambrado. Se deben usar métodos de alambrado aprobados de tipo fijo, para unir partes de un circuito que debe estar unido eléctricamente y que está localizado en secciones adyacentes de casas móviles, después de que la casa sea instalada sobre la cimentación. Las uniones de los circuitos deben estar accesibles para desarmarse cuando la vivienda se prepare para su reubicación.

NOTA: Ver 550-15(k) con relación a la interconexión de los componentes.

b) Medios de desconexión. Se permitirá que las casas expansibles o prefabricadas de unidades múltiples, que no tienen alimentadores instalados permanentemente y se van a trasladar de un lugar a otro tengan medios de desconexión con equipo protector del circuito derivado en cada unidad si su ubicación es tal que después ensamblar las unidades, se cumplirán los requisitos de 550-10.

550-20. Salidas, luminarias, equipo de aire acondicionado y similar en exteriores

a) Aprobado para uso en exterior. Las luminarias y equipos en exteriores deben ser del tipo aprobado para uso en lugares mojados o exteriores. Los contactos en exteriores deben cumplir lo establecido en 406-9. Cuando se ubican en la parte inferior de la casa o abajo de las prolongaciones del techo o lugares protegidos similares, las luminarias y los equipos exteriores deben estar aprobados para uso en lugares húmedos.

b) Equipos de calefacción y/o de aire acondicionado en exteriores. Un circuito derivado de una casa móvil para alimentar equipo de calefacción y/o de aire acondicionado localizados en el exterior, diferentes a equipo de aire acondicionado tipo ventana, debe tener sus conductores terminados en una caja registro de salida aprobada, o en un medio de desconexión localizado en el exterior de la casa móvil. Se debe fijar una placa permanente junto a la caja de salida, que contenga la siguiente información:

ESTA CONEXIÓN ES PARA EQUIPO DE CALEFACCIÓN Y/O DE AIRE ACONDICIONADO.

EL CIRCUITO DERIVADO TIENE UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE _____ AMPERES, PARA _____ VOLTS, 60 HERTZ.

LA AMPACIDAD DEL CONDUCTOR ES DE _____ AMPERES

Los medios de desconexión deben estar ubicados a la vista del equipo.

En los espacios en blanco se deben indicar los valores de tensión y corriente. La placa debe tener un espesor no menor que 0.5 milímetros y estar grabada en bronce, acero inoxidable o aluminio anodizado o recubierto o su equivalente. Las dimensiones mínimas de la etiqueta deben ser de 7.5 x 4.5 centímetros.

550-25. Protección con interruptor de circuito por fallas de arco

a) Definición. Los interruptores de circuito por fallas de arco se definen en el Artículo 100

b) Casas móviles y de casas prefabricadas. Todos los circuitos derivados de 120 volts que alimentan salidas de 15 y 20 amperes instaladas en las alcobas, salas de estar, comedores, salones, bibliotecas, terrazas, salón de juegos, closets, pasillos u otras áreas o cuartos similares de casas móviles y de casas prefabricadas deben cumplir con 210-12.

Parte C. Acometida y alimentadores

550-30. Sistemas de distribución. El sistema eléctrico distribución secundaria para el estacionamiento de las casas móviles hacia los lotes de las casas móviles debe ser monofásico, de tensión nominal de 120/240 volts. Para los fines de esta Parte C, cuando la acometida para el estacionamiento sea mayor que 240 volts, los transformadores y los tableros de distribución secundaria deben ser tratados como acometidas.

550-31. Factores de demanda permisibles. Los sistemas eléctricos de alambrado para estacionamientos de casas móviles deben estar calculados (a 120/240 volts) con base en el mayor de los valores siguientes:

(1) 16 000 voltamperes para cada lote de casa móvil, o

(2) la carga calculada de acuerdo con lo indicado en 550-18 para la casa móvil típica más grande que se pueda ubicar en cada lote.

Se permite calcular la carga de acometida o de los alimentadores de acuerdo con la Tabla 550-31. No se permite ningún factor de demanda para cualquier otra carga, con excepción de lo indicado en esta NOM.

Tabla 550-31.- Factores de demanda para conductores de entrada de acometida y alimentadores

Número de casas móviles	Factor de Demanda
1	100
2	55
3	44
4	39
5	33
6	29
7 a 9	28
10 a 12	27
13 a 15	26
16 a 21	25
22 a 40	24
41 a 60	23
61 y en adelante	22

550-32. Equipo de acometida

a) Equipo de acometida para casas móviles. El equipo de acometida de una casa móvil debe estar localizado al lado de ésta y no instalado dentro o sobre la casa móvil. El equipo de acometida debe colocarse a la vista y a una distancia no mayor que 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil a la que sirve. Se permite que el equipo de acometida esté ubicado en otro lugar del predio, siempre que haya un medio de desconexión adecuado para el equipo de acometida, ubicado al alcance de la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9.00 metros de ésta y cuyo valor nominal no sea inferior a la exigida para el equipo de acometida según 550-32(c). La puesta a tierra en el medio de desconexión debe estar de acuerdo con 250-32.

b) Equipo de acometida para casas prefabricadas. Se permite que el equipo de acometida esté instalado dentro o sobre una casa prefabricada, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) La casa debe estar asegurada en su lugar mediante un sistema de anclaje o instalada y asegurada sobre un cimiento permanente.
- (2) La instalación de acometida debe cumplir lo establecido en las Partes A hasta G del Artículo 230.
- (3) Deben existir medios para conectar el conductor del electrodo de puesta a tierra al equipo de acometida, y para encaminarlo por fuera de la estructura.
- (4) La puesta a tierra y la unión de acometida deben estar acordes con las Partes A hasta E del Artículo 250.
- (5) Las instrucciones deben establecer con claridad métodos de puesta a tierra que se encuentran en el Artículo 250.
- (6) En las instrucciones se debe especificar el tamaño mínimo del conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (7) Sobre o adyacente al equipo de acometida, se debe colocar una etiqueta roja con la siguiente advertencia:

ADVERTENCIA

NO SUMINISTRE ENERGÍA ELÉCTRICA HASTA QUE EL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA ESTÉ INSTALADO Y CONECTADO (CONSULTE LAS INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN)

Cuando el equipo de acometida no está instalado dentro ni sobre la unidad, la instalación debe cumplir con las otras disposiciones de esta sección.

c) Valor nominal. El equipo de acometida de casas móviles debe tener un valor nominal de corriente no inferior a 100 amperes, a 120/240 volts y deben existir medios para conectar el conjunto del alimentador de la casa móvil por un método de alambrado permanente. También se permitirá que las salidas de fuerza, utilizadas como equipo de acometida de una casa móvil, contengan contactos hasta de 50 amperes con la protección contra sobrecorriente adecuada. Los contactos de 50 amperes deben tener la configuración mostrada en la Figura 550-10(c).

d) Equipo eléctrico adicional en exteriores. El equipo de acometida de la casa móvil debe también contener los medios para la conexión de una construcción o estructura accesoria o equipo eléctrico adicional ubicado fuera de la casa móvil mediante un método de alambrado fijo, bien sea en el equipo de acometida de la casa móvil o en el medio de desconexión externo local permitido en 550-32(a).

e) Contactos adicionales. Se permiten contactos adicionales para la conexión de equipo eléctrico ubicado fuera de la casa móvil, tales contactos deben ser de 120 volts, monofásicos, de 15 y 20 amperes, y deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

f) Altura de montaje. Los medios de desconexión exteriores para las casas móviles deben estar ubicados de forma que la parte inferior de las envolventes que los contengan estén a no menos de 60 centímetros sobre el nivel del piso terminado o plataforma de trabajo. Los medios de desconexión deben estar instalados de tal manera que el centro de la palanca de operación manual, cuando está en su posición más alta, esté a no más de 2.00 metros sobre el nivel del piso terminado o plataforma de trabajo.

g) Marcado. Cuando un contacto a 125/250 volts o 220Y/127 volts se use en un equipo de acometida de una casa móvil, éste debe estar marcado con la siguiente leyenda:

"Desconecte el desconectador o interruptor automático antes de insertar o retirar la clavija.

La clavija debe estar completamente insertada o retirada"

El marcado debe estar localizado en un lugar visible sobre el equipo de acometida, junto al contacto.

550-33. Alimentador

a) Conductores de los alimentadores. Los conductores alimentadores de la casa móvil deben constar de un cordón, instalado de fábrica de acuerdo con lo indicado en 550-10(b), o un alimentador instalado permanentemente que conste de cuatro conductores, aislados, codificados por colores, los cuales deben estar identificados por un marcado de fábrica o en campo de acuerdo con lo indicado en 310-110. Los conductores de puesta a tierra de equipo no se deben identificar mediante la remoción del aislamiento.

Excepción: Cuando el alimentador para una casa móvil se instale entre la acometida y un medio de desconexión de la casa móvil como lo indica la Sección 550-32(a), se permite omitir el conductor de puesta a tierra de equipo, cuando el conductor puesto a tierra del circuito es puesto a tierra en los medios de desconexión como se requiere en 250-32(b) excepción.

b) Capacidad del alimentador. Los conductores del circuito alimentador de un lote para casas móviles y casas prefabricadas deben tener una capacidad no inferior a las cargas alimentadas y un valor nominal no inferior que 100 amperes y se permitirá que estén dimensionados de acuerdo con 310-15(b)(7).

ARTÍCULO 551

VEHÍCULOS DE RECREO Y SUS ESTACIONAMIENTOS

Parte A. Generalidades

551-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se refieren a los conductores y equipos eléctricos, que no sean los circuitos de baja tensión ni de los vehículos automotores ni extensiones de ellos, instalados dentro o sobre vehículos de recreo, a los conductores que conectan vehículos de recreo a una fuente de suministro de electricidad y a la instalación del equipo y los dispositivos relacionados con instalaciones eléctricas dentro de un estacionamiento de vehículos de recreo.

551-2. Definiciones (Véase el Artículo 100 para otras definiciones)

Aparato fijo. Un aparato que está sujeto o asegurado en un sitio específico.

Baja tensión. Fuerza electromotriz de 24 volts nominal o menos.

Casa rodante. Vehículo diseñado para proporcionar alojamiento temporal para recreación, acampar o viajar, construido sobre, o unido permanentemente al chasis de un vehículo con motor de propulsión propia o a un chasis de un camión que es parte integral del vehículo completo (Véase Vehículo de recreo).

Conductores del circuito alimentador para el sitio de vehículos de recreo. Los conductores que van desde el equipo de acometida del estacionamiento hasta el equipo de acometida del lugar de cada de vehículos de recreo.

Cajón para vehículos de recreo. Es el área destinada para la ubicación de un vehículo de recreo.

Camión o camioneta para acampar. Unidad portátil construida para proporcionar alojamiento temporal para recreo, viajar o acampar y que consiste en un techo, piso y paredes, diseñado para ser montado y desmontado del cajón de una camioneta de carga (véase Vehículos de recreo).

Conjunto alimentador. Los conductores, incluyendo los conductores de fase, los puestos a tierra, y conductores de puesta a tierra de equipo, conectores, clavijas y todos los demás accesorios, soportes aislantes para cables o dispositivos instalados con el propósito de llevar energía desde la fuente de alimentación hasta el panel de distribución dentro del vehículo de recreo.

Convertidor. Dispositivo que cambia la corriente de una forma a otra, por ejemplo, de corriente alterna a corriente continua.

Estacionamiento para vehículos de recreo. Un terreno bajo el control de una persona, organización o entidad gubernamental donde se ofrecen, dos o más lugares para vehículos recreativos y/o sitios para acampar, para uso del público en general o miembros de una organización, para estancias de noche.

Estructura. Riel de chasis y cualquier aditamento de metal soldado al mismo, con un espesor de 1.5 milímetros o mayor.

Equipo de acometida del sitio de vehículos de recreo. El equipo necesario, usualmente una salida de energía, consistente de un interruptor automático o desconectador con fusibles y sus accesorios, localizados cerca del punto de entrada de los conductores de alimentación al sitio del vehículo de recreo, con la finalidad de constituir el medio de desconexión para el suministro de dicho sitio.

Equipo de aire acondicionado o de climatización. Todo equipo destinado o instalado con el fin de hacer el proceso de tratamiento del aire para controlar simultáneamente o individualmente su temperatura, humedad, limpieza y distribución, con objeto de cumplir con los requisitos del espacio acondicionado.

Frente muerto (aplicado a desconectadores, interruptores automáticos, tableros de alumbrado y control y tableros de distribución). Diseñado, construido e instalado de tal forma que las partes que no transportan corriente normalmente están expuestas en el frente.

Medio de desconexión. Equipo que usualmente consta de un interruptor automático o un desconectador y fusibles y sus accesorios, colocado cerca del punto de entrada de la acometida a un vehículo de recreo y destinado a ser el medio de desconexión de la energía del vehículo de recreo.

Remolque para acampar. Vehículos portátiles montados sobre ruedas y contruidos con paredes laterales hechas de paneles desmontables, que pueden plegarse para ser remolcados por otros vehículos y desplegarse en el campamento para proporcionar alojamiento al viajar o acampar (véase vehículos de recreo).

Remolque para viajes. Un vehículo sobre ruedas diseñado y construido principalmente para proporcionar alojamiento temporal para recreo, acampar o viajar, de un tamaño y peso tales que no requiera permiso especial para circular en autopistas cuando es remolcado por un vehículo de motor y que tenga un área para vivienda menor que 30 m² (ver Vehículo de recreo).

Sitio para vehículos de recreo. Un espacio dentro de un estacionamiento para vehículos de recreo, destinado para el acomodo de cualquier vehículo de recreo, tiendas de campaña u otras unidades individuales para acampar en forma temporal.

Vehículo de recreo. Tipo de vehículo diseñado principalmente como alojamiento temporal para recreo, acampar o viajar, ya sea que tenga su propia fuerza motriz o esté montado sobre o remolcado por otro vehículo. Los tipos principales son: remolque para viajes, remolque para acampar, camión o camioneta para acampar y casa rodante.

551-4. Requisitos generales

a) No incluidos. Un vehículo de recreo que no se utilice para los propósitos definidos en 551-2, no es necesario que cumpla con las disposiciones de la Parte D, relacionadas con el número o la capacidad de los circuitos requeridos. Sin embargo, si el vehículo de recreo está provisto con una instalación eléctrica que debe estar alimentada por un sistema de corriente alterna de tensión nominal de 120 volts o 120/240 volts o 127/220 volts, debe cumplir con todos los demás requisitos aplicables de este Artículo.

b) Sistemas. Este Artículo cubre la combinación de sistemas eléctricos, instalación de generadores y sistemas de 120 volts, 127, 208Y/120 volts o 120/240 volts.

c) Etiquetas. Las etiquetas requeridas en el Artículo 551 deben estar hechas de bronce, acero inoxidable o plástico laminado grabado, estampado o en relieve de no menos de 0.13 mm (0.005 pulgadas) de espesor o de aluminio anodizado o recubierto de no menos de 0.5 mm (0.020 pulgadas) de espesor o su equivalente.

Parte B. Sistemas eléctricos combinados**551-20. Sistemas eléctricos combinados**

a) Generalidades. Se permite que el alambrado de vehículos para conexión a una batería o a una fuente de corriente continua, se conecte a una fuente de 120 volts, siempre y cuando el sistema completo de alambrado y el equipo tengan la capacidad y cumplan completamente con los requisitos de las partes A, B, C, D y E de este Artículo, para sistemas eléctricos de 120 volts. Los circuitos alimentados desde transformadores de corriente alterna no deben alimentar aparatos de corriente continua.

b) Convertidores de tensión (de 120 volts de corriente alterna a baja tensión de corriente continua). El lado de corriente alterna de un convertidor de 120 volts debe estar alambrado en completa conformidad con los requisitos de las partes A, B, y D, de este Artículo, para sistemas eléctricos de 120 volts.

Excepción: No están sujetos a lo indicado anteriormente, los convertidores suministrados como parte integral de un aparato.

Todos los convertidores y transformadores deben ser aprobados para uso en vehículos de recreo, y diseñados o equipados para proporcionar protección contra sobre temperaturas. Para determinar la capacidad nominal de los convertidores, se deben aplicar los siguientes porcentajes a la carga total conectada, incluyendo el régimen promedio de carga de la batería de todos los equipos de 12 volts.

Los primeros 20 amperes de la carga a 100 por ciento, más

Los segundos 20 amperes de la carga a 50 por ciento, más

La carga arriba de 40 amperes al 25 por ciento.

Excepción: Un aparato de baja tensión que es controlado por un desconectador de acción momentánea (normalmente abierto) que no tiene medios para mantenerse en la posición de cerrado, ni los refrigeradores que funcionan a 120 volts, no deben ser considerados como una carga conectada cuando se determine la capacidad nominal del convertidor requerido. Los aparatos energizados momentáneamente deben estar limitados a aquéllos utilizados para preparar el vehículo para su utilización o traslado.

c) Unión de la envolvente del convertidor de tensión. La envolvente metálica no portadora de corriente del convertidor de tensión se debe conectar al chasis del vehículo mediante un conductor de cobre con un tamaño mínimo de 8.37 mm² (8 AWG). El convertidor de tensión debe tener un conductor independiente de unión al chasis que no se debe usar como conductor portador de corriente.

d) Artefactos con tensión dual, incluyendo luminarias y aparatos. Los artefactos, incluyendo las luminarias y aparatos, que tengan conexiones tanto para 120 volts como para baja tensión, deben ser del tipo aprobado para tensión dual.

e) Autotransformadores. No se deben usar autotransformadores.

f) Contactos y clavijas. Cuando un vehículo de recreo esté equipado con un sistema de corriente alterna, un sistema de baja tensión, o ambos, los contactos y clavijas del sistema de baja tensión deben tener una configuración diferente de la del sistema de corriente alterna. Cuando un vehículo equipado con una batería u otro sistema de baja tensión tenga una conexión externa para alimentación a baja tensión, el conector debe tener una configuración tal que no admita alimentación de corriente alterna.

Parte C. Otras fuentes de energía**551-30. Instalación del generador**

a) Montaje. Los generadores deben estar montados de tal modo que estén unidos eficazmente al chasis del vehículo de recreo.

b) Protección del generador. El equipo debe estar instalado para asegurar que los conductores portadores de corriente procedentes del generador del motor y otra fuente de alimentación externa no sean conectados al mismo tiempo a un circuito del vehículo.

Los interruptores de transferencia automáticos en tales aplicaciones deben estar aprobados para usarse en uno de los siguientes casos:

(1) Sistemas de emergencia

(2) Sistemas de reserva opcionales

Los contactos usados como medios de desconexión deben estar accesibles (como se aplica a los métodos de alambrado) y ser capaces de interrumpir su corriente nominal sin riesgo para el operador.

c) Instalación de baterías y generadores. Las baterías y las unidades generadoras accionadas por motor de combustión interna (sometidas a los requisitos de esta NOM), se deben fijar en su lugar para evitar desplazamientos por vibraciones o golpes en las carreteras.

d) Ventilación de los compartimentos para generadores. Los compartimentos destinados a unidades generadoras accionadas por motor de combustión interna deben tener ventilación aprobada de acuerdo con las instrucciones suministradas por el fabricante de la unidad generadora.

e) Conductores de alimentación. Los conductores de alimentación desde el generador del motor a la primera terminal en el vehículo deben ser del tipo cableado e instalado en tubo conduit flexible aprobado o tubo conduit flexible hermético a líquidos aprobado. El punto de la primera terminal debe estar en uno de los siguientes lugares:

- (1) En el tablero de alumbrado y control;
- (2) En una caja de conexiones con una tapa ciega;
- (3) En una caja de conexiones con un contacto;
- (4) En un interruptor de transferencia dentro de una envolvente; o
- (5) En un conjunto de contacto aprobado para su uso en conjunto con el generador.

El tablero de alumbrado y control, el interruptor de transferencia encerrado o la caja de conexiones con un contacto deben ser instalados dentro de los 45 centímetros del punto de entrada de los conductores de alimentación en el vehículo. Debe montarse una caja de conexiones con una tapa ciega en la pared de compartimiento, dentro o fuera del compartimiento; en cualquier parte de la estructura de soporte del generador (pero no en el generador); en el piso del vehículo, sobre el exterior del vehículo o dentro de los 45 centímetros del punto de entrada de los conductores de alimentación en el vehículo. Debe montarse un ensamble de contactos junto con el generador de acuerdo con un método aprobado.

551-31. Fuente de alimentación múltiple

a) Fuentes de alimentación múltiple. Cuando se instale una fuente de alimentación múltiple, que conste de una fuente alterna de energía y un cordón de alimentación de energía, el alimentador de la fuente alterna de energía debe estar protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente. La instalación debe cumplir con lo indicado en 551-30(a) y (b) y 551-40.

b) Capacidad de fuentes de alimentación múltiples. No se requiere que las fuentes de alimentación múltiples sean de la misma capacidad.

c) Fuentes alternas de energía de más de 30 amperes. Si una fuente alterna de energía excede de 30 amperes, a 120 volts, se permite alambrear como un sistema de 120 volts, o como un sistema de 120/240 volts, provisto con un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor apropiado instalado en el alimentador.

d) Conjunto alimentador no menor que 30 amperes. Se permite que un conjunto alimentador externo sea menor que la carga calculada pero no menor que 30 amperes, y debe tener una protección contra sobrecorriente no mayor que la capacidad del conjunto alimentador externo.

551-32. Otras fuentes. Otras fuentes de energía de corriente alterna, tales como inversores o grupo motogenerador, deben estar aprobadas para uso en vehículos de recreo y deben estar instaladas de acuerdo con disposiciones aprobadas. Otras fuentes de energía de corriente alterna deben estar alambreadas en total conformidad con los requisitos de las Partes A, B, C, D y E de este Artículo, con respecto a sistemas eléctricos de 120 volts.

551-33. Restricciones de la fuente alterna de energía. El equipo de transferencia, si no está integrado a la fuente de energía, debe instalarse de modo que asegure que los conductores portadores de corriente desde otras fuentes de alimentación de corriente alterna y otra fuente alimentación externa no sean conectados al mismo tiempo al circuito del vehículo. Los interruptores de transferencia automáticos en tales aplicaciones deben estar aprobados para usarse en uno de los siguientes casos:

- (1) Sistemas de emergencia
- (2) Sistemas de reserva opcionales

Parte D. Sistemas de 120 volts o 120/240 volts

551-40. Sistemas de 120 volts o 120/240 volts

a) Requisitos generales. El equipo y materiales eléctricos de vehículos de recreo, indicados para estar conectados a un sistema de alambreado de tensión nominal de 120 volts, 2 fases con conductor de puesta a tierra de equipos, o un sistema de alambreado de tensión a 120/240 volts o, 3 fases con conductor de puesta a tierra de equipos deben estar aprobados e instalados de acuerdo con los requisitos de las Partes A, B, C, D y E de este Artículo. El equipo eléctrico conectado de línea a línea debe tener un valor de tensión de 208-230 volts.

b) Materiales y equipo. Los materiales eléctricos, dispositivos, aparatos, accesorios y otro equipo instalado, destinado para su uso dentro o colocados en un vehículo de recreo, deben estar aprobados. Todos los productos deben usarse sólo de la forma que han sido probados y encontrados adecuados para el uso destinado.

c) Protección con interruptor de circuito por falla a tierra. El alambrado interno de un vehículo de recreo que tenga un solo circuito derivado de 15 o 20 amperes como se permite en 551-42(a) y (b), debe tener una protección para personas por medio de un interruptor de circuito por falla a tierra. El interruptor de circuito por falla a tierra se debe instalar en el punto donde el conjunto alimentador termina dentro del vehículo de recreo. Cuando no se use un juego de cordón separable, se permite que el interruptor del circuito por falla a tierra sea parte integral de la clavija de conexión del conjunto alimentador. El interruptor de circuito por falla a tierra también debe proporcionar protección en el caso de que se desconecte un conductor del circuito puesto a tierra, o que se intercambien los conductores del circuito, o en ambos casos.

551-41. Salidas para contactos requeridas

a) Espaciamiento. Las salidas para contactos deben instalarse con un espaciamiento sobre las paredes cada 60 centímetros de ancho o más, de tal manera que ningún punto a lo largo de una línea en el piso esté a más de 1.8 metros, medido horizontalmente de cualquier contacto en ese espacio.

Excepción 1: Áreas de baños y corredores.

Excepción 2: El espacio de paredes ocupado por gabinetes de cocina, armarios, muebles para ropa, muebles empotrados y espacios que estén detrás de las puertas que se puedan abrir completamente contra la superficie de la pared o instalaciones similares.

b) Ubicación. Las salidas para contactos deben instalarse como sigue:

1) Adyacentes a las partes altas de las cubiertas de cocinas (por lo menos uno en cada lado del fregadero si la parte alta de la cubierta se prolonga a ambos lados y tiene un ancho y profundidad de 30 centímetros o más.

2) Adyacentes a espacios que alojen refrigeradores y estufas de gas; excepto cuando se instalen en fábrica un refrigerador a gas o un aparato de cocina y no requieran conexión eléctrica externa.

3) Adyacentes a espacios en la parte superior de la cubierta de 30 centímetros o más de ancho y profundidad, que no estén al alcance desde un contacto especificado en (1), por medio de un cordón de 1.80 metros sin cruzar áreas de paso, aparato de cocina o fregaderos.

4) Las cubiertas de azoteas que sean accesibles desde el interior del vehículo recreativo deben tener al menos un contacto instalado dentro del perímetro de la cubierta de la azotea. El contacto no debe estar ubicado a más de 1.2 metros por encima de la superficie del balcón, de la cubierta o del porche. El contacto debe cumplir con los requisitos de la sección 406-9(b) para lugares mojados.

c) Protección con interruptor de circuito por falla a tierra. Cada salida para contacto monofásico de 120 volts y 15 o 20 amperes, debe tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de las personas, en los lugares siguientes:

1) Adyacentes a lavabos de los baños.

2) Cuando los contactos están instalados para alimentar las superficies de las cubiertas y estén a una distancia no mayor que 1.80 metros de cualquier lavabo o fregadero.

Excepción 1: Los contactos instalados en espacios dedicados para aparatos, tales como lavavajillas, trituradores de desperdicios, refrigeradores, congeladores y equipo de lavandería.

Excepción 2: Contactos sencillos para las conexiones interiores de las secciones de la habitación expandibles.

Excepción 3: Contactos desenergizados que estén a una distancia no mayor que 1.80 metros de cualquier lavabo o fregadero debido a la retracción de la sección de la habitación expandible.

3) En el área ocupada por un sanitario, regadera, tina o cualquier combinación de ellas.

4) En el exterior del vehículo.

Excepción: No se exige que los contactos que estén ubicados en el interior de un tablero accesible, instalado fuera del vehículo para dar alimentación a un aparato instalado, tengan protección de interruptor de circuito por falla a tierra.

Se permite una salida para contacto en una luminaria. No se permite instalar una salida para contacto en una tina, o en un compartimento combinado de tina con ducha.

d) Posición hacia arriba. Un contacto no debe instalarse con la placa frontal hacia arriba en ninguna parte superior de una cubierta de la cocina ni en superficies horizontales similares dentro del área de la vivienda.

551-42. Circuitos derivados requeridos. Cada vehículo de recreo que contenga un sistema eléctrico de 120 o volts debe tener uno de los circuitos siguientes:

a) Un circuito de 15 amperes. Un circuito de 15 amperes para alimentar lámparas, salidas para contactos y aparatos fijos. Tales vehículos de recreo deben estar equipados con un interruptor de fusibles de 15 amperes, o un interruptor automático de 15 amperes.

b) Un circuito de 20 amperes. Un circuito de 20 amperes para alimentar lámparas, salidas para contactos y aparatos fijos. Tales vehículos de recreo deben estar equipados con un desconectador de fusibles de 20 amperes o un interruptor automático de 20 amperes.

c) De dos a cinco circuitos de 15 o 20 amperes. Se permite un máximo de cinco circuitos de 15 o 20 amperes para alimentar lámparas, salidas para contactos y aparatos fijos. Tales vehículos de recreo deben estar equipados con un tablero de distribución para una tensión máxima de 120 volts o 120/240 volts con un conjunto alimentador principal máximo de 30 amperes. En tales sistemas no debe haber instalados más de dos aparatos de 120 volts controlados por termostato (por ejemplo, un acondicionador de aire y calentador de agua) a menos que se utilicen desconectores de aislamiento, sistemas de administración de la energía o por otro método similar.

Excepción 1: Se permiten circuitos adicionales de 15 ó 20 amperes cuando sea empleado, un sistema administrador de energía aprobado, con capacidad máxima de 30 amperes.

Excepción 2: Se permiten seis circuitos de 15 ó 20 amperes, sin el empleo de un sistema de administración de energía, siempre que el sexto circuito agregado se utilice solamente para el convertidor de alimentación y la carga combinada de la totalidad de los seis circuitos no excede la carga permitida que fue diseñada para ser utilizada por los cinco circuitos originales.

NOTA: Véase 210-23(a) para cargas permitidas. Véase 551-45(c) para los requisitos de desconexión principal y protección contra sobrecorriente.

d) Más de cinco circuitos sin un sistema de administración de energía. Un conjunto alimentador de 50 amperes, 120/240 volts debe ser utilizado cuando se emplean seis o más circuitos y un tablero de alumbrado y control con una capacidad mínima de 50 amperes. La distribución de carga debe asegurar un razonable balance de corrientes entre fases.

551-43. Protección de los circuitos derivados

a) Capacidad nominal. La capacidad de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados debe ser:

- 1) No mayor que la de los conductores del circuito; y
- 2) No mayor que 150 por ciento de la capacidad de un aparato de 13.3 amperes o más, y alimentado por un circuito derivado individual, pero
- 3) No mayor que el tamaño de la protección contra sobrecorriente, marcada sobre un acondicionador de aire u otros aparatos accionados por motor.

b) Protección de conductores más pequeños. Se permite instalar un interruptor automático o un fusible de 20 amperes para la protección de los cables o cordones o aparatos pequeños, y de conductores de derivación de tamaño de 2.08 mm² (14 AWG), de una longitud no mayor que 1.80 metros para luminarias empotradas.

c) Contacto de 15 amperes considerado protegido por un dispositivo de 20 amperes. Si hay más de un contacto o una carga en un circuito derivado, se permite que el contacto de 15 amperes esté protegido por un interruptor automático o por un fusible de 20 amperes.

551-44. Conjunto de alimentación. Cada vehículo recreativo debe tener sólo uno de los conjuntos de fuente de alimentación tratados a continuación:

a) Ensamble de alimentación principal de 15 amperes. Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(a), deben emplear un ensamble alimentador principal aprobado de 15 amperes o mayor.

b) Ensamble alimentador principal de 20 amperes. Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(b), deben emplear un ensamble alimentador principal aprobado de 20 amperes o mayor.

c) Ensamble alimentador de 30 amperes. Los vehículos de recreo alambrados de acuerdo con lo indicado en 551-42(c), deben emplear un ensamble alimentador principal aprobado de 30 amperes o mayor.

d) Ensamble alimentador de 50 amperes. Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(d), deben emplear un ensamble alimentador principal aprobado de 50 amperes, en 120/240 volts.

551-45. Tablero de alumbrado y control

a) Aprobado y de capacidad adecuada. Se debe usar un tablero de distribución aprobado, de capacidad nominal apropiada u otro equipo específicamente aprobado para este uso. La barra de terminales del conductor puesto a tierra debe estar aislada como se indica en 551-54(c); Dentro de la envolvente del tablero de **alumbrado y control** se debe instalar una barra para las terminales de puesta a tierra de los equipos.

b) Ubicación. El tablero de alumbrado y control debe instalarse en un sitio de fácil acceso. Los espacios de trabajo para el tablero de alumbrado y control no deben ser menores de 60 centímetros de ancho y de 75 centímetros de profundidad.

Excepción 1: Cuando la cubierta del tablero de alumbrado y control quede expuesta al espacio interior de un pasillo, se permite reducir una de las dimensiones del espacio de trabajo a no menos de 55 centímetros. Se considera que un tablero de alumbrado y control está expuesto cuando la cubierta de éste está dentro de 5 centímetros de la superficie del acabado del pasillo, ni de más de 2.5 centímetros desde el lado posterior de las puertas que encierran el espacio.

Excepción 2: Se permite que las puertas de acceso al comportamiento de un generador estén equipadas con un sistema de bloqueo.

c) Tipo frente muerto. El tablero de alumbrado y control debe ser de tipo de frente muerto y debe consistir en uno o más interruptores automáticos o portafusibles tipo S. Cuando se usen fusibles, o más de dos interruptores automáticos debe instalarse un medio de desconexión principal. Cuando se instalen más de dos circuitos derivados, se debe instalar un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente que no exceda la capacidad del ensamble alimentador.

551-46. Medios de conexión a la fuente de alimentación

a) Conjunto alimentador. El o los conjuntos alimentadores deben ser suministrados o instalados de fábrica y debe ser de uno de los tipos indicados a continuación:

1) Separable. Cuando se proporcione un conjunto alimentador separable, compuesto de un cordón flexible con conector y clavija moldeada de conexión, el vehículo debe estar equipado con una entrada de superficie empotrada, montada de forma permanentemente (clavija de conexión tipo macho empotrada para base de motor), alambrado directamente al tablero de alumbrado y control por un método de alambrado aprobado. La clavija debe ser aprobada.

2) Conectado permanentemente. Cada conjunto alimentador debe estar directamente conectado a las terminales del tablero de distribución o a los conductores dentro de una caja de conexión y provista con los medios para impedir que se transmitan tensiones mecánicas a las terminales. La ampacidad de los conductores entre cada caja de conexiones y las terminales de cada tablero de distribución debe ser por lo menos igual que la del cordón de alimentación. El extremo del ensamble del alimentador debe estar equipado con una clavija de conexión del tipo descrito en (c) siguiente. Cuando el cordón pase a través de paredes o pisos, debe estar protegido por medio de tubo conduit y pasacables o su equivalente. El cordón de alimentación debe estar protegido permanentemente contra la corrosión y daño mecánico mientras el vehículo esté circulando (en tránsito) o cuando el ensamble de cordón se almacena o remueve para usarse.

b) Cordones. La longitud útil expuesta del cordón debe estar medida desde el punto de entrada al vehículo de recreo o desde el frente de la entrada de superficie empotrada (clavija de conexión para base de motor) hasta el frente de la clavija de conexión en el extremo de la alimentación.

La longitud útil expuesta del cordón, medida al punto de entrada en el exterior del vehículo, debe ser de al menos 7.50 metros cuando el punto de entrada esté en un costado del vehículo, o al menos de 9.00 metros cuando el punto de entrada al vehículo esté en la parte trasera.

Cuando la entrada del cordón al vehículo está a más de 90 centímetros sobre el terreno, la longitud mínima del cordón se debe aumentar en la distancia que hay en exceso de 90 centímetros.

NOTA: Sobre la ubicación del punto de entrada de un ensamble de alimentación en el exterior del vehículo recreativo, véase inciso (e) siguiente.

c) Clavijas de conexión

1) Unidades con un circuito derivado de 15 amperes. Los vehículos de recreo que tengan un solo circuito derivado de 15 amperes, como se permite en 551-42(a), deben tener una clavija de conexión de 2 polos, 3 conductores, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 15 amperes, 120 volts, que tengan la configuración mostrada en la Figura 551-46(c)(1).

NOTA: Para información adicional sobre configuraciones de clavijas, véase el apéndice B.

2) Unidades con un circuito derivado de 20 amperes. Los vehículos de recreo que tengan un solo circuito derivado de 20 amperes, como se permite en 551-42(b), deben tener una clavija de conexión de 2 polos, 3 conductores, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 20 amperes, 120 volts, que tengan la configuración indicada en la Figura 551-46(c)(1).

3) Unidades con dos a cinco circuitos derivados de 15 o 20 amperes. Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(c), deben tener una clavija de conexión de 2 polos, 3 conductores, del tipo con puesta a tierra de capacidad de 30 amperes, 120 volts, que cumpla con la configuración indicada en la Figura 551-46(c)(1), destinada para usarse con unidades de capacidad 30 amperes, 120 volts.

4) Unidades con ensamble de fuente de alimentación de 50 amperes. Los vehículos de recreo que tengan un conjunto alimentador de capacidad de 50 amperes, como lo permite 551-42(d), deben tener una clavija de conexión de 3 polos, 4 conductores, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 50 amperes, 127/220 o 120/240 volts, que cumpla con la configuración mostrada en la Figura 551-46 (c)(1).

d) Etiquetado en la entrada eléctrica. Cada vehículo de recreativo debe tener una etiqueta de seguridad con el término de señal ADVERTENCIA, escrito en letras de una altura mínima de 6 mm ($\frac{1}{4}$ de pulgada) y el texto en el cuerpo, con letras de una altura mínima de 3 mm, sobre un fondo contrastante. La etiqueta de seguridad debe estar fijada a la capa exterior, en o en las cercanías del punto de entrada de los cables de alimentación, el que debe llevar uno de los siguientes textos de advertencia, según corresponda:

ADVERTENCIA

**“ESTA CONEXIÓN ES PARA 110 - 120 volts, CORRIENTE ALTERNA, 60 HERTZ,
CON UN SUMINISTRO DE _____ AMPERES”**

o

**“ESTA CONEXIÓN ES PARA 220Y/127 VOLTS o 120/240 VOLTS, CORRIENTE ALTERNA,
3 FASES, 4 HILOS, 60 HERTZ,
CON SUMINISTRO DE _____ AMPERES”**

NO EXCEDER EL VALOR NOMINAL DEL CIRCUITO.

EXCEDER EL VALOR NOMINAL DEL CIRCUITO PUEDE CAUSAR

UN INCENDIO Y PROVOCAR MUERTES O LESIONES GRAVES

La capacidad nominal de corriente debe indicarse en el espacio en blanco.

e) Ubicación. El punto de entrada del ensamble alimentador debe estar ubicado a no más de 4.50 metros de la parte trasera del vehículo, en el lado izquierdo o en la parte trasera a la izquierda del vehículo dentro de una distancia de 45 centímetros de la pared exterior.

Excepción 1: Se permite que un vehículo de recreo equipado, solamente con un sistema flexible de drenaje aprobado o un sistema de ventilación y drenaje con escape lateral, que tenga el punto de entrada de suministro eléctrico en cualquier lado, siempre que los tubos de drenaje de la instalación sanitaria estén del mismo lado.

Excepción 2: Se permite que en un vehículo de recreo el punto de entrada de suministro eléctrico esté a más de 4.50 metros desde la parte trasera. Cuando esto ocurre, la distancia que exceda de 4.50 metros debe agregarse a la longitud mínima del cordón como se establece en 551-46(b).

Excepción 3: Se permitirá que los vehículos recreativos diseñados para el transporte de ganado tengan el punto de entrada de la instalación eléctrica ubicado en cualquiera de los lados o en el frente.

551-47. Métodos de alambrado

a) Sistemas de alambrado. Se permite utilizar cables y canalizaciones instalados según los Artículos 320, 322, 330 hasta 340, 342 hasta 362, 386 y 388 de acuerdo con sus Artículos aplicables, excepto que se especifique algo diferente en este Artículo. Se debe instalar un medio de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con lo indicado en 250-118.



Figura 551-46(c)(1).- Configuraciones para contactos y clavijas de conexión del tipo puesta a tierra utilizadas con los cordones de alimentación de los vehículos de recreo y sus estacionamientos

b) Tubo conduit. Cuando los tubos conduit metálicos del tipo pesado o tubos conduit metálicos semipesado terminen en una envolvente o en caja de conexiones con un conector, pasacables y contratuerca, se deben instalar dos contratuercas, una por dentro de la envolvente y otra por fuera. Los extremos del tubo conduit deben estar escariados o con acabado para eliminar los filos cortantes.

c) Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas son aceptables únicamente con cable con cubierta no metálica o canalizaciones no metálicas.

d) Cajas. En paredes y plafones de madera o de otro material combustible, las cajas y accesorios deben quedar al ras con el acabado de la superficie o sobresaliendo.

e) Montaje. Las cajas en paredes y cajas para plafones deben estar montadas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 314.

Excepción 1: Se permiten cajas del tipo de cierre con resorte o cajas provistas con herrajes especiales para pared o techo que las aseguren firmemente a las paredes o plafones.

Excepción 2: Se considera como medio aprobado para el montaje de una caja de salida, una placa de madera, que brinde un soporte de 4 centímetros como mínimo alrededor de la caja, y de un espesor mínimo de 13 milímetros o mayor, fijada directamente al panel de la pared.

f) Continuidad del cable y la canalización. El recubrimiento de los cables y las canalizaciones debe ser continuo entre las cajas y otras envolventes.

g) Protecciones. Se permite que los cables con armadura, tipo AC o, con recubrimiento no metálico y tubería conduit no metálica, pasen por el centro de la parte más ancha de las columnas de madera de 5 x 10 centímetros. Sin embargo, se deben proteger cuando pasen por columnas de madera de 5 x 5 centímetros o por otras columnas o bastidores en los que el cable o tubería esté a menos de 3.2 centímetros de la superficie interior o exterior. Para proteger al cable o tubería se requieren placas de acero a cada lado del cable o tubo, o un tubo de acero con espesor de pared no menor que 1.35 milímetros. Estas placas o tubos se deben fijar firmemente en su sitio. Cuando los cables con recubrimiento no metálico pasen a través de orificios, cortes, ranuras barrenadas o agujeros en partes metálicas, el cable debe protegerse por pasacables, o contratuercas aseguradas firmemente a la abertura.

h) Dobles o curvas. Ningún doblez o curva debe tener un radio menor que cinco veces el diámetro del cable.

i) Soportes para cable. Cuando los cables se conecten con conectores o abrazaderas, los cables deben estar soportados de manera segura a no más de 30 centímetros de las cajas de salida, de los tableros de alumbrado y control y de las cajas de conexión en los aparatos. Los soportes deben estar colocados a intervalos que no excedan de 1.40 metros en los demás lugares.

j) Cajas no metálicas sin abrazaderas para cable. Los cables con cubierta no metálica deben sujetarse de manera segura a no más de 20 centímetros de una caja de salida no metálica sin abrazaderas para cable. Cuando los dispositivos de alambrado con envolventes integrales son empleados con un bucle extra de cable para permitir reemplazos futuros del dispositivo, el bucle de cable se debe considerar como parte integral del dispositivo.

k) Daño físico. Cuando estén sujetos a daño físico, los cables con cubierta no metálica deben estar protegidos por cubiertas, tiras protectoras, canalizaciones u otros medios.

l) Placas frontales metálicas para contactos. Las placas frontales metálicas deben cumplir con la sección 406-5(a). Las placas frontales no metálicas deben cumplir con la sección 406-5(c).

m) Placas frontales metálicas puestas a tierra. Cuando se utilicen placas frontales metálicas, éstas deben estar puestas a tierra.

n) Humedad o daño físico. Cuando el alambrado al exterior o bajo el chasis sea de 120 volts, o más, y esté expuesto a la humedad o a daño físico, el alambrado debe estar protegido por tubo conduit metálico del tipo pesado, semipesado, o tubo conduit rígido de policloruro de vinilo o en un cable del Tipo MI que se fije sólidamente en las estructuras y envolventes de los equipos u otras canalizaciones o cables e identificados para ese uso.

o) Interconexión de componentes. Los conectores y accesorios destinados a estar ocultos al momento del armado deben estar aprobados e identificados para la interconexión de los componentes del edificio. Tales accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto a su aislamiento, elevación de temperatura, resistir la corriente de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes producidos durante el transporte del vehículo de recreo.

p) Métodos de conexión de unidades expandibles. El método de conexión de las unidades expandibles al cuerpo principal del vehículo debe cumplir con uno de los incisos siguientes:

1) Conexión con cordón y clavija. Las conexiones con cordón y clavija deben cumplir los subincisos (a) hasta (d) siguientes:

- (a) Se permite que aquella parte de un circuito derivado que esté instalada en una unidad expandible sea conectada a la parte del circuito derivado en el cuerpo principal del vehículo por medio de un cordón y clavija de conexión aprobados para uso rudo. El cordón y sus conexiones deben cumplir con todas las disposiciones del Artículo 400 y debe ser considerado como de uso permitido de acuerdo con lo establecido en 400-10. Cuando la clavija de conexión y el cordón están localizados en el interior del vehículo, se permite el uso de cordones paralelos con aislamiento termofijo o elastómero, tipo SPT-3, SP-3 o SPE.
- (b) Si el contacto provisto para la conexión del cordón al circuito principal está localizado en el exterior del vehículo, debe estar protegido con un interruptor de circuito de falla a tierra para seguridad de las personas y estar aprobado para lugares mojados. Un cordón localizado en el exterior de un vehículo debe estar aprobado e identificado para uso exterior.
- (c) A menos que el conjunto de cordón sea removible o pueda guardarse en el interior del vehículo, debe estar protegido permanentemente contra la corrosión y daños mecánicos mientras el vehículo esté circulando (en tránsito).
- (d) La clavija de conexión y el cordón deben estar instalados de modo que las terminales vivas de las clavijas no queden expuestas.

2) Alambrado directo. Se permitirá que la parte de un circuito derivado instalada en una unidad expandible se conecte a la parte del circuito derivado instalado en el cuerpo principal del vehículo, por medio de un cordón flexible instalado de acuerdo con (a) hasta (e) siguientes o por otro método de alambrado aprobado:

- (a) El cordón flexible debe estar aprobado para uso rudo y en lugares mojados.
- (b) Se permitirá que el cordón flexible esté expuesto en la parte inferior del vehículo.
- (c) Se permitirá que el cordón flexible pase por dentro de una pared o un ensamble de piso o ambos, en una longitud oculta máxima de 60 centímetros antes de terminar en la caja de conexiones o de salida.
- (d) Cuando esté oculto, el cordón flexible se debe instalar en tubo conduit o tubería no flexible, que sean continuos desde la caja de salida o de conexiones dentro del vehículo recreativo hasta una caja de salida, una caja de conexiones o un accesorio de alivio de tensión mecánica, todos ellos a prueba de intemperie y aprobados para su uso en lugares mojados, ubicados en la parte inferior del vehículo. La cubierta exterior del cordón flexible debe ser continua dentro de la caja de salida o conexiones.
- (e) Cuando el cordón flexible pase a través del piso hasta un área expuesta dentro del vehículo recreativo, se debe proteger por medio de tubo conduit y pasacables o un medio equivalente.

Cuando esté sometido a daños físicos, el cordón flexible se debe proteger con RMC (tubo conduit metálico pesado), IMC (tubo conduit metálico semipesado), PVC Cédula 80, RTRC (tubo conduit de resina termofija reforzada) u otro medio aprobado y se debe prolongar por lo menos 15 centímetros por encima del piso. Se debe proporcionar un medio para asegurar el cordón flexible en el sitio donde entra al vehículo recreativo.

q) Prealambrado para instalaciones de aire acondicionado. El prealambrado instalado para futuras instalaciones de aire acondicionado debe cumplir con lo siguiente y las demás de este Artículo que sean aplicables.

1) Debe estar instalado en el tablero de alumbrado y control un dispositivo de protección contra sobrecorriente con un valor nominal compatible con los conductores del circuito.

2) Las terminales de carga del circuito deben terminar en una caja de conexiones con una tapa ciega o un dispositivo aprobado para este propósito. Cuando se use una caja de conexiones con tapa ciega, las terminales libres de los conductores deben estar adecuadamente cubiertas o encintadas.

3) Debe colocarse una etiqueta conforme con lo indicado en 551-46(d) sobre o adyacente a la tapa de la caja de conexiones con la leyenda:

ADVERTENCIA

CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO

ESTA CONEXIÓN ES PARA AIRE ACONDICIONADO A 110 VOLTS – 120 VOLTS,

CORRIENTE ALTERNA, 60 HERTZ, ____ AMPERES.

NO SE DEBE EXCEDER LA CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO

**EXCEDER EL VALOR NOMINAL DEL CIRCUITO PUEDE CAUSAR UN INCENDIO Y PROVOCAR
MUERTES O LESIONES GRAVES**

El valor nominal de corriente no debe exceder 80 por ciento del valor nominal del circuito, y se debe indicar legiblemente en el espacio en blanco.

4) El circuito no debe servir para ningún otro propósito.

r) Prealambrado para la instalación de un generador. El prealambrado instalado para la conexión futura de un generador debe estar conforme con lo indicado en lo siguiente y las demás de este Artículo que les sean aplicables.

1) Los conductores del circuito deben ser del tamaño apropiado en relación con la carga prevista como se indica en la etiqueta requerida en (4) de esta subsección.

2) Cuando sean utilizadas cajas de conexiones en el origen del circuito o en puntos terminales, las terminales libres de los conductores deben estar adecuadamente cubiertas o encintadas.

3) Cuando se instalen dispositivos tales como salidas para contactos, interruptores de transferencia u otros similares, la instalación debe estar completa, incluyendo las conexiones de los conductores del circuito. Todos los dispositivos deben estar aprobados y tener un valor adecuado.

4) Debe estar colocada sobre la cubierta de cada caja de conexiones, que contenga al circuito incompleto, una etiqueta conforme con lo indicado en 551-46(d) y con la siguiente leyenda apropiada:

ADVERTENCIA

GENERADOR

INSTALAR ÚNICAMENTE UN GENERADOR PARA USO EN VEHÍCULOS RECREATIVOS

CON PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

DE 110-125-VOLTS C.A. NOMINALES,

60 HZ, ____ AMPERES MÁXIMO

O

GENERADOR

INSTALAR ÚNICAMENTE UN GENERADOR PARA USO EN VEHÍCULOS RECREATIVOS

CON PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

DE 120-240-VOLTS C.A. NOMINALES,

60 HZ, ____ AMPERES MÁXIMO

El valor nominal en amperes debe estar marcado legiblemente en el espacio en blanco.

s) Prealabrado para otros circuitos. El prealabrado instalado con el fin de instalar otros aparatos o dispositivos debe cumplir las partes aplicables de este artículo y las siguientes:

- (1) En el tablero de alumbrado y control se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor compatible con los conductores del circuito y con las conexiones del alambrado terminadas.
- (2) El extremo de la carga del circuito debe terminar en una caja de conexiones con tapa ciega o un dispositivo aprobado para este propósito. Cuando se utilice una caja de conexiones con tapa ciega, los extremos libres de los conductores se deben aislar o cubrir con cinta adecuadamente.
- (3) En la caja de unión o adyacente a ella o al dispositivo aprobado para el propósito se debe colocar una etiqueta, conforme con 551-46 (d) con la siguiente información:

ADVERTENCIA

**ESTA CONEXIÓN ES PARA _____ CON CAPACIDAD NOMINAL DE
_____ VOLTS CORRIENTE ALTERNA, 60 HERTZ, _____ AMPERES MÁXIMO**

**NO EXCEDER EL VALOR NOMINAL DEL CIRCUITO EXCEDER EL VALOR NOMINAL DEL CIRCUITO
PUEDE**

CAUSAR UN INCENDIO Y PROVOCAR MUERTES O LESIONES GRAVES

Un valor nominal en amperes que no exceda del 80 por ciento del valor nominal del circuito debe estar marcado de manera legible en el espacio en blanco

551-48. Conductores y cajas. El número máximo de conductores permitido en cajas debe cumplir con lo indicado en 314-16.

551-49. Conductores puestos a tierra. La identificación de los conductores puestos a tierra debe estar de acuerdo con lo indicado en 200-6.

551-50. Conexión de terminales y empalmes. Los empalmes de conductores y conexiones en terminales deben estar de acuerdo con lo indicado en 110-14.

551-51. Interruptores

a) Los interruptores deben tener una capacidad nominal como se indica a continuación:

1) Circuitos de alumbrado. Para los circuitos de alumbrado, los interruptores no deben tener un valor nominal menor de 10 amperes, 120 volts, y en ningún caso menor que la carga conectada.

2) Motores u otras cargas. Los interruptores para motores u otras cargas deben cumplir con las disposiciones de 404-14.

b) Ubicación. Los interruptores no se deben instalar dentro de lugares mojados, en los espacios para regaderas o bañeras, a menos que se instalen como parte de un ensamble listado para regadera o bañera.

551-52. Contactos. Todas las salidas para contactos deben ser del tipo de puesta a tierra y deben estar instalados de acuerdo con lo indicado en 406-4 y 210-21.

551-53. Luminarias

a) Generalidades. Cualquier acabado combustible de paredes o techos que esté expuesto entre el borde de un platillo o cubierta ornamental para luminaria o ventilador (de aspas) suspendido del cielo raso y la caja de salida, debe estar cubierto con un material no combustible o un material identificado para ese uso.

b) Luminarias en regaderas. Si se instala una luminaria sobre tinajas o regaderas debe ser del tipo cerrado y con empaque aprobado para este tipo de instalación, y estar protegido por un interruptor de circuito de falla a tierra.

c) Luminarias, salidas, equipo de aire acondicionado y otros en el exterior. Las luminarias en exteriores y otros equipos deben estar aprobados para uso exterior.

551-54. Puesta a tierra. (Para la unión de partes metálicas no portadoras de corriente, véase también 551-56).

a) Puesta a tierra de la fuente de energía. El conductor de puesta a tierra del cordón de alimentación o del alimentador debe estar conectado a la barra de puesta a tierra u otros medios aprobados de puesta a tierra en el tablero de alumbrado y control.

b) Tablero de alumbrado y control. El tablero de distribución debe tener una barra de puesta a tierra con terminales suficientes para todos los conductores de puesta a tierra o contar con otros medios aprobados de puesta a tierra.

c) Conductor puesto a tierra aislado (Conductor neutro). El conductor puesto a tierra (conductor neutro) del circuito debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de equipo y de las envolventes de los equipos y otras partes puestas a tierra. Las terminales del conductor puesto a tierra del circuito (conductor neutro) en el tablero de alumbrado y control y en estufas, secadoras de ropa, unidades de cocción en cubiertas y hornos montados en la pared, deben aislarse de las envolventes de equipo. Los tornillos de unión, cintas o barras de unión en el tablero de alumbrado y control o en aparatos deben ser retirados y desechados. La conexión de estufas eléctricas y secadoras de ropa eléctricas que utilicen un conductor puesto a tierra (neutro), si son conectados con cordón, debe estar hecha con un cordón de 4 conductores y con clavija y contacto del tipo de puesta a tierra de 3 polos, 4 hilos.

551-55. Puesta a tierra de equipo interior

a) Partes metálicas expuestas. En el sistema eléctrico, todas las partes metálicas expuestas, envolventes, bastidores, tapas ornamentales de las luminarias, y similares, deben estar efectivamente unidas a las terminales de puesta a tierra o a la envolvente del tablero de alumbrado y control.

b) Conductores de puesta a tierra y unión de los equipos. Alambres desnudos, alambres con aislamiento de color verde, o verdes con franjas amarillas deben ser empleados únicamente como conductores de puesta a tierra de equipo.

c) Puesta a tierra de equipo eléctrico. La puesta a tierra de los equipos se debe hacer por uno o más de los siguientes métodos:

- (1) Conexión de envolventes metálicas, la cubierta de cables tipo MC o MC-HL y tipo MI cuando la cubierta esté identificada para puesta a tierra, o la armadura del cable tipo AC a las envolventes metálicas.
- (2) Una conexión entre uno o más conductores de puesta a tierra de equipo y una caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra, el cual no debe ser usado para otro propósito o un dispositivo de puesta a tierra apropiado.
- (3) Se permite que el conductor de puesta a tierra de equipo de un cable con cubierta no metálica esté asegurado por medio de un tornillo roscado en la tapa ornamental de una luminaria, diferente a un tornillo de montaje o un tornillo de cubierta, o sujeto a un medio de puesta a tierra aprobado (placa) en una caja registro de salida no metálica para el montaje de la luminaria (se permiten también medios de puesta a tierra para los tornillos de fijación de las luminarias).

d) Conexiones de puesta a tierra en cajas no metálicas. Una conexión entre uno o más conductores de puesta a tierra del equipo colocados dentro de una caja de salida no metálica, debe estar dispuesta de tal forma que la conexión del conductor de puesta a tierra de equipos pueda hacerse a cualquier accesorio o dispositivo en la caja que requiere puesta a tierra.

e) Continuidad de puesta a tierra. Cuando más de un conductor de puesta a tierra de equipos o un conductor de unión de un circuito derivado entre a una caja, los conductores deben tener un adecuado contacto eléctrico entre sí, y el arreglo debe hacerse de tal manera que la desconexión o remoción de un contacto, luminaria u otro dispositivo, alimentado desde la caja no interfiera o interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

f) Aparatos conectados con cordón. Los aparatos conectados con cordón, como lavadoras, secadoras de ropa, refrigeradores, y el sistema eléctrico de cocinas de gas, u otros similares, deben estar puestos a tierra por medio de un cordón aprobado como un conductor de puesta a tierra de equipo y con clavijas del tipo de puesta a tierra.

551-56. Unión de partes metálicas no portadoras de corriente

a) Unión requerida. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, que puedan ser energizadas, deben unirse efectivamente a las terminales de puesta a tierra o a la envolvente del tablero de alumbrado y control.

b) Unión del chasis. Un conductor de unión debe conectarse entre cualquier tablero de alumbrado y control y una terminal accesible en el chasis. Los conductores de aluminio o aleación cobre-aluminio no deben usarse para la conexión, si tales conductores o sus terminales están expuestos a elementos corrosivos.

Excepción: Debe considerarse como unido cualquier vehículo de recreo que emplee un chasis metálico de construcción unitaria al cual el tablero de alumbrado y control esté firmemente asegurado con pernos y tuercas o por soldadura o remachado.

c) Requisitos del conductor de unión. Las terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y aprobados como conectores de terminales de presión y adecuados al tamaño del alambre utilizado. Los conductores de unión deben ser de un solo alambre o cableados o aislados o desnudos y de cobre de tamaño nominal como mínimo de 8.37 mm² (8 AWG).

d) Unión de techos metálicos y recubrimiento exterior. El techo metálico y el recubrimiento exterior deben considerarse unidos cuando:

- (1) Los paneles metálicos se coloquen uno sobre otro y estén firmemente asegurados a la estructura de madera o metal por medio de sujetadores metálicos; y
- (2) Los paneles inferiores de la cubierta exterior metálica estén asegurados por medio de sujetadores metálicos en cada travesaño del chasis, o el panel inferior esté unido al chasis con una cinta metálica.

e) Unión de tubería de gas, agua y drenaje. Las tuberías de gas, agua y drenaje deben considerarse que están puestas a tierra cuando se unen al chasis.

f) Unión de ductos metálicos de aire y hornos. Los ductos metálicos de circulación de aire y hornos deben estar unidos.

551-57. Sujeción y acceso a los aparatos. Cada aparato debe ser accesible para inspección, servicio, reparación y reemplazo sin remover la construcción permanente. Se deben proporcionar los medios para asegurar firmemente los aparatos en su lugar cuando el vehículo de recreo esté circulando.

Parte E. Pruebas en fábrica

551-60. Pruebas eléctricas en fábrica. Cada vehículo de recreo diseñado con un sistema eléctrico de 120 ó 120/240, 127/220 volts, debe soportar una tensión aplicada, sin ruptura del dieléctrico, entre los conductores puestos a tierra y los de fase y la tierra del vehículo de recreo, a una tensión de 900 volts de corriente alterna o 1280 volts de corriente continua, durante 1 minuto, o a una prueba de resistencia dieléctrica a una tensión de 1080 volts de corriente alterna o 1530 volts de corriente directa durante 1 segundo con todos los desconectadores cerrados. Durante la prueba, todos los desconectadores y demás controles deben estar en la posición de conectado. Las luminarias y aparatos permanentemente instalados no requieren pasar esta prueba. La prueba debe efectuarse después de que los circuitos derivados estén terminados, antes de energizar el sistema, y nuevamente después de que todas las cubiertas exteriores y gabinetes han sido aseguradas. La prueba dieléctrica se deberá hacer conforme a las instrucciones del fabricante del equipo de prueba.

Cada vehículo de recreo debe sujetarse a lo siguiente:

- (1) una prueba de continuidad eléctrica para asegurar que todas las partes metálicas están adecuadamente unidas;
- (2) pruebas de operación para demostrar que todos los equipos están apropiadamente conectados y operando adecuadamente; y
- (3) pruebas de polaridad para verificar que las conexiones se han efectuado apropiadamente.
- (4) prueba para demostrar que los dispositivos de protección contra falla a tierra instalados en el vehículo recreativo funcionan correctamente.

Parte F. Estacionamientos de los vehículos de recreo

551-71. Tipo de contactos suministrados

a) 20 Amperes. Cada estacionamiento para vehículo de recreo con suministro eléctrico debe estar equipado con equipo de suministro para vehículos recreativos con al menos un contacto de 20 amperes, 120 volts.

b) 30 Amperes. Un mínimo de 70 por ciento de todos los lugares para estacionamiento de vehículos de recreo con suministro eléctrico debe estar equipado con un contacto de 30 amperes, 120 volts, conforme con lo indicado en la Figura 551-46(c)(1). Se permite que este suministro incluya un contacto adicional conforme con lo indicado en 551-81. El resto de los lugares de vehículos de recreo con suministro eléctrico, deben estar equipados con uno o más contactos cuya configuración esté de acuerdo con lo indicado en 551-81.

c) 50 Amperes. Cuando menos el 20 por ciento de los lugares existentes y el 40 por ciento de todos los nuevos lugares para vehículos de recreo con suministro eléctrico, deben contar cada uno con un contacto de 50 amperes a 120/240 ó 127/220 volts, que cumpla con la configuración indicada en la Figura 551-46(c)(1). Todos los lugares para vehículos recreativos equipados con un contacto de 50 amperes también deben estar equipados con un contacto de 30 amperes, 125 volts que cumpla con lo ilustrado en la Figura 551.46(c)(1). Se permite que estos suministros eléctricos incluyan contactos adicionales que tengan las configuraciones de acuerdo con lo indicado en 551-81.

d) Lugares para tiendas de campaña. Cuando se determine el porcentaje de lugares para vehículos de recreo con contactos de 30 ó 50 amperes, se permite excluir a los lugares dedicados a carpas (tiendas de campaña) con una alimentación de 15 ó 20 amperes.

e) Contactos adicionales. Dentro del estacionamiento de vehículos de recreo se permite que haya contactos adicionales para la conexión de equipo eléctrico fuera del vehículo de recreo.

f) Protección GFCI. Todos los contactos monofásicos de 15 ó 20 amperes, 120 volts, deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra aprobado para protección de personas. Los dispositivos GFCI usados en los lugares para el equipo eléctrico de los vehículos recreativos no se requerirá sean resistentes al clima y a la manipulación de acuerdo con las secciones 406-9 y 406-12.

NOTA: El porcentaje de lugares con alimentación de 50 amperes exigido en la sección 551-71 puede no ser adecuado para sitios de vehículos recreativos de temporadas, los cuales atienden un más alto porcentaje de vehículos recreativos con sistemas eléctricos de 50 amperes. En ese tipo de estacionamientos para vehículos recreativos, el porcentaje de sitios con 50 amperes podría aproximarse al 100 por ciento.

551-72. Sistema de distribución

a) Sistemas. Los sistemas de distribución deberán proporcionar la tensión y tener la capacidad para los contactos de los lugares para el equipo eléctrico de los vehículos recreativos calculados de acuerdo con la sección 551-73 y deberán tener una ampacidad no menor de 30 amperes. Los sistemas permitidos incluyen 120 volts, 1-fase; 120/240 volts, 1-fase; y 120/208 volts, 1-fase.

b) Sistemas de tres fases. Se permitirá que los alimentadores de sistemas de 208Y/120 volts, 3 fases, incluyan dos conductores no puestos a tierra y deberán incluir un conductor puesto a tierra y un conductor de puesta a tierra de equipo. Dentro de lo posible, se deberán distribuir las cargas equitativamente en el sistema de 3 fases.

c) Contactos. Los contactos con valor nominal de 50 amperes se deben alimentar desde un circuito derivado con valor nominal y la clase de tensión del contacto. Para otros lugares para vehículos de recreo con contactos de 20 y 30 amperes a 120 volts pueden derivarse de cualquier sistema de distribución puesto a tierra que alimente una fuente monofásica de 120 volts. Los conductores neutros no deben reducirse en tamaño nominal por abajo de los conductores de fase para la distribución del estacionamiento.

d) Conductores neutros. Se permite que los conductores neutros se reduzcan en tamaño nominal por abajo del mínimo requerido para los conductores de fase, únicamente para cargas conectadas permanentemente a 220 volts, fase a fase.

NOTA: Debido a las longitudes típicas de los circuitos en los estacionamientos para vehículos recreativos, los tamaños de los conductores de los alimentadores basados en las Tablas del Artículo 310, podrían ser inadecuados para mantener la regulación de tensión sugerida en la sección 215-2(a)(1) Nota 2. La caída de tensión total del circuito es la suma de la caída de tensión en cada segmento en serie del circuito, cuando la carga para cada segmento se calcula utilizando la carga que ve el segmento y los factores de demanda mostrados en la Tabla 551-73(a).

551-73. Cálculo de cargas

a) Bases del cálculo. La acometida y los alimentadores eléctricos deben calcularse basándose en no menos de:

- (1) 12000 voltamperes, por lugar equipado con instalaciones de suministro de 50 amperes a 120/240 volts;
- (2) 3600 voltamperes, por lugar equipado con instalaciones de suministro de 20 y 30 amperes;
- (3) 2400 voltamperes, por lugar equipado con instalación de suministro de 20 amperes; y
- (4) 600 voltamperes, por lugar equipado con instalaciones de alimentación de 20 amperes que son dedicados exclusivamente a tiendas de campaña.

Los factores de demanda mostrados en la Tabla 551-73(a) deben ser los mínimos permitidos que se utilicen en el cálculo de la carga para la acometida y los alimentadores. Cuando el suministro eléctrico para un lugar para un vehículo de recreo tenga más de un contacto, el cálculo de la carga debe realizarse únicamente para el contacto de valor nominal mayor.

Cuando la alimentación eléctrica esté en un lugar que sirva a dos vehículos recreativos, el equipo para ambos lugares debe cumplir lo indicado en 551-77 y la carga calculada sólo se debe determinar para los dos contactos con valor nominal más alto.

**Tabla 551-73(a).- Factores de demanda para los conductores de entrada
de acometida y alimentadores para lugares de estacionamiento**

Número de lugares para vehículos de recreo	Factor de demanda Por ciento	Número de lugares para vehículos de recreo	Factor de demanda Por ciento
1	100	10 a 12	50
2	90	13 a 15	48
3	80	16 a 18	47
4	75	19 a 21	45
5	65	22 a 24	43
6	60	25 a 35	42
7 a 9	55	36 y más	41

b) Factores de demanda. El factor de demanda para un número dado de lugares debe aplicarse a todos los lugares indicados. Por ejemplo, 20 lugares calculados a 45 por ciento de 3600 voltamperes, resulta con una demanda permitida de 1620 voltamperes por lugar, con un total de 32 400 voltamperes para los 20 lugares.

NOTA: Estos factores de demanda pueden ser inadecuados en lugares con temperaturas extremas de calor o frío con circuitos cargados por aparatos de calefacción o aire acondicionado.

Las cargas para otras instalaciones de recreo, tales como, pero no limitadas a edificios de inmuebles, edificios de recreo y piscinas, se deben dimensionar separadamente y luego se deben agregar al valor calculado para los lugares de vehículos de recreo, cuando ellos son alimentados por una sola acometida.

551-74. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe proporcionarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240.

551-75. Puesta a tierra.

a) General. Todos los equipos eléctricos e instalaciones en los estacionamientos de vehículos de recreo deben estar puestos a tierra como lo prescribe el Artículo 250.

b) Electrodo de puesta a tierra. No se requerirá que las salidas de fuerza o lugares de suministro a equipos de vehículos recreativos, diferentes a aquellos usados como equipo de acometida, tengan electrodo de puesta a tierra. Se permitirá que se instale un electrodo auxiliar de puesta a tierra de acuerdo con la sección 250-54.

551-76. Puesta a tierra del equipo de acometida para sitios de vehículos de recreo

a) Partes metálicas expuestas no portadoras de corriente. Las partes expuestas no-portadoras de corriente de equipo fijo, cajas metálicas, gabinetes y accesorios, que no estén eléctricamente conectadas a un equipo puesto a tierra, deben estar puestas a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos que vaya con los conductores del circuito desde el equipo de acometida o desde el transformador de un sistema de distribución secundaria. Los conductores de puesta a tierra de equipo deben estar calculados de acuerdo con lo indicado en 250-122, y se permite que estén empalmados por medios aprobados.

La instalación de las conexiones de puesta a tierra de los equipos debe ser tal que la desconexión o desmontaje de un contacto u otro dispositivo, no interfiera ni interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

b) Sistema de distribución secundaria. Cada sistema de distribución secundaria debe estar puesto a tierra en el transformador.

c) El conductor puesto a tierra no debe ser usado como puesta a tierra de equipo. El conductor puesto a tierra no debe ser usado como puesta a tierra de equipo para vehículos de recreo o equipo dentro del estacionamiento.

d) Sin conexión en el lado de la carga. Ninguna conexión a un electrodo de puesta a tierra debe hacerse al conductor puesto a tierra en el lado de la carga de los medios de desconexión de acometida excepto lo indicado en 250-30(a) para sistemas derivados separados y por 250-32(b) excepción No. 1 para edificios separados.

551-77. Equipo de alimentación para los lugares de vehículos de recreo

a) Ubicación. Cuando se proporcione el equipo de alimentación eléctrica de los lugares para vehículos de recreo, deben ubicarse a la izquierda del vehículo estacionado (del lado del camino), en 1.50 metros a 2.10 metros desde el borde izquierdo (lado del conductor del vehículo recreativo estacionado) del lugar de estacionamiento y debe estar ubicado en cualquier punto sobre esta línea desde la parte posterior del lugar de estacionamiento hasta 4.50 metros adelante de la parte posterior de dicho lugar.

En los lugares para salida frontal, se permitirá que el equipo de alimentación eléctrica esté localizado en cualquier punto a lo largo de la línea que esté de 1.50 metros a 2.10 metros desde el borde izquierdo (lado del conductor del vehículo recreativo estacionado), desde 4.90 metros adelante de la parte trasera del lugar de estacionamiento hasta el punto central entre los dos caminos que brindan acceso y salida de los lugares con salida frontal.

El borde izquierdo (lado del conductor del vehículo recreativo estacionado) del lugar deberá estar marcado

b) Medios de desconexión. Debe instalarse un desconectador o un interruptor automático en el equipo de alimentación del lugar para desconectar el suministro de energía al vehículo de recreo.

c) Acceso. Todo equipo de alimentación del lugar debe estar accesible por una entrada no obstruida o pasillo no menor que 60 centímetros de ancho y 2.00 metros de alto.

d) Altura de montaje. El equipo de alimentación del lugar debe localizarse a no menos de 60 centímetros y no más de 2.00 metros sobre el nivel del piso.

e) Espacio de trabajo. Se debe proporcionar y mantener espacio suficiente alrededor de todo equipo eléctrico para permitir su operación rápida y segura, de acuerdo con lo indicado en 110-26.

f) Marcado. Cuando el equipo de alimentación del lugar contenga un contacto a 120/240 ó 127/220 ó 125/250 volts, el equipo debe marcarse como sigue: "Antes de insertar o remover la clavija, coloque en posición fuera (off) el interruptor de desconexión o el interruptor automático. La clavija debe estar insertada o removida totalmente". El marcado debe localizarse sobre el equipo adyacente a la salida para el contacto.

551-78. Protección del equipo exterior

a) Lugares mojados. Todos los desconectadores, interruptores automáticos, contactos, equipo de control y medidores localizados en lugares mojados o en el exterior de un edificio, deben ser equipos a prueba de lluvia.

b) Medidores. Si están instalados medidores secundarios, las bases de los medidores, cuando no estén usados, deben estar cubiertas con una placa ciega adecuada.

551-79. Libramiento de los conductores aéreos. Los conductores aéreos de no más de 1000 volts nominales deben tener un claro vertical no menor que 5.50 metros y un claro horizontal no menor que 90 centímetros en todas las áreas sujetas al movimiento de vehículo de recreo. En las demás áreas, los claros deben cumplir con lo indicado en 225-18 y 225-19.

NOTA: Para información adicional sobre libramientos de conductores de más de 600 volts, véase 225-60 y 225-61.

551-80. Conductores de acometida subterránea, del alimentador, del circuito derivado y conductores de circuito alimentador del lugar para vehículo de recreo

a) Generalidades. Todos los conductores directamente enterrados, incluyendo el conductor de puesta a tierra de equipo, si es de aluminio, deben estar aislados y aprobados para tal uso. Todos los conductores deben ser continuos de equipo a equipo. Todos los empalmes y derivaciones deben hacerse en cajas de empalme aprobadas o por el uso de material aprobado e identificado para ese propósito.

b) Protección contra daño físico. Los conductores enterrados directamente y cables que entren o salgan de una trinchera deben estar protegidos por tubo conduit metálico pesado o semipesado, o ligero con protección adicional contra la corrosión, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo (PVC), tubo conduit subterráneo no metálico con conductores tipo NUCC, tubo conduit de polietileno de alta densidad tipo HDPE, tubo conduit de resina termofija reforzada tipo RTRC, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, u otras canalizaciones o envoltentes aprobadas. Cuando estén sujetos a daño físico, los conductores o cables deben protegerse por tubo conduit metálico pesado o semipesado o tubo conduit rígido de policloruro de vinilo (PVC) tipo pesado o RTRC aprobado para exposición a daño físico. Esta protección debe extenderse a por lo menos 45 centímetros dentro de la trinchera desde el nivel del piso terminado.

NOTA: Véase 300-5 y el Artículo 340 para información de conductores o cable tipo UF, usado en instalaciones subterráneas o directamente enterrado.

551-81. Contactos. Un contacto para suministro de energía eléctrica para vehículos de recreo debe tener alguna de las configuraciones mostradas en la Figura 551-46(c)(1) y los siguientes valores:

a) 50 amperes: 127/220 ó 120/240 volts, 3 polos, 4 hilos, del tipo de puesta a tierra para sistemas de 120/240 volts.

b) 30 amperes: 120 volts, 2 polos, 3 hilos, del tipo de puesta a tierra para sistemas de 120 volts.

c) 20 amperes: 120 volts, 20 amperes, 2 polos, 3 hilos, del tipo de puesta a tierra para sistemas de 120 volts.

ARTÍCULO 552

ESTACIONAMIENTO DE REMOLQUES

Parte A. Generalidades

552-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para los conductores y equipo eléctrico instalados dentro o sobre remolques estacionados, no cubiertos totalmente en los Artículos 550 y 551.

552-2. Definiciones. (Véanse los Artículos 100, 550 y 551 para otras definiciones).

Remolque estacionado: Unidad que cumple con los siguientes criterios: (a) construido sobre un chasis montado sobre ruedas; (b) tiene un área total no mayor que 37 m², una vez armado.

552-4. Requerimientos generales. Un remolque estacionado como el especificado en 552-2 está destinado para uso de temporada. No está destinado como vivienda permanente o para usos comerciales tales como bancos, clínicas, oficinas o similar.

552-5. Etiquetas. Las etiquetas requeridas por el Artículo 552 deben estar hechas de bronce, acero inoxidable o plástico laminado grabado, estampado o en relieve de no menos de 0.13 mm (0.005 pulgadas) de espesor o de aluminio anodizado o recubierto de no menos de 0.5 mm (0.020 pulgadas) de espesor o su equivalente.

Parte B. Sistemas de baja tensión

552-10. Sistemas de baja tensión

a) Circuitos de baja tensión. Los circuitos de baja tensión suministrados e instalados por el fabricante de remolques estacionados, excepto los relacionados con los frenos, están sujetos a esta NOM. Los circuitos que alimentación para las luces deben cumplir con los requerimientos federales o estatales y con esta NOM.

b) Alambrado de baja tensión

1) Material. Deben usarse conductores de cobre para los circuitos de baja tensión.

Excepción: Se permite usar el chasis o estructura metálica como trayectoria de retorno a la fuente de alimentación.

2) Tipos de conductores. Los conductores deben estar conforme a los requerimientos de los tipos GXL, HDT, SGT, SGR o SXL, o deben tener un aislamiento de acuerdo con lo indicado en la Tabla 310-104 (a) o equivalente. Los conductores de tamaño nominal de 13.3 mm² (6 AWG) hasta 0.824 mm² (18 AWG) deben estar aprobados. Los conductores individuales de baja tensión deben ser del tipo cableado.

NOTA: Para información adicional sobre los tipos GXL, HDT y SXL, véase el apéndice B.

3) Marcado. Todos los conductores aislados de baja tensión deben estar marcados sobre la superficie exterior a intervalos no mayores a 1.20 metros como sigue:

- (1) Deben estar marcados de acuerdo con lo indicado en esta NOM o norma del producto.
- (2) Los conductores de uso automotriz deben estar marcados con el nombre o logotipo del fabricante, designación de especificación, y el tamaño nominal.
- (3) Otros conductores deben estar marcados con el nombre o logotipo del fabricante, temperatura máxima de operación, tamaño nominal, material del conductor y espesor del aislamiento.

c) Métodos de alambrado en baja tensión

1) Protección física. Los conductores deben protegerse contra daño físico y deben estar asegurados. Cuando se instalen conductores aislados con abrazaderas a la estructura, el aislamiento del conductor debe estar reforzado con una envoltura o capa de material equivalente, excepto que la cubierta del cable no requiera protegerse. El alambrado debe mantenerse lejos de filos cortantes, partes en movimiento o fuentes de calor.

Excepción: No se permite el uso del tubo de polietileno del Artículo 364.

2) Empalmes. Los conductores deben estar empalmados o unidos con dispositivos de empalme que provean una conexión segura o por soldadura. Los empalmes soldados deben primero empalmarse o unirse mecánica y eléctricamente de manera segura sin soldadura, y posteriormente soldarse. Todos los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben estar cubiertos con un aislamiento equivalente al de los conductores.

3) Separación. Los circuitos de baterías y otros circuitos de baja tensión deben separarse físicamente al menos 13 milímetros de espacio o por otros medios adecuados para circuitos de diferentes fuentes de energía. Son métodos aceptables para conseguir esta separación la sujeción con abrazaderas, el tipo de trayectoria, o medios equivalentes que aseguren la separación total y permanente. Cuando se crucen circuitos de diferentes fuentes de energía, la cubierta externa de los cables con cubierta no metálica debe considerarse una separación adecuada.

4) Conexión a tierra. Las conexiones a tierra al chasis o estructura deben estar accesibles y seguras mecánicamente para su servicio. Las conexiones a tierra deben hacerse por medio de conductores de cobre y terminales de cobre o aleación de cobre del tipo sin soldadura, identificados para el tamaño del conductor usado. La superficie de contacto sobre la cual las conexiones a tierra hacen contacto, debe estar limpias y libres de óxido o pintura, o estar eléctricamente conectadas a través de una roldana dentada con dientes internos y externos, de cadmio, de estaño, o galvanizadas, o mediante roldanas roscadas. Las conexiones a tierra sujetas con tornillos, remaches o pernos, tuercas y roldanas deben ser de cadmio, estaño, o galvanizadas; se permite que los remaches sean de aluminio sin anodizado cuando se sujeten a estructuras de aluminio.

5) La terminal de puesta a tierra de la batería al chasis debe unirse al chasis con un conductor de cobre de tamaño nominal mínimo de 8.37 mm^2 (8 AWG). En el caso de que la terminal de alimentación de la batería tenga un tamaño nominal mayor que 8.37 mm^2 (8 AWG), entonces el conductor de unión debe tener el mismo tamaño nominal.

d) Instalaciones de baterías. Las baterías que deben cumplir con los requerimientos de esta NOM se deben asegurar firmemente al vehículo e instalarse en un área hermética al vapor hacia el interior del vehículo y directamente ventilada hacia el exterior de éste. Cuando las baterías estén instaladas en un compartimento, éste debe estar ventilado por medio de aberturas que tengan un área mínima de 11 cm^2 , tanto en la parte superior como inferior. Cuando las puertas del compartimento estén equipadas con ventilación, las aberturas deben estar a no más de 50 milímetros de la parte superior como inferior. Las baterías no deben instalarse en compartimentos que contengan equipos que produzcan chispas o llamas.

e) Protección contra sobrecorriente

1) Capacidad. El alambrado del circuito de baja tensión debe estar protegido con dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad que no exceda la ampacidad de los conductores de cobre, según se indica en la tabla siguiente:

Tabla 552-10(e)(1).- Protección contra sobrecorriente para baja tensión

Tamaño o designación nominal del cable mm^2 (AWG)		Ampacidad amperes	Tipo de conductor
0.824	18	6	Solamente cable
1.31	16	8	Solamente cable
2.08	14	15	Cable o alambre
3.31	12	20	Cable o alambre
5.26	10	30	Cable o alambre

2) Tipo. Los interruptores automáticos o fusibles deben ser de un tipo aprobado, incluyendo los del tipo automotor. Los portafusibles deben estar claramente marcados con el tamaño máximo del fusible y protegidos contra cortocircuitos y daño físico, por una cubierta o medio equivalente.

NOTA: Para información adicional sobre fusibles, véase el apéndice B.

3) Aparatos. Los aparatos tales como: bombas, compresores, ventiladores, calentadores y aparatos similares impulsados por motor, deben estar instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Los motores que son controlados por desconectores automáticos o por desconectores de enclavamiento manual deben estar protegidos de acuerdo con lo indicado en 430-32(b).

4) Ubicación. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe instalarse en un lugar accesible del vehículo, a no más de 45 centímetros del punto donde se conecte el suministro de energía a los circuitos del vehículo. Si se localiza fuera del remolque estacionario, el dispositivo debe estar protegido contra la intemperie y contra daño físico.

Excepción: Se permite que el suministro externo de baja tensión tenga fusibles a no más de 45 centímetros después de entrar a la unidad o después de salir de una canalización metálica.

f) Desconectores. Los desconectores deben tener una capacidad de corriente continua no menor que la de la carga conectada.

g) Luminarias. Todas las luminarias interiores de baja tensión clasificados para más de 4 watts, que utilicen lámparas clasificadas para más de 1.2 watts, deben estar aprobadas.

Parte C. Sistemas eléctricos combinados

552-20. Sistemas eléctricos combinados

a) Generalidades. Se permite que el alambrado de vehículos para conexión a una batería o a una fuente de baja tensión, se conecte a una fuente de 120 volts, siempre y cuando el sistema completo de alambrado y el equipo tengan la capacidad y cumplan completamente con los requisitos de las partes A, C, D y E de este Artículo, para sistemas eléctricos de 120 volts. Los circuitos alimentados en corriente alterna por un transformador no deben alimentar aparatos de corriente continua

b) Convertidores (de 120 volts corriente alterna a corriente continua baja tensión). El lado del convertidor de 120 volts de corriente alterna debe estar alambrado en completa conformidad con los requisitos de las partes A, y E de este Artículo, para sistemas eléctricos de 120 volts.

Excepción: No están sujetos a lo indicado anteriormente, los convertidores suministrados como parte integral de un aparato eléctrico aprobado.

Todos los convertidores y transformadores deben ser aprobados para uso en remolques estacionarios, y diseñados o equipados para proporcionar protección contra altas temperaturas. Para determinar la capacidad nominal de los convertidores, se deben aplicar los siguientes porcentajes a la carga total conectada, incluyendo el régimen promedio de carga de la batería de todos los equipos de 12 volts.

Los primeros 20 amperes de la carga a 100 por ciento, más

Los segundos 20 amperes de la carga a 50 por ciento, más

El resto de la carga por arriba de 40 amperes al 25 por ciento.

Excepción: Un aparato eléctrico de baja tensión que es controlado por un desconector momentáneo (normalmente abierto) que no tiene medios para mantenerse en la posición de cerrado, no debe ser considerado como una carga conectada cuando se determine la capacidad nominal del convertidor requerido. Los aparatos eléctricos energizados momentáneamente deben estar limitados a aquéllos utilizados para preparar la unidad para su ocupación o traslado.

c) Unión de la envolvente del convertidor de tensión. La envolvente metálica del convertidor que no está diseñada para transportar corriente debe ser unida a la estructura de la unidad mediante un conductor de cobre con un tamaño nominal mínimo de 8.37 mm² (8 AWG). Se permite que el conductor de puesta a tierra para la batería y la envolvente metálica sea el mismo conductor.

d) Artefactos de doble tensión, incluyendo luminarias y aparatos eléctricos. Los artefactos, incluyendo las luminarias y aparatos eléctricos, que tengan conexiones para 120 volts y con conexiones para baja tensión, deben ser del tipo aprobado para doble tensión.

e) Autotransformadores. No se deben usar autotransformadores.

f) Contactos y clavijas. Cuando un remolque estacionario esté equipado con un sistema de corriente alterna de 120 volts ó 120/240 ó 127/220 volts, o con un sistema de baja tensión, o ambos, los contactos y clavijas del sistema de baja tensión deben tener una configuración diferente de los sistemas de 120 volts ó 120/240 ó 127/220 volts. Cuando una unidad equipada con una batería o con un sistema de corriente continua que tiene una conexión externa para una fuente de baja tensión, el conector debe tener una configuración tal que no admita alimentación de 120 volts.

Parte D. Sistemas de 120 ó 120/240 volts

552-40. Sistemas de 120 ó 120/240 volts

a) Requisitos generales. El equipo y materiales eléctricos de remolques estacionados, indicados para estar conectados a un sistema de alambrado de tensión nominal de 120 volts, 2 hilos, con un conductor puesto a tierra o un sistema de alambrado de tensión nominal a 120/240 volts, 3 hilos, con un conductor puesto a tierra, deben estar aprobados e instalados de acuerdo con los requisitos de las Partes A, C, D y E de este Artículo.

b) Materiales y equipo. Los materiales eléctricos, dispositivos, aparatos eléctricos, accesorios y otro equipo instalado, destinado para su uso dentro o colocados en un remolque estacionado, deben estar aprobados. Todos los productos deben usarse sólo de la forma que han sido probados y encontrados adecuados para el uso destinado.

552-41. Salidas para contactos requeridas

a) Espaciamiento. Las salidas para contactos deben instalarse con un espaciamiento sobre las paredes cada 60 centímetros de ancho o más, de tal manera que ningún punto a lo largo de una línea en el piso esté a más de 1.80 metros, medido horizontalmente de cualquier salida en ese espacio.

Excepción 1: Áreas de baños y corredores.

Excepción 2: El espacio de paredes ocupado por gabinetes de cocina, armarios, muebles para ropa, muebles empotrados y partes que estén detrás de las puertas que se puedan abrir completamente contra la superficie de la pared o instalaciones similares.

b) Ubicación. Las salidas para contactos deben instalarse como sigue:

1) Adyacentes a las partes altas de los mostradores de cocinas (por lo menos uno en cada lado del fregadero si la parte alta del mostrador se prolonga a ambos lados y tiene un ancho y profundidad de 30 centímetros o más).

2) Adyacentes a espacios que alojen refrigeradores y estufas de gas; excepto cuando se instalen en fábrica un refrigerador a gas o un aparato de cocina y no requieran conexión eléctrica externa.

3) Adyacentes a espacios en la parte superior de mostradores de 30 centímetros de ancho y profundidad o más, que no estén al alcance desde un contacto especificado en (1) por medio de un cordón de 1.80 metros sin cruzar áreas de paso, aparato de cocina o fregaderos.

c) Protección con interruptor de circuito por falla a tierra. Cada salida para contacto monofásico de 120 volts y 15 ó 20 amperes, debe tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de las personas, en los lugares siguientes:

1) Cuando los contactos son instalados para servir en la parte superior de la superficie de los muebles de la cocina.

2) A una distancia no mayor que 1.80 metros de cualquier lavabo o fregadero.

Excepción: Los contactos instalados en espacios dedicados para aparatos, tales como lavavajillas, trituradores de desperdicios, refrigeradores, congeladores y equipo de lavandería.

3) En el área ocupada por un sanitario, regadera, tina o cualquier combinación de ellas.

4) En el exterior de la unidad.

Excepción: No se exige que los contactos que estén ubicados en el interior de un tablero accesible, instalado fuera de la unidad para dar alimentación a un aparato instalado, tengan protección de interruptor de circuito por falla tierra.

Se permite una salida para contacto en una luminaria aprobada. No se permite instalar una salida para contacto en una tina, o en un compartimento combinado de tina con regadera.

d) Salida para cable de calefacción de tubería. Cuando se instale un cable de calefacción de tubería, la salida debe estar:

1) Localizada a una distancia no mayor que 60 centímetros de la entrada de agua fría.

2) Conectada a un circuito derivado interior diferente de un circuito derivado de aparatos pequeños.

3) En un circuito en el que todas las salidas están en el lado de carga del interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas.

4) Montada en la parte inferior del remolque estacionado y no se debe considerar como la salida para contacto exterior exigida en 552-41(e).

e) Salidas para contacto en exteriores. Se debe instalar al menos una salida para contacto en el exterior. Se debe considerar como contacto exterior, a una salida para contacto instalada en un compartimento accesible desde el exterior del remolque estacionado. La salida para contacto en el exterior se debe proteger según se especifica en 552-41(c)(4).

f) Salidas para contacto no-permitidas

1) Regaderas y tinas. No se deben instalar salidas para contactos en o dentro de un alcance de 75 centímetros de una regadera o espacio de la tina.

2) Posición con la placa frontal hacia arriba. Un contacto no debe estar instalado con la placa frontal hacia arriba en cualquier mostrador u otra superficie horizontal similar.

552-42. Protección de circuitos derivados.

a) Capacidad. La capacidad de los dispositivos de sobrecorriente debe ser de la manera siguiente:

(1) No más que los conductores del circuito

(2) No más del 150 por ciento de la capacidad de un solo aparato de 13.3 amperes de capacidad o más y alimentado por un circuito derivado individual

(3) No más que el tamaño de la protección contra sobrecorriente marcada en el aire acondicionado u otro aparato operado por motor.

b) Protección para conductores más pequeños. Se permitirá un fusible de 20 amperes o un interruptor automático para protección de accesorios, incluyendo luminarias, cables, cordones o aparatos pequeños, y conductores 14 AWG de no más de 1.8 metros de largo para luminarias empotrables.

c) Contactos de 15 amperes considerados protegidos por 20 amperes. Si hay más de un contacto o carga en un circuito derivado, se permitirá que contactos de 15 amperes sean protegidos por un fusible o un interruptor automático de 20 amperes.

552-43. Suministro de energía

a) Alimentador. El suministro de energía al remolque estacionado debe ser con un ensamble de alimentador consistente de no más de un cordón de alimentación aprobado de 30 amperes o 50 amperes, con una clavija conectada firmemente o moldeada integralmente, o un alimentador instalado permanentemente.

b) Cordón de suministro de energía. Si el remolque estacionado tiene un cordón de suministro de energía, éste debe estar permanentemente conectado al tablero de alumbrado y control o a una caja de empalme permanentemente conectada al tablero de alumbrado y control, con el extremo libre del cordón flexible terminado en una clavija.

Los cordones con adaptadores o terminales en espiral, extensiones, y similares no deben instalarse en los remolques estacionados, ni equiparlos con ellos.

Una abrazadera adecuada o su equivalente debe proporcionarse en el disco desprendible del tablero de alumbrado y control, para que absorba la tensión mecánica del cordón de alimentación y no se transmita hasta las terminales, cuando el cordón de alimentación se maneja de la manera prevista.

El cordón utilizado debe ser aprobado con 3 hilos, 120 volts o cuatro hilos, 120/240 volts, uno de los cuales debe estar identificado con color verde continuo o verde con una o más franjas amarillas, para ser utilizado como conductor de puesta a tierra.

c) Mufa para acometida aérea o canalización. Cuando la carga calculada exceda de 50 amperes, o cuando se utilice un alimentador permanente, la alimentación debe hacerse por uno de los medios siguientes:

1) Una acometida aérea con mufa instalada de acuerdo con el Artículo 230, que contenga cuatro conductores continuos aislados, con conductores alimentadores codificados por colores, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra del equipo; o

2) Una canalización metálica o un tubo conduit no metálico tipo pesado o tubo conduit no metálico flexible hermético a líquidos, desde los medios de desconexión del remolque estacionado hasta la parte inferior del mismo.

552-44. Cordón

a) Conectado permanentemente. Cada ensamble alimentador debe estar directamente conectado a las terminales del tablero de alumbrado y control o a los conductores dentro de una caja de conexión y provisto con los medios para impedir que se transmitan tensiones mecánicas a las terminales. La capacidad de los conductores entre cada caja de conexiones y las terminales de cada tablero de alumbrado y control debe ser por lo menos igual que la del cordón de alimentación. El extremo del ensamble del alimentador debe estar equipado con una clavija del tipo descrito en 552-44(c). Cuando el cordón pase a través de paredes o pisos, debe estar protegido por medio de tubo conduit y monitores o su equivalente. El cordón de alimentación debe tener provisiones permanentes para la protección contra la corrosión y daño mecánico mientras la unidad esté circulando (en tránsito).

b) Longitud del cordón. La longitud utilizable y expuesta del cordón debe estar medida desde el punto de entrada del remolque estacionado o desde el frente de la entrada de cavidad (clavija de conexión para base de motor) hasta el frente de la clavija en el extremo de la alimentación.

La longitud utilizable y expuesta del cordón, medida al punto de entrada en el exterior de la unidad, debe ser de al menos 7.00 metros cuando el punto de entrada esté en un costado de la unidad, o al menos de 8.50 metros cuando el punto de entrada a la unidad esté en la parte trasera. La longitud máxima no debe exceder de 11.00 metros.

Cuando la entrada del cordón al vehículo está a más de 90 centímetros sobre el terreno, la longitud mínima del cordón se debe aumentar en la distancia que hay en exceso de 90 centímetros.

c) Clavijas

1) Unidades con dos a cinco circuitos derivados de 15 ó 20 amperes. Los remolques estacionados alambrados de acuerdo con 552-46(a), deben tener una clavija de 2 polos, 3 hilos, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 30 amperes, 120 volts, que tengan la configuración mostrada en la Figura 552-44(c)(1), prevista para uso con unidades de 30 amperes y 120 volts.

2) Unidades con ensamble de fuente de alimentación de 50 amperes. Los remolques estacionados que tengan un conjunto de fuente de alimentación a 50 amperes, tal como lo permite la Sección 552-43(b), deben tener una clavija de conexión de 3 polos y 4 hilos, del tipo de puesta a tierra, a 120/240 volts y 50 amperes, conforme a la configuración de la figura 552-44(c)(1).



Figura 552-44(c)(1).- Configuraciones para contactos y clavijas del tipo con puesta a tierra.

d) Etiquetado en la entrada eléctrica. Cada remolque estacionado debe tener una etiqueta de seguridad con la palabra ADVERTENCIA con letras de tamaño mínimo de 6 mm y el cuerpo del texto con letras de mínimo 3 mm de grandes sobre un fondo contrastante. La etiqueta de seguridad debe estar pegada a la superficie exterior, en o cerca de la entrada del ensamble del suministro de energía y se deberá leer, según el caso:

**“ESTA CONEXIÓN ES PARA 120 VOLTS, CORRIENTE ALTERNA, 60 HERTZ,
CON UN SUMINISTRO DE _____ AMPERES”**

o

**“ESTA CONEXIÓN ES PARA 120/240 VOLTS, CORRIENTE ALTERNA, 3 POLOS, 4 HILOS, 60 HERTZ,
CON SUMINISTRO DE _____ AMPERES”**

Seguido de:

**NO EXCEDA LA CORRIENTE NOMINAL, EXCEDER LA CORRIENTE NOMINAL DEL CIRCUITO PUEDE
CAUSAR UN INCENDIO Y RESULTAR EN MUERTE O LESIONES SERIAS**

La capacidad nominal de corriente debe indicarse en el espacio en blanco.

e) Ubicación. El punto de entrada del conjunto alimentador debe estar ubicado en cualquier lado de la parte trasera a no más de 4.50 metros de la pared exterior.

552-45. Tablero de alumbrado y control

a) Aprobado y de capacidad apropiada. Se debe usar un tablero de alumbrado y control aprobado, de capacidad nominal apropiada u otro equipo específicamente aprobado para este uso. La terminación de la barra del conductor puesto a tierra debe estar aislada de la envolvente como se indica en 552-55(c); la barra terminal de puesta a tierra de equipo debe estar unida internamente a la envolvente metálica del tablero de alumbrado y control.

b) Ubicación. El tablero de alumbrado y control debe instalarse en un sitio de fácil acceso. Los espacios de trabajo para el tablero no deben ser menores de 60 centímetros de ancho y de 75 centímetros de profundidad.

Excepción: Cuando la cubierta del tablero de alumbrado y control quede expuesta al espacio interior de un pasillo, se permite reducir una de las dimensiones del espacio de trabajo a no menos de 55 centímetros. Se considera que un tablero de distribución está expuesto cuando la cubierta del mismo está a no más de 5 centímetros de la superficie del acabado del pasillo o no más de 25 cm de la parte trasera de las puertas que encierran el espacio.

c) Tipo frente muerto. El tablero de alumbrado y control debe ser del tipo de frente muerto. Cuando se usen fusibles, o más de dos interruptores automáticos debe instalarse un medio principal de desconexión. Cuando se instalen más de dos circuitos derivados, se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente principal cuya corriente nominal no exceda la capacidad del ensamble alimentador.

552-46. Circuitos derivados. Los circuitos derivados deben determinarse de acuerdo con lo siguiente:

a) De dos a cinco circuitos de 15 ó 20 amperes. Se permite un máximo de cinco circuitos de 15 ó 20 amperes para alimentar lámparas, salidas para contacto y aparatos fijos. Se permitirá que tales estacionamientos para remolques estén equipados con un tablero de alumbrado y control para una tensión máxima de 120 volts o 120/240 volts máximo para un conjunto alimentador principal de 30 amperes. En tales sistemas no debe haber instalados más de dos aparatos de 120 volts controlados por termostato (por ejemplo, un acondicionador de aire y calentador de agua) a menos que se utilicen dispositivos de conmutación para aislamiento físico de los aparatos, sistemas de administración de la energía o por otro método similar.

Excepción 1: Se permiten circuitos adicionales de 15 ó 20 amperes cuando sea empleado dentro del sistema, un sistema administrador de energía aprobado, con capacidad máxima nominal de 30 amperes.

Excepción 2: Se permitirán seis circuitos de 15 ó 20 amperes que no empleen sistemas de administración de energía, siempre que el sexto circuito agregado alimente únicamente al convertidor, y la carga combinada de todos los seis circuitos no excedan la carga permitida para la que fueron diseñados los cinco circuitos originales.

NOTA: Vea la sección 210-23(a) para las cargas permitidas. Vea la sección 552-45(c) para el desconectador principal y los requerimientos de protección contra sobrecorrientes.

b) Más de cinco circuitos. Cuando sean necesarios más de cinco circuitos, deben determinarse de acuerdo con lo siguiente:

1) Alumbrado. Se toma como base la carga unitaria de 33 VA/m², valor que se multiplica por el área del remolque estacionado, se consideran las dimensiones exteriores (se excluye el acoplador de enganche), y se divide entre 120 volts para determinar el número de circuitos derivados de 15 ó de 20 amperes, es decir:

$$\frac{33 \times \text{longitud} \times \text{ancho}}{120 \times 15 \text{ (ó } 20)} = \text{No. de circuitos de 15 A (ó 20 A)}$$

Se permite que los circuitos de alumbrado puedan alimentar trituradores de basura conectados con cordón y proporcionar energía a equipo complementario de la cocina y alumbrado tales como: estufas, relojes y temporizadores.

2) Aparatos pequeños. Los circuitos derivados para aparatos pequeños se deben instalar de acuerdo con lo indicado en 210-11(c)(1).

3) Aparatos en general. (Incluidos radiadores, calentadores de agua, estufas, calefactores y equipo de aire acondicionado central o de habitación o aparato similar). Debe haber uno o más circuitos derivados de capacidad adecuada de acuerdo con (a) a (d) siguientes:

NOTA 1: Para el circuito derivado de lavandería véase 210-11(c)(2).

NOTA 2: Para equipo de aire acondicionado central véase el Artículo 440.

a) La corriente nominal de los aparatos fijos no debe ser mayor que 50 por ciento de la capacidad del circuito derivado si también hay salidas para alumbrado, contactos de uso general o ambos.

b) Para aparatos fijos con motores de más de 1/8 caballos de potencia, la carga calculada total se debe basar en el 125 por ciento del motor más grande, más la suma de las otras cargas. Cuando el circuito derivado alimenta cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, el tamaño del conductor del circuito derivado debe estar acorde con 210-19(a).

c) La capacidad de aparatos conectados con un solo cordón y clavija en un circuito que no tenga otras salidas, no debe ser mayor que 80 por ciento de la capacidad nominal del circuito.

d) La capacidad del circuito derivado de la estufa se debe basar en las demandas de las estufas especificadas en 552-47(b)(5).

552-47. Cálculos. El siguiente método debe ser empleado para calcular la carga del cordón de suministro y del tablero de alumbrado y control para cada conjunto alimentador, para cada remolque estacionado, en lugar del procedimiento indicado en el Artículo 220 y debe basarse en una alimentación de 120/240 ó 220Y/127 volts, tres hilos, con cargas de 120 volts balanceadas entre las dos fases de un sistema de tres hilos.

- a) **Carga de alumbrado y de aparatos pequeños.** Voltamperes para alumbrado: La longitud por el ancho del piso del remolque (dimensiones externas), por 33. Por ejemplo:

$$33 \times \text{longitud} \times \text{ancho} = \text{Carga de alumbrado (voltamperes de alumbrado)}$$

Voltamperes para aparatos pequeños: Se consideran 1500 voltamperes por cada circuito de contactos para aparatos de 20 amperes (véase la definición de aparato portátil) incluyendo 1500 voltamperes para el circuito de lavandería, es decir:

$$\text{Número de circuitos} \times 1500 = \text{voltamperes de aparatos pequeños}$$

$$\text{Total} = \text{voltamperes de alumbrado} + \text{voltamperes de aparatos pequeños}$$

Los primeros 3 000 voltamperes se consideran a 100 por ciento y para el resto de la carga se considera un factor de 35 por ciento = VA que se dividen entre 220 o 240 volts para obtener los amperes por fase.

b) **Carga total para determinar el suministro de energía.** La carga total para determinar el suministro de energía es la suma de:

1) La carga de alumbrado y de aparatos pequeños como se calcula en 552-47(a).

2) La corriente (amperes) de la placa de datos para cargas de motores y calefactores (ventiladores de extracción, acondicionadores de aire, calentadores eléctricos, de gas o de petróleo).

Se omiten las cargas más pequeñas de calefacción o enfriamiento, excepto cuando el ventilador es utilizado como evaporador del aparato de aire acondicionado. Cuando un acondicionador de aire no está instalado, pero se proporciona un cordón alimentador de 50 amperes, se debe dejar una reserva de 15 amperes por fase para acondicionamiento de aire.

3) 25 por ciento de la corriente de los motores más grandes indicados en (2) de esta sección.

4) La corriente total de la placa de datos de trituradores de basura, lavavajillas, calentadores de agua, secadoras de ropa, hornos montados en pared y cocinetas.

Cuando el número de estos aparatos excedan de tres, debe utilizarse 75 por ciento del total.

5) Calcular la corriente (amperes) para estufas y hornos integrados (distintas a los hornos y cocinetas separados) al dividir entre 220 ó 240 volts los valores indicados a continuación:

Valor nominal en la placa de datos	Usar (VA)
0 a 10 000	80% del valor nominal
10 001 a 12 500	8000
12 501 a 13 500	8400
13 501 a 14 500	8800
14 501 a 15 500	9200
15 501 a 16 500	9600
16 501 a 17 500	10 000

6) Si se proporcionan salidas o circuitos para aparatos eléctricos distintos de los instalados en fábrica, debe incluirse la carga estimada.

c) **Método opcional de cálculo para cargas de alumbrado y aparatos eléctricos.** Para remolques, se permite usar el método opcional para cálculo de cargas de alumbrado y aparatos eléctricos que se muestra en 220-82.

552-48. Métodos de alambrado

a) **Sistemas de alambrado.** Se permite utilizar cables y canalizaciones instalados según los Artículos 320, 322, 330 hasta 340, 342 hasta 362, 386 y 388, según el Artículo aplicable, excepto que se especifique algo diferente en este Artículo. Se debe instalar un medio de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con lo indicado en 250-118.

b) **Tubo conduit.** Cuando el tubo conduit metálico del tipo pesado y el semipesado terminen en una envolvente o en caja de conexiones con un conector, pasacable (monitor) y contratuerca, se deben proporcionar dos contratuercas, una dentro y otra fuera de la envolvente o caja. Los extremos del tubo conduit deben estar escariados o con acabado para eliminar los filos cortantes.

c) Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas son aceptables únicamente con cable con cubierta no metálica o canalizaciones no metálicas.

d) Cajas. En paredes y plafones de madera o de otro material combustible, las cajas y accesorios deben quedar al ras con el acabado de la superficie o sobresaliendo.

e) Montaje. Las cajas en paredes y techos deben estar montadas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 314.

Excepción 1: Se permiten cajas del tipo de puesta a presión o cajas provistas con herrajes especiales para pared o techo que las aseguren firmemente a las paredes o techos.

Excepción 2: Se considera como medio aprobado para el montaje de una caja de salida, una placa de madera, que brinde un soporte de 4 centímetros como mínimo alrededor de la caja, y de un espesor mínimo de 12 milímetros o mayor fijada directamente al panel de la pared.

f) Cubierta de cables. La cubierta de cables con cubierta no metálica, de cables armados MC y de cables tipo AC debe ser continua entre las cajas de salida y otras envolventes.

g) Protecciones. Se permite que los cables armados tipo MC, tipo AC o los cables con cubierta no metálica y tubería conduit no metálica pasen a través del centro de la parte más ancha de los montantes de 5 x 10 centímetros. Sin embargo, se deben proteger cuando pasen a través de montantes de 5 x 5 centímetros o en otros montantes o marcos en los que el cable o armadura esté a menos de 3.2 centímetros de la superficie interior o exterior de los montantes, o cuando los materiales que cubran la pared estén en contacto con los montantes. Para proteger al cable se requieren placas de acero a cada lado del cable, o tubo de acero de un espesor de pared no menor que 1.35 milímetros. Estas placas o tubos se deben fijar firmemente en su sitio. Cuando los cables con cubierta no metálica pasen a través de orificios, cortes, ranuras barrenadas o agujeros en partes metálicas, el cable debe protegerse por pasacables, monitores o contratuercas aseguradas firmemente en la abertura antes de instalar el cable.

h) Soportes para cable. Cuando los cables se conecten con conectores o abrazaderas, los cables deben estar soportados a no más de 30 centímetros de las cajas de salida, de los tableros de alumbrado y control y de las cajas de conexión en los aparatos. Los soportes deben estar colocados en intervalos que no excedan de 1.40 metros.

i) Cajas no metálicas sin abrazaderas para cable. Los cables con cubierta no metálica deben sujetarse a no más de 20 centímetros de una caja de salida no metálica sin abrazaderas para cable. Cuando los dispositivos de alambrado con envolventes integrales son empleados con un bucle extra de cable para permitir reemplazos futuros del dispositivo, el bucle de cable se debe considerar como parte integral del dispositivo.

j) Daño físico. Cuando un cable con cubierta no metálica expuesto esté sujeto a daño físico, debe protegerse con cubiertas, tiras protectoras, canalizaciones u otros medios.

k) Placas frontales metálicas para contactos. Las placas frontales metálicas deben cumplir con 406-5(a). Las placas frontales no metálicas deben cumplir con 406-5(c).

l) Placas frontales metálicas puestas a tierra eficazmente. Cuando se utilicen placas frontales metálicas, éstas deben estar puestas a tierra eficazmente.

m) Humedad o daño físico. Cuando el alambrado al exterior o sobre el chasis sea de 120 volts, o más, y esté expuesto a la humedad o daño físico, el alambrado debe protegerse por tubo conduit metálico del tipo pesado, semipesado, o tubería rígida no metálica o por cable tipo MI que quede estrechamente fija contra las estructuras y envolventes de equipo u otras canalizaciones o cables aprobadas e identificadas para ese uso.

n) Conexión de componentes. Los conectores y accesorios destinados a estar ocultos al momento del armado deben estar aprobados e identificados para la conexión de los componentes construidos. Tales accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto a su aislamiento, elevación de temperatura, resistir la corriente de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes producidos en el remolque estacionado.

o) Métodos de conexión de unidades expandibles. El método de conexión de las unidades expandibles con el cuerpo principal del vehículo debe cumplir con las siguientes disposiciones según sea aplicable.

1) Conexión cordón y clavija. Las conexiones cordón y clavija deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes:

a. Se permite que la parte de un circuito derivado que esté instalada en una unidad expandible se conecte a la porción del circuito derivado del cuerpo principal del vehículo por medio de un cordón flexible o clavija con cordón aprobado e identificado para uso rudo. El cordón y sus conexiones deben cumplir con las previsiones del Artículo 400 y deben estar considerados como de uso permitido en 400-10. Cuando el cable de conexión y enchufe estén en el interior del tráiler, se permitirá el uso de cordones tipo STP-3, SP-3 o SPE.

b. Cuando el contacto provisto para la conexión del cordón al circuito principal está localizado en el exterior de la unidad, debe protegerse con un interruptor de circuito de falla a tierra para seguridad del personal y estar aprobado para lugares mojados. Un cordón localizado en el exterior de la unidad debe estar aprobado e identificado para uso exterior.

c. A menos que el conjunto de cordón alimentador sea removible o pueda guardarse dentro de la unidad, debe estar protegido permanentemente contra daños mecánicos o corrosión mientras la unidad está en tránsito.

d. Si se usa un cordón con clavija, debe instalarse de tal manera que en las terminales de la clavija no queden expuestas partes vivas cuando estén conectadas.

2) Alambrado conectado directamente. Se permitirá que la parte de un circuito derivado instalada en una unidad expandible se conecte a la parte del circuito derivado instalado en el cuerpo principal de la unidad, por medio de un cordón flexible instalado de acuerdo con (a) hasta (f) siguientes, o por otro método de alambrado aprobado:

- (a) El cordón flexible debe estar aprobado para uso rudo y en lugares mojados.
- (b) Se permitirá que el cordón flexible esté expuesto en la parte inferior de la unidad.
- (c) Se permitirá que el cordón flexible pase por dentro de una pared o un ensamble de piso o ambos, en una longitud oculta máxima de 60 centímetros antes de terminar en la caja de conexiones o de salida.
- (d) Cuando esté oculto, el cordón flexible se debe instalar en tubo conduit o tubería no flexible, que sean continuos desde la caja de salida o de conexiones dentro del vehículo recreativo hasta una caja de salida, una caja de conexiones o un accesorio de alivio de tensión mecánica, todos ellos a prueba de intemperie y aprobados para su uso en lugares mojados, ubicados en la parte inferior de la unidad. La cubierta exterior del cordón flexible debe ser continua dentro de la caja de salida o conexiones.
- (e) Cuando el cordón flexible pase a través del piso hasta un área expuesta dentro de la unidad, se debe proteger por medio de tubo conduit y pasacables o un medio equivalente.
- (f) Cuando esté sometido a daños físicos, el cordón flexible se debe proteger con RMC (tubo conduit metálico pesado), IMC (tubo conduit metálico semipesado), PVC Cédula 80, RTRC (tubo conduit de resina termofija reforzada) u otro medio aprobado y se debe extender por lo menos 15 centímetros por encima del piso. Se debe proporcionar un medio para asegurar el cordón flexible en el sitio donde entra a la unidad.

p) Prealambrado para instalaciones de aire acondicionado. El prealambrado para facilitar futuras instalaciones de aire acondicionado debe cumplir con lo siguiente y otras partes aplicables de este Artículo. Este circuito no debe servir para otros propósitos.

1) Debe estar instalado en el tablero de alumbrado y control un dispositivo de protección contra sobrecorriente con un valor nominal compatible con los conductores del circuito y todas las conexiones del alambrado deben estar completas.

2) Las terminales de carga del circuito deben terminar en una caja de conexiones con una tapa ciega o un dispositivo aprobado para este propósito. Cuando se use una caja de conexiones con tapa ciega, las terminales libres de los conductores deben estar adecuadamente cubiertas o encintadas.

3) Debe colocarse una etiqueta de seguridad con la palabra ADVERTENCIA con letras de tamaño mínimo de 6 mm y el cuerpo del texto con letras de mínimo 3 mm de altura sobre un fondo contrastante. La etiqueta de seguridad debe estar sobre o adyacente a la tapa de la caja de conexiones con la leyenda:

ADVERTENCIA

CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO

ESTA CONEXIÓN ES PARA AIRE ACONDICIONADO A 120 VOLTS,

CORRIENTE ALTERNA, 60 HERTZ, DE ____ AMPERES

NO SE DEBE EXCEDER LA CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO

EXCEDER LA CORRIENTE NOMINAL DEL CIRCUITO PUEDE CAUSAR FUEGO Y RESULTAR EN MUERTE O LESIONES SERIAS

El valor nominal de corriente no debe exceder 80 por ciento del valor nominal del circuito, y se debe indicar legiblemente en el espacio en blanco.

4) El circuito no debe servir para ningún otro propósito.

q) Prealambrado para otros circuitos. El prealambrado con el propósito de instalar otros aparatos o dispositivos debe cumplir con las partes aplicables de este Artículo y lo siguiente:

1) Debe estar instalado en el tablero de alumbrado y control un dispositivo de protección contra sobrecorriente con un valor nominal compatible con los conductores del circuito y todas las conexiones del alambrado deben estar completas.

2) Las terminales de carga del circuito deben terminar en una caja de conexiones con una tapa ciega o un dispositivo aprobado para este propósito. Cuando se use una caja de conexiones con tapa ciega, las terminales libres de los conductores deben estar adecuadamente cubiertas o encintadas.

3) Debe colocarse una etiqueta de seguridad con la palabra ADVERTENCIA con letras de tamaño mínimo de 6 mm y el cuerpo del texto con letras de mínimo 3 mm de altura sobre un fondo contrastante. La etiqueta de seguridad debe estar conforme con lo indicado en 552-44(d) sobre o adyacente a la tapa de la caja de conexiones con la leyenda:

ADVERTENCIA

CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO

ESTA CONEXIÓN ES PARA AIRE ACONDICIONADO A 120 VOLTS,

CORRIENTE ALTERNA, 60 HERTZ, DE ____ AMPERES

NO SE DEBE EXCEDER LA CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO

EXCEDER LA CORRIENTE NOMINAL DEL CIRCUITO PUEDE CAUSAR INCENDIO Y RESULTAR EN MUERTE O LESIONES SERIAS

El valor nominal de corriente no debe exceder 80 por ciento del valor nominal del circuito, y se debe indicar legiblemente en el espacio en blanco.

552-49. Número máximo de conductores en las cajas

a) El número máximo de conductores permitido en cajas debe cumplir con lo indicado en 314-16.

552-50. Conductores puestos a tierra. La identificación de los conductores puestos a tierra debe estar de acuerdo con lo indicado en 200-6.

552-51. Conexión de terminales y empalmes. Los empalmes de conductores y conexiones en terminales deben estar de acuerdo con lo indicado en 110-14.

552-52. Interruptores. Los interruptores deben tener un valor nominal como se indica a continuación:

a) **Circuitos de alumbrado.** Para los circuitos de alumbrado, los interruptores deben tener un valor nominal no menor que 10 amperes, 120 volts y en ningún caso menor que la carga conectada.

b) **Motores u otras cargas.** Para motores u otras cargas, los desconectores deben tener un valor nominal adecuado para controlar la carga, en amperes o en caballos de potencia o ambos. (Se permite que un interruptor de acción rápida de uso general controle motores de 1492 watts de potencia o menos, con una corriente a plena carga no mayor que el 80 por ciento del valor nominal en amperes del desconector).

c) **Ubicación.** Los interruptores no se deben instalar dentro de lugares mojados, en los espacios para regaderas o bañeras, a menos que se instalen como parte de un ensamble para regadera o bañera.

552-53. Contactos. Todas las salidas para contactos deben ser: (1) del tipo con puesta a tierra, (2) instalados de acuerdo con lo indicado en 210-21 y 406-4.

552-54. Luminarias

a) **Generalidades.** Cualquier acabado combustible de pared o techo que esté expuesto entre el borde de un platillo o bandeja ornamental para luminaria o ventilador suspendido del techo y la caja de salida, deben estar cubiertos con materiales no combustibles o un material aprobado e identificado para tal propósito.

b) **Luminarias para regaderas.** Si se provee una luminaria sobre tinajas o regaderas debe ser del tipo cerrado y con empaque aprobado para este tipo de instalación, y estar protegida por un interruptor de circuito por falla a tierra.

c) **Luminarias, salidas, equipo de aire acondicionado, y otros en el exterior.** Las luminarias de exteriores y otros equipos deben estar aprobados para uso exterior o para lugares mojados.

552-55. Puesta a tierra. (Para la unión de partes metálicas no portadoras de corriente véase también 552-57).

a) Puesta a tierra del suministro de energía. El conductor de puesta a tierra en el cordón de alimentación o en el alimentador debe estar conectado a la barra de puesta a tierra u otros medios aprobados de puesta a tierra en el tablero de alumbrado y control.

b) Tablero de alumbrado y control. El tablero de alumbrado y control debe tener una barra de puesta a tierra con suficientes terminales para todos los conductores de puesta a tierra, o contar con otros medios aprobados de puesta a tierra.

c) Conductor puesto a tierra aislado

1) El conductor puesto a tierra (neutro) debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de equipo y de las envolventes de los equipos y otras partes puestas a tierra. Las terminales del conductor puesto a tierra en el tablero de alumbrado y control y en estufas portátiles, secadoras de ropa, cocina para mostrador o mesas de trabajo y hornos montados a pared, deben aislarse de las envolventes de equipo. Los tornillos de unión, cintas o barras de unión en el tablero de alumbrado y control en aparatos deben ser retirados y desechados.

2) La conexión de estufas eléctricas y secadoras de ropa eléctricas que utilicen un conductor puesto a tierra (neutro), si son conectados con cordón, debe estar hecha con un cordón de cuatro conductores, 3 polos, 4 hilos, con clavija y contacto del tipo de puesta a tierra.

552-56. Puesta a tierra de equipo interior

a) Partes metálicas expuestas. En el sistema eléctrico, todas las partes metálicas expuestas, envolventes, armaduras, tapas ornamentales de las luminarias y similares, deben estar efectivamente unidas a las terminales de puesta a tierra o envoltorio del tablero de alumbrado y control.

b) Conductores de puesta a tierra de equipo. Conductores desnudos, conductores con aislamiento de color verde, o verdes con franjas amarillas deben ser empleados únicamente como conductores de puesta a tierra de equipo.

c) Puesta a tierra de equipo eléctrico. Cuando se especifique la puesta a tierra de equipo eléctrico se permite que:

1) La conexión de las canalizaciones metálicas (tubo conduit metálico tipo pesado, semipesado o ligero), la cubierta de cable tipo MC y tipo MI, cuando la cubierta esté identificada para la puesta a tierra, o la armadura del cable tipo AC a las envolventes metálicas.

2) Una conexión entre uno o más conductores de puesta a tierra de equipo y una caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra, el cual no debe ser usado para otro propósito o un dispositivo de puesta a tierra aprobado.

3) Se permite que el conductor de puesta a tierra de equipo de un cable con cubierta no metálica esté asegurado por medio de un tornillo roscado a las tapas ornamentales de luminarias, diferente a un tornillo de montaje o un tornillo de cubierta, o sujeto a un medio de puesta a tierra aprobado (placa) en una caja registro de salida no metálica para el montaje de la luminaria (se permiten también medios de puesta a tierra para luminarias fijadas con tornillos).

d) Conexiones de puesta a tierra en cajas no metálicas. Una conexión entre uno o más conductores de puesta a tierra colocados dentro de una caja de salida no metálica debe estar dispuesta de tal forma que la conexión pueda hacerse a cualquier accesorio o dispositivo en la caja que requiere puesta a tierra.

e) Continuidad de puesta a tierra. Cuando más de un conductor de puesta a tierra de equipo de un circuito derivado entre a una caja, los conductores deben tener un adecuado contacto eléctrico entre ellos, y el arreglo debe hacerse de tal manera que la desconexión o remoción de un contacto, luminaria u otro dispositivo alimentado desde la caja, no interfiera o interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

f) Aparatos conectados con cordón. Los aparatos conectados con cordón, como lavadoras, secadoras de ropa, refrigeradores, y el sistema eléctrico de cocinas de gas, u otros similares, deben estar puestos a tierra por medio de un cordón aprobado con un conductor de puesta a tierra de equipo y con clavijas del tipo de puesta a tierra.

552-57. Unión de partes metálicas no-portadoras de corriente

a) Unión requerida. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, que puedan ser energizadas, deben unirse efectivamente a las terminales de puesta a tierra o a la envoltorio del tablero de alumbrado y control.

b) Unión del chasis. Un conductor de unión debe conectarse entre cualquier tablero de alumbrado y control y una terminal accesible en el chasis. Los conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre no deben usarse para la unión, si tales conductores o sus terminales están expuestos a elementos corrosivos.

Excepción: Debe considerarse como unido cualquier remolque estacionado que emplee un chasis metálico de construcción unitaria al cual el tablero de alumbrado y control esté firmemente asegurado con pernos y tuercas o por soldadura o remachado.

c) Requisitos del conductor de unión. Las terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y aprobados como conectores terminales de presión y adecuados al tamaño del cable usado. Los conductores de unión deben ser de un solo alambre o cableados o, aislados o desnudos y de cobre con tamaño nominal como mínimo de 8.37 mm² (8 AWG).

d) Unión de techos metálicos y recubrimiento exterior. El techo metálico y el recubrimiento exterior deben considerarse unidos cuando:

1) Los paneles metálicos se sobrepongan uno sobre otro y estén firmemente asegurados a la estructura de madera o de metal por medio de sujetadores metálicos; y

2) Los paneles inferiores de la cubierta exterior metálica estén asegurados por medio de sujetadores metálicos en cada travesaño del chasis, o el panel inferior esté unido al chasis con una cinta metálica.

e) Unión de tubería de gas, agua y drenaje. Las tuberías de gas, agua y drenaje deben considerarse que están puestas a tierra cuando están unidas al chasis.

f) Unión de ductos metálicos de aire y hornos. Los ductos metálicos de circulación de aire y hornos deben estar unidos.

552-58. Sujeción y acceso a los aparatos. Cada aparato debe ser accesible para inspección, servicio, reparación y reemplazo sin remover la construcción permanente. Se deben proporcionar los medios para asegurar firmemente los aparatos en su lugar cuando el remolque esté en tránsito.

552-59. Luminarias, salidas, equipo de aire acondicionado y similar en el exterior

a) Aprobados para uso exterior. Las luminarias y equipo en exteriores deben estar aprobados para uso exterior. Los contactos en exteriores o salidas necesarias deben ser del tipo con cubierta con empaques para uso en lugares mojados. Los contactos exteriores deben estar de acuerdo con 406-9(a) y (b). Los desconectores e interruptores automáticos instalados en exteriores deben cumplir con 404-4.

b) Equipo calefactor, equipo de aire acondicionado, o ambos en el exterior. Una unidad provista con un circuito derivado, diseñado para energizar al equipo de calefacción o al equipo de acondicionamiento de aire de exteriores, o ambos, localizados en el exterior de la unidad, diferentes a los acondicionadores de aire de ventana, deben tener los conductores del circuito derivado terminados en una caja registro de salida aprobada o medios de desconexión localizados en el exterior del remolque estacionado. Debe colocarse una etiqueta de seguridad con la palabra ADVERTENCIA con letras de tamaño mínimo de 6 mm y el cuerpo del texto con letras de mínimo 3 mm de altura sobre un fondo contrastante a 15 cm de la caja aprobada o medios de desconexión con la leyenda:

ADVERTENCIA

ESTA CONEXIÓN ES PARA EQUIPO DE CALEFACCIÓN Y/O PARA AIRE ACONDICIONADO

**EL CIRCUITO ES PARA UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE ____ AMPERES, ____ VOLTS, 60 HERTZ,
DEBE COLOCARSE UN MEDIO DE DESCONEXIÓN A LA VISTA DEL EQUIPO.**

**EXCEDER LA CORRIENTE NOMINAL DEL CIRCUITO PUEDE CAUSAR INCENDIO Y RESULTAR EN
MUERTE O LESIONES SERIAS**

El valor nominal de la tensión y de la corriente debe estar indicado en los espacios en blanco.

Parte E. Pruebas en fábrica

552-60. Pruebas eléctricas en fábrica. Cada remolque estacionado debe sujetarse a las siguientes pruebas:

a) Circuitos de 120 volts ó 120/240 volts. Cada vehículo de recreo diseñado con un sistema eléctrico de 120, ó 120/240, 127/220 volts, debe soportar un potencial aplicado, sin ruptura del dieléctrico, entre los conductores puestos a tierra y los de fase y la tierra del vehículo de recreo, a una tensión de 900 volts de corriente alterna durante 1 minuto, o a una prueba de resistencia dieléctrica a una tensión de 1080 volts de corriente alterna durante 1 segundo con todos los desconectores cerrados. Durante la prueba, todos los desconectores y demás controles deben estar en la posición de conectado. Las luminarias y aparatos permanentemente instalados no requieren pasar esta prueba. Cada remolque estacionado debe sujetarse a lo siguiente:

1) una prueba de continuidad eléctrica para asegurar que todas las partes metálicas están adecuadamente unidas; y

2) las pruebas de operación para demostrar que todos los equipos están adecuadamente conectados y operando adecuadamente; y

3) pruebas de polaridad para verificar que las conexiones han sido hechas apropiadamente, y

4) Los contactos que requieran de un interruptor de circuito por falla a tierra deben ser probados para la correcta operación por el uso de un dispositivo de prueba de un interruptor de circuito por falla a tierra.

b) Circuitos de baja tensión. Se debe realizar una prueba operacional de los circuitos de baja tensión para demostrar que todo el equipo está conectado y en funcionamiento eléctrico correcto. Esta prueba se debe llevar a cabo en las etapas finales de producción, después de que todas las cubiertas exteriores y la ebanistería hayan sido aseguradas.

ARTÍCULO 553

CONSTRUCCIONES FLOTANTES

Parte A. Generalidades

553-1. Alcance. Este Artículo cubre el alambrado, acometida, alimentadores y puesta a tierra de construcciones flotantes.

553-2. Definición

Construcción flotante. Una construcción como se define en el Artículo 100 que flota en el agua, está atracada en un lugar permanentemente, y tiene un sistema de acometida en el lugar alimentada a través de la conexión de un alambrado permanente a un sistema de suministro eléctrico no localizado en el lugar.

Parte B. Acometidas y alimentadores

553-4. Localización del equipo de acometida. El equipo de acometida para una construcción flotante debe ubicarse adyacente a la construcción, pero no dentro o sobre la misma. El dispositivo de protección contra sobrecorriente principal que alimenta a la estructura flotante deberá tener una protección de falla a tierra no mayor que 100 miliamperes. Se permitirá como alternativa adecuada la protección de falla a tierra en cada circuito derivado o circuito alimentador.

553-5. Conductores de acometida. Se permite que un juego de conductores de acometida alimente a más de un equipo de acometida.

553-6. Conductores alimentadores. Cada construcción flotante debe estar alimentada por un juego individual de conductores alimentadores desde su equipo de acometida.

Excepción: Cuando una construcción flotante tenga varios usuarios, se permite a cada usuario tener un juego de conductores alimentadores individual desde el equipo de acometida del usuario, hasta el tablero de alumbrado y control del mismo.

553-7. Instalación de acometidas y alimentadores

a) Flexibilidad. Debe mantenerse la flexibilidad del sistema de alambrado entre la construcción flotante y los conductores de alimentación. Todo el alambrado debe instalarse de tal manera que el movimiento en la superficie del agua o cambios en el nivel del agua no resulte en condiciones inseguras.

b) Métodos de alambrado. Se permite el uso de tubo conduit metálico o no metálico flexible a prueba de líquidos con accesorios aprobados para alimentadores y donde se requieran conexiones flexibles para la acometida. Se permiten cables de energía de uso extra rudo aprobados tanto para lugares mojados como resistentes a la luz del sol, como alimentadores para una construcción flotante cuando se requiera flexibilidad. Cuando no se requiera flexibilidad, se permitirá instalar otras canalizaciones adecuadas para el lugar.

Parte C. Puesta a tierra

553-8. Requisitos generales. La puesta a tierra de las construcciones flotantes debe cumplir con lo siguiente:

a) Puesta a tierra de las partes eléctricas y no eléctricas. La puesta a tierra de partes eléctricas y no eléctricas en una construcción flotante debe hacerse mediante la conexión a una barra de puesta a tierra en el tablero de alumbrado y control de la construcción flotante.

b) Instalación y conexión del conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipo debe estar instalado con los conductores alimentadores y conectado a una terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida.

c) Identificación del conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe ser un conductor de cobre aislado con un acabado exterior continuo de color verde o verde con una o más franjas amarillas. Para conductores con tamaño mayor que el 13.3 mm^2 (6 AWG) o cuando se usan cables multiconductores, se permitirá la reidentificación de los conductores como se establece en 250-119(a)(2)b. y 250-119(a)(2)c.

d) Conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra de equipos. La terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida debe estar puesto a tierra mediante su conexión a través de un conductor del electrodo de puesta a tierra aislado, hasta un electrodo de puesta a tierra instalado en la orilla.

553-9. Conductor puesto a tierra aislado. El conductor del circuito puesto a tierra (neutro) debe ser un conductor con aislamiento, de conformidad con 200-6. El conductor puesto a tierra debe conectarse a la terminal de puesta a tierra de equipo, en el equipo de acometida, excepto por esta conexión, debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de equipo, envolventes de equipo, y cualquier otra parte puesta a tierra. Las terminales del conductor puesto a tierra en el tablero de alumbrado y control, y en las cocinas unitarias para mostrador, secadoras de ropa, unidades de cocina montadas sobre barras de servicio, y otras similares, deben aislarse de las envolventes.

553-10. Puesta a tierra de equipos

a) Sistemas eléctricos. Todas las envolventes y partes metálicas expuestas de los sistemas eléctricos deben conectarse a la barra de puesta a tierra.

b) Aparatos conectados por cordón. Cuando requieran estar puestos a tierra los aparatos conectados por cordón deben estarlo por medio de un conductor de puesta a tierra de equipo en el cordón y una clavija del tipo de puesta a tierra.

553-11. Unión de partes metálicas no portadoras de corriente. Todas las partes metálicas en contacto con el agua, toda la tubería metálica, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente que puedan energizarse, deben conectarse a la barra de puesta a tierra del tablero de alumbrado y control.

ARTÍCULO 555

MARINAS Y ASTILLEROS PARA YATES Y BOTES

555-1. Alcance. Este artículo trata sobre las instalaciones de alambrado y equipos en las áreas que incluyen los muelles, desembarcaderos, diques todos ellos fijos o flotantes y otras áreas en marinas, muelles, astilleros, anclajes para embarcaciones, cobertizos para botes, clubes de yates, condominios para embarcaciones y toda instalación con servicio de muelle asociados con unidades de vivienda familiar y condominios residenciales, y cualquier lugar dique múltiple y lugares similares que se utilicen o se puedan utilizar para reparar, atracar, botar, almacenar o suministrar combustible a pequeños barcos y para el atraque de edificios flotantes.

555-2. Definiciones.

Plano de referencia eléctrico. El plano de referencia eléctrico se define así:

- (1) En las áreas terrestres sometidas a fluctuación de la marea, el plano de referencia eléctrico es un plano horizontal a 60 centímetros por encima del nivel más alto de la marea que se presenta para el área, en circunstancias normales, es decir, la marea más alta.
- (2) En las áreas terrestres no sometidas a fluctuación de la marea, el plano de referencia eléctrico es un plano horizontal a 60 centímetros por encima del nivel más alto del agua que se presenta para el área, en circunstancias normales.
- (3) El plano de referencia eléctrico para muelles flotantes y embarcaderos flotantes que (a) están instalados para permitir la respuesta de subida y bajada ante el nivel del agua, sin movimiento lateral, y (b) que están equipados de manera que se pueden elevar hasta el plano de referencia establecido para (1) ó (2), es un plano horizontal a 76 centímetros por encima del nivel del agua en el muelle flotante o el plataforma flotante y a una distancia mínima de 30 centímetros por encima del nivel de la plataforma.

Salida de fuerza de la marina. Ensamble encerrado que puede incluir equipo tal como contactos, interruptores automáticos, interruptores con fusibles, fusibles, medidores de energía eléctrica, tableros de distribución y medios de monitoreo aprobados para uso en marinas.

555-3. Protección de falla a tierra. El dispositivo de sobrecorriente que alimenta a las marinas, astilleros e instalaciones comerciales y no comerciales deberá tener la protección de falla a tierra no mayor a 30 miliamperes.

555-4. Sistema de distribución. Los sistemas de distribución de muelles y embarcaderos no deben exceder de 1000 volts de fase a fase.

555-5. Transformadores. Los transformadores y envolventes deben estar aprobados específicamente para la ubicación prevista. La parte inferior de las envolventes para transformadores no debe estar ubicada por debajo del plano de referencia eléctrico.

555-7. Ubicación del equipo de acometida. El equipo de acometida para marinas o muelles flotantes debe estar ubicado junto a la estructura flotante, pero no dentro ni sobre ella.

555-9. Conexiones eléctricas. Las conexiones eléctricas deben estar ubicadas por lo menos a 30 centímetros por encima de la plataforma del muelle flotante. Se permitirán los empalmes de los conductores, dentro de cajas de empalme aprobadas, que utilicen sistemas de conector de alambre sellados aprobados e identificados para inmersión cuando estén ubicados por encima de la línea del agua, pero por debajo del plano de referencia eléctrico para muelles flotantes.

Todas las conexiones eléctricas se deben ubicar por lo menos a 30 centímetros por encima de la plataforma de un muelle fijo, pero no por debajo del plano de referencia eléctrico.

555-10. Envolventes de los equipos eléctricos

a) Aseguramiento y soporte. Las envolventes de los equipos eléctricos instalados sobre muelles por encima del nivel de la plataforma se deben asegurar firmemente y sólidamente mediante elementos estructurales, independientemente de cualquier tubo conduit conectado a ellos. Si las envolventes no se sujetan a superficies de montaje por medio de orejas o lengüetas externas, las cabezas de los tornillos internos se deben sellar para evitar la filtración de agua a través de los orificios de montaje.

b) Ubicación. Las envolventes de equipos eléctricos en muelles se deben ubicar de modo que no interfieran con las líneas de atraque.

555-11. Interruptores automáticos, interruptores, tableros de distribución y salidas de fuerza de las marinas. Los interruptores automáticos e interruptores instalados en envolventes con empaquetadura se deben disponer para permitir la operación manual exigida sin exponer el interior de la envoltura. Todas las envolventes deben tener un orificio de drenaje para descargar la condensación.

555-12. Cálculos de la carga para los conductores de acometida y del alimentador. Las cargas de alumbrado y otras se deben calcular de acuerdo con la Parte C del Artículo 220 y además, se permitirán los factores de demanda de la Tabla 555-12 para cada circuito de acometida y/o alimentador que alimente a los contactos que proporcionan fuerza desde la orilla para las embarcaciones. Se permitirá modificar estos cálculos como se indica en las notas (1) y (2) de la Tabla 555-12. Cuando se aplican los factores de demanda de la Tabla 555-12, no se permitirá usar los factores de demanda que se especifican en 220-61(b).

555-13. Métodos de alambrado e instalación

a) Métodos de alambrado.

1) Generalidades. Se permitirán los métodos de alambrado del Capítulo 3 si están identificados para uso en lugares mojados.

2) Cables de fuerza portátiles. Se permitirá el uso de cables de fuerza portátiles para uso extra rudo, con valor nominal no inferior a 75 °C, 600 volts, aprobados tanto para lugares mojados como resistentes a la luz solar y que tengan una cubierta externa con designación nominal para resistir temperaturas extremas, aceite, gasolina, ozono, abrasión, ácidos y sustancias químicas, de la siguiente manera:

- (1) Como alambrado permanente en la parte inferior de los muelles (fijos o flotantes).
- (2) Cuando se necesite flexibilidad como en los muelles compuestos por secciones flotantes.

3) Alambrado temporal. No se debe usar alambrado temporal, excepto lo permitido por el Artículo 590, para suministrar energía eléctrica a las embarcaciones.

b) Instalación.

1) Alambrado aéreo. El alambrado aéreo se debe instalar para evitar el posible contacto con los mástiles y otras partes de las embarcaciones que se desplazan en el embarcadero.

Los conductores y cables se deben encaminar para evitar que el alambrado se acerque a menos de 6.00 metros del borde externo de cualquier parte del embarcadero que se pueda usar para mover las embarcaciones o para montar o desmontar los mástiles.

2) Circuitos derivados y alimentadores externos. Los circuitos derivados y alimentadores externos deben cumplir el Artículo 225, excepto que las distancias de seguridad para el alambrado aéreo en partes del embarcadero diferentes de las descritas en 555-13(b)(1) no deben ser inferiores a 5.50 metros sobre el suelo.

NOTA: Estos factores de demanda pueden resultar inadecuados en áreas de calor o frío extremos, en las que los circuitos estén cargados para equipos de calefacción, refrigeración o aire acondicionado.

3) Alambrado sobre y bajo agua navegable. El alambrado sobre y bajo aguas navegables debe estar sometido a la aprobación de la autoridad competente.

4) Cables de fuerza portátiles

(a) Cuando 555-13(a)(2) permite cables de fuerza portátiles, la instalación debe cumplir las siguientes condiciones:

- (1) Los cables deben estar soportados adecuadamente.
- (2) Los cables se deben ubicar en la parte inferior del muelle.
- (3) Los cables se deben sujetar firmemente mediante abrazaderas no metálicas a los elementos estructurales que no sean los tableros de la plataforma.
- (4) No se deben instalar cables donde estén sometidos a daños físicos.
- (5) Cuando los cables pasan a través de elementos estructurales, se deben proteger contra el roce por medio de una funda de material no metálico de mayor tamaño, instalado de manera permanente.

(b) Cuando los cables de fuerza portátiles se usan como lo permite 555-13(a)(2)(2), debe haber una caja de empalme aprobada resistente a la corrosión con bloques terminales instalados permanentemente en cada sección del muelle a la cual se va a conectar el alimentador y sus extensiones. Se permitirá en lugar de una caja de conexiones, una salida de energía marina aprobada empleando barra de terminales. Las cajas de empalme metálicas y sus cubiertas, así como los tornillos y partes metálicas expuestas externamente a las cajas, deben ser de materiales resistentes a la corrosión o estar protegidos con materiales resistentes a la corrosión.

Tabla 555-12.- Factores de demanda

Número de contactos de alimentación en Tierra.	Suma del valor nominal de los contactos (%)
1-4	100
5-8	90
9-14	80
15-30	70
31-40	60
41-50	50
51-70	40
71 y en adelante	30

1. Cuando los lugares para deslizar embarcaciones tienen dos contactos específicamente para un deslizador individual y estos contactos tienen diferentes tensiones (por ejemplo: uno de 30 amperes, 120 volts, y otro de 50 amperes, 120/240 volts), sólo se exigirá calcular el contacto con la mayor demanda de kilowatts.

2. Si la instalación que se hace incluye medidores individuales de energía eléctrica para cada deslizador, y se calcula usando los criterios enumerados en la Tabla 555-12, la demanda total en amperes se puede multiplicar por 0.9 para obtener la demanda final en amperes.

5) Protección. Se debe instalar tubo conduit rígido metálico, reforzado con resina termofija (RTRC) aprobado para uso bajo el piso, o tubo conduit rígido de PVC adecuado para el lugar, con el fin de proteger el alambrado por encima de las plataformas de los muelles y embarcaderos y por debajo de la envolvente al cual sirve. El tubo conduit se debe conectar a la envolvente mediante roscas estándar completas o accesorios aprobados para ese uso en lugares húmedos o mojados, según corresponda.

555-15. Puesta a tierra. El alambrado y el equipo dentro del alcance de este Artículo deben ser puestos a tierra como se especifica en el Artículo 250 y como lo exigen (a) hasta (e) siguientes:

a) Equipos que se deben poner a tierra. Los siguientes elementos se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos, tendido con los conductores del circuito en la misma canalización, cable o zanja:

- (1) Cajas, gabinetes y todas las demás envolventes metálicas.
- (2) Bastidores, chasises o envolventes metálicos de los equipos de utilización.
- (3) Terminales de puesta a tierra de los contactos del tipo puesta a tierra.

b) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe ser un conductor de cobre, aislado, con un acabado exterior continuo de color verde o verde con una o más franjas amarillas. Se permitirá identificar en los extremos el conductor de puesta a tierra de un cable del tipo MI. Para los conductores con tamaño mayor a 13.3 mm² (6 AWG) o cuando se usan cables multiconductores, se permitirá la reidentificación de los conductores permitida en 250-119(a)(2)(b) y (a)(2)(c) ó 250-119(b)(2) y (b)(3).

c) Tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos, de cobre aislado, debe tener un tamaño de acuerdo con 250-122, pero no inferior a 3.31 mm² (12 AWG).

d) Conductor para puesta a tierra de equipos del circuito derivado. El conductor aislado de puesta a tierra de equipos para circuitos derivados debe terminar en un terminal de puesta a tierra, en un panel de distribución remoto o en el terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida principal.

e) Conductores de puesta a tierra de equipos del alimentador. Cuando un alimentador suministra potencia a un tablero de distribución remoto, el conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos se debe prolongar desde una terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida hasta una terminal de puesta a tierra en el tablero de distribución remoto.

555-17. Medios de desconexión para las conexiones de energía desde la orilla. Se deben suministrar medios de desconexión para aislar físicamente a cada embarcación de su conexión o conexiones de alimentación.

a) Tipo. Los medios de desconexión deben constar de un interruptor automático, un desconectador o ambos, y deben estar identificados adecuadamente con respecto al contacto que controlan.

b) Ubicación. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible, estar a no más de 76 centímetros del contacto que controla, y en el circuito de alimentación delante del contacto. Se permitirá que los desconectadores o interruptores automáticos ubicados en las salidas de fuerza de la marina y que cumplan con esta sección, sirvan como medio de desconexión.

555-19. Contactos. Los contactos se deben montar a no menos de 30 centímetros por encima de la superficie de la plataforma del muelle y no por debajo del plano de referencia eléctrico en un muelle fijo.

a) Contactos de fuerza desde la orilla

1) Envoltentes. Los contactos destinados para suministrar fuerza desde la orilla para las embarcaciones se deben alojar en las salidas de fuerza de la marina listadas como salidas de fuerza para marina o listadas como lugares de montaje, o se deben instalar en envoltentes aprobadas protegidas contra la intemperie o en envoltentes aprobadas a prueba de intemperie. La integridad del ensamble no se debe afectar cuando los contactos están en uso con la inserción de cualquier tipo de clavija de conexión con o sin funda aislante.

2) Alivio de la tensión mecánica. Donde sea necesario se deben suministrar medios que reduzcan la tensión mecánica en la clavija y el contacto producida por el peso y el ángulo de la catenaria del cordón de fuerza desde la orilla.

3) Circuitos derivados. Cada contacto individual que suministre fuerza desde la orilla para las embarcaciones debe estar alimentado desde una salida de fuerza de la marina o un panel de distribución mediante un circuito derivado individual de la clase de tensión y al valor nominal correspondiente al valor nominal del contacto.

NOTA: Los contactos de alimentación a tensiones diferentes a la marcada en el contacto pueden causar sobrecalentamiento o mal funcionamiento del equipo conectado, por ejemplo, la alimentación de cargas monofásicas, tres hilos de 120/240 volts desde una fuente tres hilos de 208Y/120 volts.

4) Valor nominal. La alimentación desde la orilla para las embarcaciones debe ser suministrada por contactos individuales con valor nominal no inferior a 30 amperes.

(a) Los contactos con valor nominal de 30 y 50 amperes deben ser del tipo de seguridad y del tipo puesto a tierra.

(b) Los contactos con valor nominal de 60 y 100 amperes deben ser del tipo con varilla de guía y manga.

b) Otras alimentaciones diferentes a las de fuerza desde la orilla

1) Protección del personal con interruptor de circuito por falla a tierra. Los contactos de 120 volts y de 15 y 20 amperes, monofásicos, instalados en exteriores, en cobertizos para botes, en edificios o estructuras usados para almacenamiento, mantenimiento o reparación donde se deben usar herramientas eléctricas manuales portátiles, equipo de diagnóstico eléctrico o equipo de alumbrado portátil debe tener protección con interruptor de circuito por falla a tierra para el personal. Los contactos en otros lugares se deben proteger de acuerdo con 210-8 (b).

2) Marcado. Se permitirá que los contactos diferentes de los que alimentan fuerza desde la orilla a las embarcaciones estén alojados en las salidas de fuerza de la marina con los contactos que alimentan fuerza desde la orilla a las embarcaciones, siempre que estén marcados claramente para indicar que no se deben usar para suministrar fuerza a las embarcaciones.

555-21. Estaciones de suministro de gasolina-lugares peligrosos (clasificados). Los equipos y el alambrado eléctricos ubicados en o que alimentan los lugares de suministro de combustible para motores deben cumplir lo establecido en el Artículo 514 además de los requisitos de este Artículo.

555-22. Instalaciones para reparación-lugares peligrosos (clasificados). Los equipos y el alambrado eléctrico, ubicados en instalaciones para reparación de embarcaciones marinas que contengan líquidos o gases inflamables o combustibles deben cumplir el Artículo 511, además de los requisitos de este Artículo.

555-23. Montacargas, rieles, grúas y monorrieles marinos. Los motores y controles para montacargas, rieles, grúas y monorrieles marinos no se deben ubicar por debajo del plano de referencia eléctrico. Cuando sea necesario proporcionar energía eléctrica a un polipasto o grúas móviles en el embarcadero y se utilice un cable móvil, éste debe ser un cable de fuerza portátil aprobado, con valor nominal para las condiciones de uso y se debe equipar de una cubierta externa con color distintivo por razones de seguridad.

555-24. Señalización. Se instalarán letreros de seguridad permanentes para dar aviso de riesgo de descarga eléctrica a personas que usan o nadan cerca de un muelle o marina deberán cumplir con todo lo siguiente:

(1) La señalización deberá cumplir con lo estipulado en 110.21 (b)(1) y deberán ser de durabilidad suficiente para soportar el medio ambiente.

(2) Las señales deberán ser claramente visibles desde todas las direcciones a la marina o embarcadero.

(3) Las señales indicarán "ADVERTENCIA-PELIGRO DE RIESGO ELÉCTRICO POTENCIAL-LAS CORRIENTES ELÉCTRICAS PUEDEN ESTAR PRESENTES EN EL AGUA".

ARTÍCULO 590

INSTALACIONES PROVISIONALES

590-1. Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a instalaciones eléctricas provisionales de alumbrado y fuerza.

590-2. Todas las instalaciones de alambrado

a) Otros artículos. Con excepción de lo modificado específicamente en este Artículo, a las instalaciones de alambrado temporal se deben aplicar todos los otros requisitos de esta NOM para alambrado permanente.

b) Aprobación. Los métodos de alambrado temporal se deben aceptar únicamente si están aprobados con base en las condiciones de uso y en todo requisito especial de la instalación temporal.

590-3. Restricciones de tiempo

a) Durante el periodo de construcción. Se permitirán instalaciones eléctricas provisionales de alumbrado y fuerza durante el periodo de construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición de edificios, estructuras, equipos, o actividades similares.

b) Noventa días. Se permitirán instalaciones eléctricas provisionales de alumbrado y fuerza por un periodo no mayor que 90 días para propósitos de alumbrado decorativo, festivo y similar.

c) Emergencias y pruebas. Se permitirán instalaciones eléctricas provisionales de alumbrado y fuerza durante las emergencias y para pruebas, experimentos y trabajo experimental.

d) Remoción. El alambrado temporal se debe remover inmediatamente después de la terminación de la construcción o del fin para el cual se instaló el alambrado.

590-4. Generalidades

a) Acometidas. Las acometidas se deben instalar de conformidad con las Partes A hasta H del Artículo 230, según sea aplicable.

b) Alimentadores. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben proporcionar de acuerdo con 240-4, 240-5, 240-100 y 240-101. Se permitirán conductores dentro de los ensambles de cable o dentro de los cordones o cables multiconductores de un tipo identificado en la Tabla 400-4 para uso rudo o extra rudo. Para el propósito de esta sección, se permitirá usar los métodos de alambrado siguientes:

(1) Se permitirá usar los cables de los tipos NM, NMC y SE en viviendas, edificios o estructuras sin limitación alguna de altura ni limitación debida al tipo de construcción del edificio y sin ocultarlos dentro de paredes, pisos o plafones.

(2) Se permitirá usar el cable Tipo SE en canalizaciones en una instalación subterránea.

Excepción: Se permitirán conductores aislados individuales cuando se instalen para los propósitos que se especifican en 590-3(c), y sean accesibles sólo a personas calificadas.

c) Circuitos derivados. Todos los circuitos derivados se deben originar en una salida de fuerza, desconector o un tablero de distribución, o en un centro de control de motores o en un interruptor con fusibles. Se permitirán conductores dentro de los ensambles de cable o dentro de los cordones o cables multiconductores de un tipo identificado en la Tabla 400-4 para uso rudo o extra rudo. Los conductores se deben proteger contra sobrecorriente según se indica en 240-4, 240-5 y 240-100. Para el propósito de esta sección, se permitirá usar los métodos de alambrado siguientes:

(1) Se permitirá usar los cables de los tipos NM, NMC y SE en viviendas, edificios o estructuras sin limitación alguna de altura ni limitación debida al tipo de construcción del edificio y sin ocultarlos dentro de paredes, pisos o plafones.

(2) Se permitirá instalar el cable Tipo SE en canalizaciones en una instalación subterránea.

Excepción: Se permitirá que los circuitos derivados instalados para los propósitos que se especifican en 590-3(b) o (c) estén tendidos como conductores aislados individuales. Cuando el alambrado se instala según 590-3(b), la tensión a tierra no debe exceder 150 volts, el alambrado no se debe someter a daños físicos y los conductores deben estar soportados sobre aisladores a intervalos no superiores a 3.00 metros, o, para iluminación colgante, los conductores se deben disponer de tal manera que la tensión mecánica excesiva no se transmita a los portalámparas.

d) Contactos

1) Todos los contactos. Todos los contactos deben ser con terminal de puesta a tierra. A menos que se instalen en una canalización metálica continua que esté identificado como un conductor de puesta a tierra de equipos, según 250-118 o un cable con recubrimiento metálico continuo que esté como un conductor de puesta a tierra de equipos, según 250-118, todos los circuitos derivados deben incluir un conductor separado de puesta a tierra de equipos separado, y todos los contactos se deben conectar eléctricamente a los conductores de puesta a tierra de equipos. Los contactos en los lugares de construcción no se deben instalar en circuitos derivados que alimenten el alumbrado temporal.

2) Los contactos en lugares húmedos. Todos los contactos instalados en lugares húmedos de 15 y 20 amperes, 120 y 240 volts deberán cumplir con 406-9(b)(1).

e) Medios de desconexión. Se deben instalar interruptores de desconexión o conectores de clavija adecuados para permitir la desconexión de todos los conductores de fase de cada circuito temporal. Los circuitos derivados multiconductores deben estar equipados con medios que desconecten simultáneamente todos los conductores de fase en la salida de fuerza o el tablero de distribución en el cual se origina el circuito derivado. Se permitirán los enlaces de las palancas de accionamiento identificados.

f) Protección de las lámparas. Todas las lámparas para iluminación general se deben proteger contra el contacto accidental o la ruptura mediante una luminaria adecuada o un portalámpara con protección.

No se deben usar portalámparas con casquillo metálico recubierto con papel, ni otros tipos de portalámparas de metal recubierto a menos que el casquillo esté puesto a tierra.

g) Empalmes. Se requerirá una caja, caja de paso u otro envolvente para todos los empalmes excepto donde:

(1) Los conductores del circuito a empalmar todos son ensambles de cable o cordón multiconductores no metálicos, siempre que se mantenga la continuidad de la puesta a tierra del equipo con o sin la caja.

(2) Los conductores del circuito a empalmar todos son de ensambles de cable con pantalla metálica terminados en accesorios aprobados que fija mecánicamente la cubierta del cable para mantener la continuidad eléctrica efectiva.

h) Protección contra daños accidentales. Los cables y cordones flexibles se deben proteger contra daños accidentales. Se deben evitar las esquinas o prolongaciones con bordes afilados. Cuando atraviesen los claros de las puertas o puntos de restricción, se deben dotar de protección para evitar los daños.

i) Terminaciones en los dispositivos. Los cordones y cables flexibles que entran en envolventes que contienen dispositivos que requieren de terminación, deben estar asegurados a la caja con accesorios para conexión de cordones y cables flexibles diseñados para tal propósito.

j) Soporte. Los ensambles de cables y los cordones y cables flexibles deben estar soportados en su lugar a intervalos que garanticen que estarán protegidos contra daños físicos. El soporte se debe hacer usando grapas, enlaces de cable, correas o accesorios de tipo similar instalados de modo que no causen daños. Los ensambles de cables, cordones y cables flexibles, instalados como circuitos derivados o alimentadores no deben estar sobre el piso ni sobre el terreno. No debe requerirse que los cordones de extensión cumplan con lo establecido en la sección 590-4(j). No se debe utilizar la vegetación para sostener los tramos aéreos de los circuitos derivados o los alimentadores.

Excepción: Para alumbrado festivo de acuerdo con 590-3(b), cuando los conductores o cables estén dispuestos con hilos adecuados de alivio de tensión mecánica, se permitirá utilizar dispositivos de absorción de tensión u otros medios aprobados para evitar el daño debido al movimiento de la vegetación, se permitirá el uso de los árboles para sostener los tramos aéreos de los conductores del circuito derivado o los cables.

590-5. Alumbrado decorativo aprobado. El alumbrado decorativo utilizado para alumbrado festivo y propósitos similares, según 590-3(b), debe estar aprobado y etiquetado en el producto.

590-6. Protección al personal contra fallas a tierra. Se deberá proporcionar protección al personal contra fallas a tierra para todas las instalaciones del alambrado temporal de acuerdo con 590-6(a) y (b). Esta sección se debe aplicar únicamente a instalaciones de alambrado temporal usadas para suministrar alimentación temporal a los equipos usados por el personal durante las actividades de construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición de edificios, estructuras o equipos o actividades similares. Esta sección se debe aplicar a la alimentación derivada de una compañía de servicio eléctrico o de una fuente de energía generada en el sitio.

a) Salidas de los contactos. Instalaciones de contactos provisionales que sirvan para suministro de energía temporal a los equipos utilizados por el personal durante la construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición de edificios, estructuras, equipos o actividades similares deberán cumplir con los requisitos establecidos en (1) a (3) siguientes, según corresponda.

Excepción: Únicamente en establecimientos industriales cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo está implicado personal calificado, se permitirá un programa de conductor de puesta a tierra asegurado, como se especifica en 590-6(b)(2), sólo para aquellas salidas de contactos usadas para alimentar al equipo que crearía un mayor peligro si se interrumpiera la fuerza, o que tenga un diseño que no sea compatible con la protección con un interruptor de circuito por falla a tierra.

1) Contactos que no son parte del alambrado permanente. Todas las salidas de contactos monofásicos, de 120 volts, 15, 20 y 30 amperes que no formen parte del alambrado permanente de un edificio o estructura y que sean utilizadas por el personal, deben tener protección para el personal con un interruptor de circuito por falla a tierra. Adicionalmente a este requerimiento deben permitirse dispositivos o extensiones que incorporen protección al personal por medio de interruptores de circuito por falla a tierra, identificados para uso portátil.

2) Contactos existentes o instalados como alambrado permanente. En los contactos de 120 volts, monofásicos, 15, 20, y 30 amperes que están instalados o forman parte del alambrado permanente del edificio o la estructura y se usan para la alimentación eléctrica temporal, se debe suministrar protección del personal con un interruptor de circuito por falla a tierra. Se permitirán los grupos de cordones o los dispositivos que tienen incorporada la protección del personal con un interruptor del circuito contra fallas a tierra listada e identificada para uso portátil.

3) Contactos de generadores portátiles de 15 kilowatts o menos. Todos los contactos de generadores portátiles de 15 kilowatts o menos de 120 y 120/240 volts, monofásicos, 15, 20 y 30 amperes, tendrán para protección del personal un interruptor de falla a tierra aprobado. Todos los contactos de 15 y 20 amperes, 120 y 240 volts, incluyendo aquellos que son parte de un generador portátil, usados en lugares húmedos o mojados, deben cumplir con 406-9 (a) y (b). Los juegos de cables o dispositivos aprobados que contengan un interruptor de protección de falla a tierra para protección del personal identificadas para su uso portátil serán permitidos para usarse con generadores portátiles de 15 kilowatts o menos.

b) Uso de otras salidas. Para las instalaciones de alambrado provisional, los contactos, que no sean los contemplados en el 590-6(a)(1) al (a)(3) utilizados para suministro de energía temporal a los equipos utilizados por el personal durante la construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición de edificios, estructuras, equipos o actividades similares, deben tener protección acorde con (b)(1), (b)(2) o un programa que asegure la existencia del conductor de puesta a tierra de equipos asegurado de acuerdo con (b)(3).

1) Protección con un interruptor de circuito por falla a tierra GFCI. Protección del personal con interruptor de circuito por falla a tierra.

2) Protección SPGFCI. Protección con un interruptor de circuito por falla a tierra de propósito especial para personal.

3) Programa de conductor de puesta a tierra de equipos asegurado. Programa escrito para el cuidado del conductor de puesta a tierra de equipos, que se hace cumplir continuamente en el sitio por parte de una o más personas designadas para garantizar que los conductores de puesta a tierra de equipos para todos los grupos de cordones, contactos que no son parte del alambrado permanente del edificio o la estructura, y el equipo conectado con cordón y clavija, estén instalados y mantenidos de acuerdo con los requisitos aplicables de 250-114, 250-138, 406-4(c) y 590-4(d).

(a) Las siguientes pruebas se deben realizar en todos los grupos de cordones, contactos que no son parte del alambrado permanente del edificio o la estructura, y en los equipos conectados con cordón y clavija que se exige que estén conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos.

- (1) Todos los conductores de puesta a tierra de equipos se deben probar para determinar la continuidad, y deben ser eléctricamente continuos.
- (2) Cada contacto y clavija de conexión se deben probar para determinar la conexión correcta del conductor de puesta a tierra de equipos. Este conductor se debe conectar a su terminal propio.
- (3) Todas las pruebas exigidas se deben llevar a cabo de la siguiente manera:
 - a. Antes del primer uso en el sitio.
 - b. Cuando existe evidencia de daño.
 - c. Antes de que el equipo vuelva al servicio después de cualquier reparación.
 - d. A intervalos no superiores a tres meses.

(b) Las pruebas exigidas en el numeral (3)(a) se deben registrar y poner a disposición de la autoridad competente.

590-7. Resguardo. Para alambrado de más de 600 volts, se deben suministrar cercado, barreras u otros medios eficaces para limitar el acceso únicamente a personal calificado y autorizado.

CAPÍTULO 6

EQUIPOS ESPECIALES

ARTÍCULO 600

ANUNCIOS LUMINOSOS Y ALUMBRADO DE CONTORNO

Parte A. Disposiciones generales

600-1. Alcance. Este artículo cubre la instalación de conductores, equipo y cableado en campo para anuncios luminosos, juegos de modificación y alumbrado de contorno sin considerar la tensión. Todas las instalaciones y equipos que utilizan tubos de neón, tales como anuncios, elementos decorativos, estructuras de tubos o formas artísticas se cubren en este artículo.

NOTA: Los sistemas de anuncios luminosos y alumbrado de contorno incluyen, pero no se limitan a: tubos de neón de cátodo frío, lámparas de descarga de alta intensidad (DAI), lámparas incandescentes o fluorescentes, diodos emisores de luz (LED) y alumbrado electroluminiscente o de inductancia.

600-2. Definiciones

Anuncio en secciones: Un sistema de anuncio o de iluminación de contorno, despachado como subensambles, que requieren de alambrado instalado en sitio entre los subensambles para completar todo el anuncio. Los subensambles se unen físicamente para formar una sola unidad de anuncio o se instalan como partes separadas de un sólo anuncio.

Cuerpo del anuncio: Parte de un anuncio que puede brindar protección contra el clima, pero no es un envoltente eléctrico.

Estructuras de tubos: Tubos de neón que forman por sí mismos el anuncio luminoso o la iluminación de contorno, sin estar unidos a un envoltente o cuerpo del anuncio.

Anuncios alimentados por celdas fotovoltaicas. Anuncios alimentados totalmente por energía solar que comprende a todos los componentes y subensambles de la instalación ya sea que estén independientes de la red, en interacción con la red o en un sistema interactivo independiente de la red.

Sistema de anuncio luminoso LED: Un sistema de alumbrado completo para uso en anuncios e iluminación de contorno que consiste en: fuentes de luz de diodos emisores de luz (LED), fuentes de poder, alambrado y conectores necesarios para completar la instalación.

Tubos de neón: Tubos luminosos de descarga eléctrica, entre los que se incluyen tubos luminosos de cátodo frío, que son fabricados en formas para anuncios luminosos, formar letras, partes de letras, estructura de tubos, luces de contorno u otros elementos decorativos o artísticos.

600-3. Aprobado. Los anuncios luminosos, los anuncios de secciones y la iluminación de contorno y los kits de actualización, ya sean fijos, móviles o portátiles, o alimentados por celdas fotovoltaicas, independientemente de la tensión, deben estar aprobados y se deben instalar de acuerdo con las instrucciones para la instalación.

a) Estructuras de tubos instalados en campo. No se exigirá que las estructuras de tubos instaladas en sitio sean aprobadas, siempre que se instalen de acuerdo con lo establecido en esta NOM.

b) Iluminación de contorno. No se exigirá que la iluminación de contorno sea aprobada como un sistema, cuando consista de luminarias aprobadas y alambradas de acuerdo con el Capítulo 3.

600-4. Marcado

a) Anuncios luminosos e iluminación de contorno. Los sistemas de anuncios e iluminación de contorno deben marcarse con el nombre del fabricante, marca registrada u otros medios de identificación y la corriente y tensión de entrada nominal.

b) Anuncios con un sistema de iluminación modificado. (1) El anuncio modificado debe ser marcado que el sistema de iluminación ha sido reemplazado.

(2) El marcado deberá incluir a los proveedores, instaladores, nombre, logo o identificador único.

(3) Los anuncios equipados con lámparas de diodo emisor de luz alimentado por tomas de anuncios existentes deberán incluir una etiqueta alertando al personal de servicio que el anuncio ha sido modificado. La etiqueta deberá cumplir los requerimientos de 110-21(b). La etiqueta deberá también incluir una advertencia de no instalar lámparas fluorescentes y deberá también estar visible durante el reemplazo de lámparas.

c) Anuncios con portalámparas para lámparas incandescentes. Los anuncios y sistemas de iluminación de contorno con portalámparas para lámparas incandescentes deben marcarse con el fin de señalar la potencia máxima permitida en watts de las lámparas por cada portalámpara. Las marcas deben instalarse de forma permanente, en letras de mínimo 6 mm de altura y deben ubicarse en un sitio visible durante el reemplazo de la(s) lámpara(s).

d) Visibilidad. Las marcas requeridas en 600-4(a) y etiquetas de aprobación no se requerirán visibles después de la instalación, pero deberán estar permanentemente aplicadas en un lugar que sea visible cuando se dé mantenimiento.

e) Durabilidad. Las etiquetas deberán ser permanentes, durables y, cuando estén en lugares húmedos, deberán ser a prueba de agua.

f) Instrucciones de instalación. Todos los anuncios, luces de contorno, sistemas de siluetas y kits de actualización deberán ser marcados para indicar que se requieren instrucciones de instalación y para el alambrado en sitio.

Excepción: No se requiere que los anuncios portátiles, conectados con cordones, estén marcados.

600-5. Circuitos derivados

a) Circuitos derivados exigidos. Cada edificio comercial y cada ocupación comercial de un edificio, a los que tengan acceso al público, deben estar dotados cuando menos con una salida para la conexión de sistemas de iluminación de contorno o de anuncios luminosos, en un lugar accesible en cada entrada. La(s) salida(s) debe(n) estar alimentada(s) desde un circuito derivado de cuando menos 20 amperes, y que no alimente otras cargas. Los corredores o pasillos no se deben considerar como accesibles a los peatones.

b) Valor nominal. Los circuitos derivados que alimentan a los anuncios luminosos deben tener un valor nominal de acuerdo con (1) o (2) y para efectos de cálculo se deben considerar que son cargas continuas.

1) Anuncios de Neón. Los circuitos derivados que alimenten instalaciones con tubos de neón no deben tener una corriente nominal mayor a 30 amperes.

2) Todos los otros anuncios. Los circuitos derivados que alimenten todos los otros anuncios y sistemas de iluminación de contorno no deben tener una corriente nominal mayor a 20 amperes.

c) Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado usados para alimentar anuncios deben cumplir con (1), (2) y (3).

1) Alimentación. El método de alambrado usado para alimentar los sistemas de anuncios y de iluminación de contorno debe terminar dentro del anuncio luminoso, del envoltente de un sistema de iluminación de contorno, de una caja adecuada o de una caja de conexiones o de paso para tubo conduit.

2) Envoltentes como cajas de paso. Se permitirá usar los envoltentes de los anuncios luminosos y de los transformadores como cajas de paso o de empalme para los conductores que alimentan a anuncios adyacentes, a sistemas de iluminación de contorno o reflectores que formen parte de un anuncio; se permitirá que los envoltentes contengan conductores del circuito derivado y del circuito secundario.

3) Postes metálicos o no metálicos. Se permitirá que los postes metálicos o no metálicos utilizados como soporte de los anuncios luminosos alberguen los conductores de alimentación, siempre que los postes y los conductores se instalen de acuerdo con 410-30(b).

600-6. Desconectadores. Cada circuito alimentador o circuito derivado de un sistema de anuncio e iluminación de contorno, que alimenten un anuncio, un sistema de iluminación de contorno o una estructura de tubos, deben estar controlados por un interruptor o un interruptor automático operable desde el exterior que abra todos los conductores de fase y no controle ninguna otra carga. En circuitos multiconductores, el desconectador o interruptor debe abrir simultáneamente todos los conductores de fase de acuerdo con 210-4(b). Los sistemas de anuncios e iluminación de contorno, montados dentro de fuentes, deberán tener el desconectador ubicado de acuerdo con 680-13.

Excepción 1: No se exigirá un medio de desconexión para los anuncios indicadores de las salidas ubicados en el interior de un edificio.

Excepción 2: No se exigirá un medio de desconexión para los anuncios luminosos que sean conectados con cordón y clavija de conexión.

NOTA: Se pretende que la ubicación de los desconectadores permita al personal de servicio y mantenimiento lo realice y tenga control local de los desconectadores.

a) Ubicación. Se permitirá que los desconectadores se localicen de acuerdo con (1), (2) y (3) siguientes:

1) Al punto de entrada a un anuncio. El desconectador debe estar localizado en el punto donde el circuito del alimentador o circuito derivado que alimentan un anuncio luminoso o sistema de iluminación de contorno entra en el envoltente del anuncio, al cuerpo del anuncio o un poste de acuerdo con la sección 600-5(c)(3). El desconectador abrirá todos los conductores no puestos a tierra cuando entren al envoltente o poste del anuncio.

Excepción 1: No debe requerirse un desconectador para circuitos derivados o de alimentadores que atraviesan el anuncio cuando esté encerrado en una de las canalizaciones del Capítulo 3 o sean de cable con armadura metálica identificado para el uso.

Excepción 2: No se requerirá un desconectador a la entrada del envoltente de un anuncio o cuerpo del anuncio para circuitos derivados o los conductores de los alimentadores que alimentan los tableros internos de un envoltente o cuerpo del anuncio. Los conductores deben ir encerrados como lo indica el Capítulo 3 en una canalización o cable con armadura metálica aprobado para el lugar. Se deberá poner en campo una etiqueta de advertencia que sea visible cuando se dé servicio a las canalizaciones en o cerca de la entrada al envoltente o cuerpo del anuncio. La etiqueta de advertencia deberá cumplir con la sección 110-21(b) y decir lo siguiente: "Peligro. Esta canalización contiene conductores energizados" El marcado deberá incluir la ubicación de los desconectadores de los conductores energizados. Los medios de desconexión deberán ser capaces de ser bloqueados en la posición abierto de acuerdo con la sección 110-25.

2) Al alcance de la vista desde el anuncio. El medio de desconexión debe estar al alcance de la vista desde el anuncio luminoso o iluminación de contorno que controla. Cuando el medio de desconexión esté fuera del alcance de la vista desde cualquier parte que pueda estar energizada, el medio de desconexión se debe poder bloquear en la posición de abierto de acuerdo con la sección 110-25. Se deberá aplicar una marca en campo que identifique la ubicación de los medios de desconexión, en un lugar visible cuando se dé servicio al anuncio. La etiqueta deberá cumplir con la sección 110-21(b).

3) Al alcance de la vista desde el controlador. Las siguientes condiciones se deben aplicar a los sistemas de anuncios luminosos e iluminación de contorno que son operados por controladores electrónicos o electromecánicos ubicados en el exterior del sistema del anuncio luminoso o iluminación de contorno:

- (1) Se permitirá que el medio de desconexión esté ubicado al alcance de la vista desde el controlador o en el mismo envoltente con el controlador.
- (2) El medio de desconexión debe desconectar el sistema del anuncio luminoso o iluminación de contorno y el controlador de todos los conductores de alimentación de fase.
- (3) El medio de desconexión debe estar diseñado de manera tal que ningún polo se pueda operar independientemente y se debe poder bloquear en la posición abierta de acuerdo con 110-25

Excepción: Cuando el medio de desconexión no esté ubicado a la vista del controlador, se debe poner una marca en el controlador que identifique la ubicación del medio de desconexión, en una ubicación visible cuando se dé servicio al controlador. La etiqueta de advertencia debe cumplir con la sección 110-21(b)

b) Valor nominal de los interruptores de control. Los interruptores, destelladores y dispositivos similares que controlen transformadores y fuentes de alimentación electrónica, deben tener un valor de corriente nominal adecuada para controlar las cargas inductivas o tener un valor nominal de corriente no menor al doble de la corriente nominal del transformador o del suministrador de potencia electrónico.

600-7. Puesta a tierra y unión**a) Puesta a tierra**

1) Puesta a tierra de equipos. Los anuncios y el equipo metálico de los sistemas de iluminación de contorno se deben poner a tierra mediante la conexión del conductor de puesta a tierra de equipos de los circuitos derivados o del alimentador utilizando los tipos de conductores de puesta a tierra de equipos que se especifican en 250-118.

Excepción: No se exigirá que los anuncios portátiles conectados con cordón se conecten al conductor de puesta a tierra de equipos si están protegidos distintivamente por un sistema de doble aislamiento o su equivalente. El equipo con doble aislamiento debe estar marcado.

2) Tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos. El tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos debe estar acorde con 250-122 con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege los conductores del circuito derivado o del alimentador que da alimentación al anuncio o al equipo.

3) Conexiones. Las conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos se deben hacer de acuerdo con 250-130 y con un método especificado en 250-8.

4) Electrodo auxiliar de puesta a tierra. Se permitirán electrodos auxiliares de puesta a tierra para los sistemas de anuncios e iluminación de contorno tratados en este Artículo y deben cumplir los requisitos de 250-54.

5) Partes metálicas del edificio. Las partes metálicas de un edificio no se permitirán como conductor de retorno secundario ni como un conductor de puesta a tierra de equipos.

b) Unión

1) Unión de las partes metálicas. Las partes y equipos metálicos de los sistemas de anuncios e iluminación de contorno deben estar unidos entre sí y al transformador asociado o al conductor de puesta a tierra de equipos de la fuente de alimentación del circuito derivado o del alimentador que dan alimentación al sistema de anuncio o iluminación de contorno y deben cumplir los requisitos de 250-90.

Excepción: Partes metálicas remotas de una sección de anuncio de metal o de un sistema de iluminación de contorno sólo suministrada por una fuente de poder Clase 2 no será requerirá que sea unida a un conductor de puesta a tierra de equipos.

2) Conexiones de Uniones. Las uniones se deben hacer de acuerdo con 250-8.

3) Partes metálicas del edificio. Las partes metálicas de un edificio no se permitirán como medio de unión de las partes y equipos de anuncios o sistemas de iluminación de contorno juntos o al conductor de puesta a tierra de equipos del transformador o de la fuente de alimentación del circuito de alimentación.

4) Longitud del tubo conduit metálico flexible. Se permitirá usar como un medio de unión, el tubo conduit metálico flexible aprobado o el tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos aprobado que encierren el conductor del circuito secundario de un transformador o de una fuente de alimentación para su uso con tubos de neón, si la longitud total acumulada del tubo conduit en el circuito secundario no excede de 30.00 metros.

5) Partes metálicas pequeñas. No se exigirá unir las partes metálicas pequeñas que no excedan de 50 milímetros en ninguna dimensión, que no vayan a energizarse y se encuentren separadas por una distancia mínima de 19 milímetros de los tubos de neón.

6) Tubo conduit no metálico. Cuando se utilice tubo conduit no metálico aprobado para contener el conductor del circuito secundario de un transformador o fuente de alimentación y se requiera un conductor de unión, éste debe instalarse separado y alejado del tubo no metálico y separarse una distancia mínima de 38 milímetros del tubo cuando el circuito opera a 100 hertz o menos, o a 45 milímetros cuando el circuito opera a más de 100 hertz.

7) Conductores de unión. Los conductores de unión deben cumplir con (1) y (2).

(1) Los conductores de unión deben ser de cobre y de tamaño igual o superior al 2.08 mm² (14 AWG).

(2) Los conductores de unión instalados externamente a un anuncio o a una canalización se deben proteger contra daños físicos.

8) Anuncios en las fuentes. Los anuncios o iluminaciones de contorno instalados dentro de una fuente deben tener todas las partes metálicas unidas al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito derivado del sistema de recirculación de la fuente. La unión debe estar lo más cerca que sea factible de la fuente y se permitirá que la unión se haga a los sistemas de tubería metálica que estén unidos de acuerdo con 680-53.

NOTA: Ver 600-32(j) para información acerca de las restricciones en cuanto a la longitud de los conductores secundarios de alta tensión.

600-8. Envolventes. Las partes vivas que no sean lámparas ni tubos de neón deben tener envolventes. No se requiere de una envoltura adicional cuando los transformadores y fuentes de poder tienen integrada una envoltura, incluyendo la envoltura de empalme de los circuitos primario y secundario.

a) Resistencia. Las envolventes deben tener suficiente resistencia estructural y rigidez.

b) Material. Las envolventes de los anuncios y sistemas de iluminación de contorno deben estar construidas de metal o ser aprobadas.

c) Espesor mínimo de envolventes de metal. Láminas de cobre o de aluminio deben tener un espesor de cuando menos 0.51 milímetros. Las láminas de acero deben tener un espesor de cuando menos 0.41 milímetros.

d) Protección del metal. Las partes metálicas del equipo deben estar protegidas contra la corrosión.

600-9. Ubicación.

a) Vehículos. Los anuncios y sistemas de iluminación de contorno deben estar cuando menos a 4.30 metros por encima de las áreas accesibles a vehículos, a menos que estén protegidos contra daños físicos.

b) Peatones. Los tubos de neón fácilmente accesibles a los peatones deben estar protegidos contra daños físicos. Excepto los que sean anuncios luminosos portátiles de ubicación seca.

NOTA: Ver 600-41 (d) con respecto a los requisitos adicionales.

c) Adyacentes a materiales combustibles. Los anuncios y sistemas de iluminación de contorno deben instalarse de modo que los materiales combustibles adyacentes no estén sometidos a temperaturas superiores a 90 °C.

La distancia entre madera u otros materiales combustibles y las lámparas incandescentes o de HID o los portalámparas no debe ser inferior a 50 milímetros.

d) Lugares mojados. Los anuncios y sistemas de iluminación de contorno para uso en lugares mojados, diferentes a los a prueba de agua, deben ser a prueba de intemperie y tener orificios de drenaje, como sea necesario, de acuerdo con lo siguiente:

- (1) Los orificios de drenaje no deben mayores de 13 ni menores de 6 milímetros.
- (2) En cada punto bajo o sección asilada de los equipos debe haber cuando menos un orificio de drenaje.
- (3) Los orificios de drenaje deben estar ubicados de modo que no habrá obstrucciones externas.

600-10. Anuncios portátiles

a) Soporte. Los anuncios luminosos portátiles o móviles deben estar soportados adecuadamente y ser fácilmente movibles sin necesidad de herramientas.

b) Clavija de conexión. Cada anuncio portátil o móvil debe tener una clavija de conexión.

c) En lugares húmedos o mojados. Los anuncios portátiles o móviles para lugares húmedos o mojados deben cumplir con (1) y (2) siguientes.

1) Cordones. Todos los cordones deben ser de trabajo pesado o semipesado, como se designan en la Tabla 400-4, y deben tener un conductor de puesta a tierra de equipos.

2) Interruptor de circuito por falla a tierra. Los anuncios portátiles o móviles deben tener instalado de fábrica un interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal. Este interruptor debe formar parte integral de la clavija o estar ubicado en el cordón de alimentación, a una distancia no mayor de 30 centímetros de la clavija.

d) Lugares secos. Los anuncios portátiles o móviles para lugares secos deben cumplir con lo siguiente:

- (1) Los cordones deben ser SP-2, SPE-2, SPT-2 o más robustos, como se designan en la Tabla 400-4.
- (2) El cordón no debe tener más de 4.50 metros de longitud.

600-12. Alambrado del secundario instalado en campo. El alambrado secundario instalado en campo para los anuncios eléctricos, kits de actualización, sistemas de iluminación de contorno y sistemas de estructuras de tubos y sistemas de anuncios alimentados por celdas fotovoltaicas, debe hacerse de acuerdo a sus instrucciones de instalación y estar de acuerdo con (a), (b) o (c) siguientes.

a) De 1000 volts o menos. El alambrado del circuito secundario de neón de 1000 volts o menos debe cumplir con 600-31.

b) De más de 1000 volts. El alambrado del circuito secundario de neón, de más de 1000 volts debe cumplir con 600-32.

c) Clase 2. Cuando la instalación cumple con los requisitos de 600-33 y la fuente de poder provee una salida de fuerza Clase 2 que cumple con 600-24, se permitirá cualquiera de los siguientes métodos de alambrado que se determine de acuerdo a las condiciones y las instrucciones de instalación:

- (1) Métodos de alambrado identificados en el Capítulo 3.
- (2) Cables Clase 2 que cumplan con Tabla 600-33(a)(1) y la Tabla 600-33(a)(2)

600-21. Balastros, transformadores y fuentes de alimentación electrónicas y fuentes de alimentación de Clase 2

Los balastos, transformadores, fuentes de alimentación electrónicas y fuentes de alimentación de Clase 2 deben ser de tipo autónomos o deben estar encerrados mediante su colocación en un cuerpo de anuncio o en un envoltorio separado.

a) Accesibilidad. Los balastos, transformadores, fuentes de alimentación electrónicas y fuentes de alimentación de Clase 2 deben estar ubicados donde sean accesibles y deben estar asegurados firmemente en su lugar.

b) Ubicación. Los balastos, transformadores y fuentes de alimentación electrónicas y fuentes de alimentación Clase 2 deben instalarse lo más cerca posible de las lámparas o tubos de neón, para que los conductores secundarios sean lo más corto posible.

c) Lugares húmedos. Los balastos, transformadores y fuentes de alimentación electrónicas y fuentes de alimentación Clase 2 utilizados en lugares húmedos deben ser a prueba de intemperie o para exteriores y deben estar protegidos contra la intemperie mediante la instalación dentro del cuerpo del anuncio o en un envoltorio separado.

d) Espacio de trabajo. Se debe dejar un espacio de trabajo de cuando menos 90 centímetros de alto, 90 centímetros de ancho y 90 centímetros de fondo, para cada balastro, transformador, fuente de alimentación electrónica y fuente de alimentación Clase 2 o en su envoltorio, cuando no estén instalados dentro del anuncio luminoso.

e) En áticos y cornisas. Se permitirá instalar los balastos, transformadores, fuentes de alimentación electrónicas y fuentes de alimentación Clase 2 en áticos y cornisas, siempre que haya una puerta de acceso de 90 centímetros por 56 centímetros cuando menos, y un pasillo de cuando menos 90 centímetros de alto por 60 centímetros de ancho con un camino permanente y adecuado de por lo menos 30 centímetros de ancho, que vaya desde el punto de entrada hasta cada componente. En estos espacios se debe instalar por lo menos una salida de alumbrado que tenga un interruptor o que esté controlada por un interruptor de pared. Por lo menos un punto de control debe estar en el punto de entrada habitual a estos espacios. La salida de alumbrado debe estar en o cerca del equipo que necesita servicio.

f) En plafones suspendidos. Se permitirá instalar los balastos, transformadores, fuentes de alimentación electrónicas y fuentes de alimentación Clase 2 sobre los plafones suspendidos, siempre que sus envoltorios estén asegurados firmemente y su soporte no dependa de la parrilla del plafón suspendido. Los balastos, transformadores y fuentes de alimentación electrónica, instalados en plafones suspendidos no se deben conectar al circuito derivado mediante cordón flexible.

600-22. Balastros

a) Tipo. Los balastros deben estar identificados y aprobados para este uso.

b) Protección térmica. Los balastros deben estar protegidos térmicamente.

600-23. Transformadores y fuentes de alimentación electrónica

a) Tipo. Los transformadores y fuentes de alimentación electrónica deben estar identificados y aprobados para este uso.

b) Protección del circuito secundario contra fallas a tierra. Los transformadores y fuentes de alimentación electrónica, diferentes de los siguientes, deben tener protección del circuito secundario contra fallas a tierra.

- (1) Transformadores con secundario aislado no puesto a tierra y tensión máxima a circuito abierto de 7500 volts o menos.
- (2) Transformadores con un compartimiento de porcelana o cristal integrado al secundario, para los tubos de neón y que no requieran de alambrado de sitio en el circuito secundario.

c) Tensión. La tensión del circuito secundario no debe superar los 15 000 volts bajo cualquier condición de carga. La tensión a tierra de cualquier terminal de salida del secundario no debe superar los 7500 volts bajo cualquier condición de carga.

d) Valor nominal. Los transformadores y fuentes de alimentación electrónica deben tener un valor nominal de corriente del circuito secundario no superior a 300 miliamperes.

e) Conexiones del secundario. Las salidas del circuito secundario no se deben conectar en serie ni en paralelo.

f) Marcado. Un transformador o fuente de alimentación electrónica que cuenta con protección contra fallas a tierra del circuito secundario se debe marcar así.

600-24. Fuentes de alimentación de Clase 2. Los anuncios y sistemas de iluminación de contorno alimentados por transformadores, fuentes de alimentación y fuentes de energía, de Clase 2, deben cumplir con los requisitos de los circuitos de Clase 2 y de (a), (b), (c) y (d) siguientes.

a) Aprobado. Las fuentes de energía y las fuentes de alimentación de Clase 2 deben aprobarse para uso con anuncios eléctricos y sistemas de iluminación de contorno o debe ser un componente de un anuncio aprobado.

b) Puesta a tierra. Las partes metálicas de fuentes de alimentación Clase 2 y fuentes de alimentación deben estar puestas a tierra conectándolas al conductor de puesta a tierra de equipos.

c) Métodos de alambrado en el lado carga de los suministros Clase 2. Los conductores y equipos del lado carga del suministro de potencia deben instalarse de acuerdo con los requerimientos apropiados del Capítulo 3.

d) Alambrado del secundario. El alambrado del secundario del lado carga de las fuentes de energía de Clase 2 debe cumplir con 600-12(c) y 600-33.

Parte B. Instalación en sitio de estructuras de tubos, iluminación de contorno y alambrado del secundario

600-30. Aplicación. La Parte B de este Artículo se debe aplicar a todo lo siguiente:

- (1) Estructuras de tubos instalados en sitio.
- (2) Circuitos secundarios instalados en sitio.
- (3) Iluminación de contorno.

Estos requerimientos son adicionales a los requerimientos de la Parte A.

600-31. Alambrado del circuito secundario para tubos de neón de 1000 volts o menos

a) Métodos de alambrado. Los conductores deben instalarse usando cualquier método de alambrado adecuado para las condiciones, incluido en el Capítulo 3.

b) Aislamiento y tamaño. Los conductores deben ser aprobados, aislados y de tamaños no menores que 0.824 mm² (18 AWG).

c) Número de conductores en una canalización. El número de conductores en una canalización debe estar de acuerdo a la Tabla 1 del Capítulo 10.

d) Instalación. Los conductores se deben instalar de modo que no estén sujetos a daños físicos.

e) Protección de las puntas de conductores. Cuando los conductores pasen por cualquier abertura en un metal, se deben proteger con un pasacables.

600-32. Alambrado del circuito secundario para tubos de neón de más de 1000 volts

a) Métodos de alambrado

1) Instalación. Los conductores deben estar instalados en tubos conduit: metálico pesado, metálico semipesado, no metálico flexible hermético a los líquidos, metálico flexible, metálico flexible hermético a los líquidos; tuberías eléctricas metálicas, envolventes metálicos, sobre aisladores en canalizaciones metálicas, u otro equipo aprobado para uso en circuitos secundarios para tubos de neón de más de 1000 volts.

2) Número de conductores. El tubo conduit sólo debe contener un conductor.

3) Tamaño. El tubo conduit deben tener un diámetro mínimo de 16 milímetros (tamaño comercial ½ pulgada).

4) Separación de las partes puestas a tierra. En lugares diferentes al lugar de la conexión a un envolvente metálico o al cuerpo del anuncio, el tubo conduit no metálico o el no metálico flexible, deben estar a una distancia de cuando menos 38 milímetros de las partes puestas a tierra o unidas, cuando el tubo contiene un conductor operando a 100 hertz o menos, y se deben separar cuando menos 45 milímetros de las partes puestas a tierra o unidas, cuando el conduit contiene un conductor operando a más de 100 hertz.

5) Partes metálicas del edificio. Las partes metálicas de un edificio no se deben utilizar como el conductor de retorno del secundario ni como el conductor de puesta a tierra de equipos.

b) Aislamiento y tamaño. Los conductores deben ser aislados, aprobados como cable para anuncio de tubo de gas y como cable de encendido del Tipo GTO, con valor nominal para 5, 10 ó 15 kilovolts, tener un tamaño no menor a 0.824 mm^2 (18 AWG) y una temperatura nominal mínima de 105°C .

c) Instalación. Los conductores se deben instalar de modo que no estén expuestos a daños físicos.

d) Curvas en los conductores. Se deben evitar las curvas pronunciadas en los conductores aislados.

e) Separación. Los conductores del secundario deben estar separados entre sí y de otros objetos que no sean los aisladores o los tubos de neón por una distancia no menor a 38 milímetros. El cable GTO instalado en una tubería o tubo conduit metálico no requiere de separación entre el aislamiento del cable y el tubo conduit o la tubería.

f) Aisladores y pasacables. Los aisladores y pasacables utilizados con los conductores deben estar aprobados para uso en circuitos secundarios de tubos de neón de más de 1000 volts.

g) Conductores en canalizaciones. El aislamiento de todos los conductores se debe prolongar no menos de 65 milímetros más allá del tubo conduit metálico o la tubería.

h) Entre el tubo de neón y el retorno del punto medio. Se permitirá instalar conductores desde los extremos del tubo de neón o del punto medio de retorno del circuito secundario de los transformadores aprobados o de las fuentes electrónicas de alimentación aprobadas y provistos con terminales o puntas de conductor en el punto medio.

i) Ocupaciones de viviendas. Los equipos cuya tensión a circuito abierto sea mayor a 1000 volts no se deben instalar ni dentro ni sobre las ocupaciones de vivienda.

j) Longitud de los conductores del circuito del secundario

1) Conductor secundario al primer electrodo. La longitud de los conductores del circuito secundario desde una terminal o punta de conductor de alta tensión del transformador o de la fuente de alimentación electrónica hasta el electrodo del primer tubo de neón no debe exceder de:

- (1) 6.00 metros cuando están instalados en tubo conduit o tubería metálicos.
- (2) 15.00 metros cuando están instalados en tubo conduit no metálico.

2) Otros conductores del circuito del secundario. Todas las otras secciones del conductor del circuito secundario en un circuito de tubo de neón deben ser lo más cortas que sea posible.

k) Empalmes. Los empalmes en los conductores del circuito secundario de alta tensión se deben hacer en envolventes aprobadas con valor nominal de más de 1000 volts. Los envolventes de los empalmes deben ser accesibles después de la instalación y estar aprobados para el lugar donde se instalan.

600-33. Sistemas de iluminación de anuncios de Clase 2, alambrado secundario. Los materiales usados y los métodos de alambrado se deben instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante del anuncio, empleando cualquier método de alambrado aplicable del Capítulo 3, los métodos de alambrado y los requisitos para circuitos de Clase 2 contenidos en 600-12(c), 600-24 y (a), (b), (c) y (d) siguientes.

a) Aislamiento y dimensionamiento de conductores de Clase 2. Debe instalarse un cable de Clase 2 que cumpla con lo establecido en la Tabla 600-33(a)(1) o la Tabla 600-33(a)(2) para sustituciones, en lado de la carga de la fuente de alimentación de Clase 2. Los conductores deben tener una ampacidad no menor que la carga que se va a alimentar y no menor que el tamaño 18 AWG.

1) Uso general. Se debe instalar cable PLTC, CL2 o CL3, o cualquier cable de uso general dentro de edificios o estructuras.

2) Otros lugares del edificio. En otros lugares se permitirá cualquier cable aplicable de los permitidos en los numerales (1) a (4) siguientes y en las Tablas 600-33(a)(1) y 600-33(a)(2), de la siguiente manera:

- (1) CL2P o CL3P – Ductos, *plenums* y otros espacios usados para el aire acondicionado.
- (2) CL2R o CL3R – Ejes verticales y elevadores.
- (3) Sustituciones para la Tabla 600-33(a)(2)

3) Lugares mojados. Cable de Clase 2 utilizado en lugares mojados debe ser identificado para uso en lugares mojados.

4) Otros lugares. El cable de Clase 2 expuesto a la luz solar debe estar marcado como resistente a la luz solar adecuado para uso en exteriores.

b) Instalación. El alambrado secundario debe ser instalado de acuerdo con (b)(1) y (b)(2).

- (1) El alambrado debe ser instalado y soportado de una manera ordenada y esmerada. Los cables y conductores instalados expuestos sobre la superficie de techos y paredes deben ser soportados por la estructura del edificio de tal forma que el cable no se dañe bajo condiciones normales de uso del edificio. El cable debe ser soportado y asegurado a intervalos que no excedan 1.8 m. Los cables deben ser soportados por correas, grapas, ganchos, cinchos para cable o amarres similares diseñados e instalados de tal manera que no dañen el cable. La instalación debe cumplir también con 300-4(d).
- (2) Las conexiones en cables y conductores deben ser hechas con dispositivos aislantes y ser accesibles después de la instalación. Cuando se hacen en una pared, las conexiones deben encerrarse en una caja.

c) Protección contra daño físico. Cuando estén sujetos a daño físico, los conductores deben ser instalados y protegidos de acuerdo a 300-4.

Tabla 600-33(a)(1) Aplicaciones del cable potencia limitada en señales e iluminación de contorno

Ubicación	CL2	CL3	CL2R	CL3R	CL2P	CL3P	PLTC
Espacios no ocultos dentro de los edificios	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Espacios ocultos dentro de los edificios que no se usan como <i>plenums</i> o pozos verticales	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Espacios de aire ambiental en <i>plenums</i> o fosos verticales	N	N	N	N	Y	Y	N
Lugares mojados	N	N	N	N	N	N	Y

Y= Permitido

N= No permitido

Tabla 600-33(a)(2) Sustituciones de cable Clase 2

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
CL3P	CMP
CL2P	CMP, CL3P
CL3R	CMP, CL3P, CMR
CL2R	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R
CL3	CMP, CL3P, CMR, CL3R, CMG, CM, PLTC
CL2	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R, CL2R, CMG,
CL3X	CMP, CL3P, CMR, CL3R, CMG, CM, PLTC, CL3,
CL2X	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R, CL2R, CMG, CM, PLTC, CL3, CL2, CMX, CL3X

d) Puesta a tierra y Unión. La instalación debe ser puesta a tierra y con unión de acuerdo a 600-7.

600-34. Anuncios alimentados por celdas fotovoltaicas. Todo el alambrado en campo de los componentes y subensambles de un sistema fotovoltaico ya sea independiente de la red, interactivo con la red o no interactivo con la red, se debe hacer de acuerdo con el Artículo 690, según aplique, 600-34, y las instrucciones para la instalación del anuncio alimentado por celdas fotovoltaicas.

a) Equipo. Los inversores, motor generador, módulos fotovoltaicos, paneles fotovoltaicos, módulos fotovoltaicos corriente alterna, combinadores corriente continua, convertidores corriente continua-corriente alterna y los cargadores que se pretenda usar en un sistema de anuncio alimentado por celdas fotovoltaicas deben estar aprobados para esta aplicación.

b) Alambrado. El alambrado de un panel fotovoltaico o el alambrado externo del cuerpo de un anuncio fotovoltaico debe ser:

- (1) Aprobados, marcados y adecuados para aplicaciones fotovoltaicas.
- (2) Enrutado siguiendo cercanamente el cuerpo o caja del anuncio.

(3) Tan corto como sea posible y asegurado a intervalos que no excedan 90 cm.

(4) Protegido donde esté expuesto a daño físico.

c) Cables y cordones flexibles. Los cables y cordones flexibles deben cumplir con el Artículo 400 y estar identificados como de uso rudo, calificado para uso en exteriores, y resistente al agua y a la luz solar.

d) Puesta a tierra. La puesta a tierra de un anuncio fotovoltaico debe cumplir con el Artículo 690, Parte E y 600-7.

e) Medios de desconexión. Los medios de desconexión de un anuncio fotovoltaico deben cumplir con el Artículo 690, Parte C y 600-6

f) Compartimiento de las baterías. Se debe requerir una herramienta para abrir los compartimientos de las baterías.

600-41. Tubos de neón

a) Diseño. La longitud y el diseño de los tubos no deben causar una sobrecorriente permanente mayor que la carga de diseño del transformador o de la fuente de alimentación electrónica.

b) Soporte. Los tubos deben estar sostenidos en soportes para tubo. Los tubos se deben sujetar a una distancia máxima de 150 milímetros de la conexión del electrodo.

c) Separación. Se debe mantener una separación mínima de 6 milímetros entre los tubos y la superficie más próxima, excepto los soportes.

d) Protección. Las estructuras de tubo instalados en sitio no deben estar sometidas a daños físicos. Cuando los tubos sean fácilmente accesibles a personas que no sean calificadas, las estructuras de tubo instaladas en sitio deben ser provistas con protectores adecuados o deben estar protegidas por otros medios.

600-42. Conexiones de los electrodos

a) Puntos de transición. Cuando los conductores del circuito secundario de alta tensión salen de uno de los métodos de alambrado especificados en 600-32(a), deben estar confinados en un ensamble.

b) Accesibilidad. Las terminales de los electrodos no deben ser accesibles a personas no calificadas.

c) Conexiones de los electrodos. Las conexiones de los electrodos se deben hacer mediante un dispositivo de conexión, entorchando los alambres o mediante un contacto para electrodos. Las conexiones deben ser eléctrica y mecánicamente seguras y estar dentro de un envolvente adecuado para ese uso.

d) Soporte. El(los) conductor(es) del secundario de los tubos deben estar sostenidos a una distancia máxima de 15 centímetros de la conexión del electrodo a los tubos.

e) Contactos. Los contactos para los electrodos deben ser los adecuados.

f) Pasacables. Cuando los electrodos penetren un envolvente, deben utilizarse pasacables diseñados para ese uso, a menos que se instalen contactos.

g) Lugares mojados. Se debe emplear un tapón para cerrar la abertura entre la tubería de neón y un contacto cuando este último entra en un edificio. Donde un pasacables o tubo de neón entre en un edificio, se debe sellar la apertura entre los tubos de neón y los pasacables y el edificio.

h) Envolventes de los electrodos: Los envolventes de los electrodos deben estar aprobados.

1) Lugares secos. En lugares secos, húmedos o mojados se permitirá instalar y usar los envolventes de los electrodos que estén aprobados para uso en estos lugares.

2) Lugares húmedos y mojados. Los envolventes de los electrodos instalados en lugares húmedos y mojados deben estar específicamente aprobados e identificados para su uso en esos lugares.

NOTA: Ver 110-3(b) que trata de la instalación y el uso de equipos eléctricos.

ARTÍCULO 604

SISTEMAS DE ALAMBRADO PREFABRICADOS

604-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican al alambrado instalado en sitio utilizando subconjuntos prefabricados, para circuitos derivados, circuitos de control remoto, circuitos de señalización y circuitos de comunicaciones en áreas accesibles.

604-2. Definición

Sistema de alambrado prefabricado: Es un sistema formado por componentes ensamblados en fábrica, y no pueden ser inspeccionados en el sitio donde se instalen, sin dañar o destruir el conjunto ensamblado y que se utilizan para la conexión de luminarias, equipos de utilización y otros dispositivos.

604-6. Aprobación requerida. Los sistemas de alambrado prefabricado sus componentes asociadas de estar aprobados.

604-7. Instalación. Los sistemas de alambrado prefabricados se deben sujetar y sostener de acuerdo con el Artículo aplicable para el tipo de cable o tubo conduit utilizado.

604-10. Usos permitidos. Se permite el uso de sistemas de alambrado prefabricados en lugares visibles, secos, accesibles y dentro de plafones y espacios usados para ventilación cuando estén aprobados para esta aplicación y se instalen de acuerdo con lo indicado en 300-22.

Excepción 1: En espacios ocultos, se permite que un extremo de un cable en derivación se extienda dentro de muros huecos, para terminar en un apagador o en un punto de salida.

Excepción 2: Para instalaciones exteriores, los sistemas de alambrado prefabricados deben estar aprobados para uso exterior.

604-12. Usos no permitidos. No se permiten sistemas de alambrado prefabricados donde estén limitados por el Artículo aplicable del Capítulo 3 para el método de alambrado utilizado en su construcción.

604-100. Construcción

a) Tipos de cable o tubo conduit

1) Cables. El cable debe ser uno de los siguientes:

- (1) Cable Tipo AC con conductores de cobre aislado para 600 volts, tamaños de 3.31 a 8.37 mm² (12 a 8 AWG), con un conductor de puesta a tierra de equipos, de cobre aislado o desnudo con tamaño equivalente al del conductor.
- (2) Cable del Tipo MC con conductores de cobre aislado para 600 volts nominales, tamaños de 3.31 a 8.37 mm² (12 a 8 AWG), con un conductor de puesta a tierra de equipos, de cobre aislado o desnudo con tamaño equivalente al del conductor de fase.
- (3) Cable del Tipo MC con conductores de cobre aislado para 600 volts nominales, tamaños de 3.31 a 8.37 mm² (12 a 8 AWG), con un conductor de puesta a tierra y un ensamble armado e identificado para puesta a tierra, de acuerdo con 250-118(10). La combinación del conductor de puesta a tierra y el revestimiento metálico debe tener una ampacidad equivalente a la del conductor de cobre de fase.

Se permitirán otros cables como los enumerados en 725-154, 800-113, 820-113 y 830-179 en los sistemas de alambrado prefabricados para el alambrado de equipos dentro del alcance de sus respectivos Artículos.

2) Conduit. La canalización debe ser tubo metálico flexible o tubos conduit flexibles herméticos a los líquidos que tenga conductores de cobre aislados para 600 volts, de tamaños de 3.31 a 8.37 mm² (12 a 8 AWG) con un conductor de cobre desnudo o aislado para conexión puesta a tierra, equivalente en tamaño al del conductor de fase.

Excepción 1 para (1) y (2): Se permite una derivación para lámpara de longitud máxima de 1.80 metros, proyectada para la conexión de una sola luminaria, con conductores de tamaño menor de 3.31 mm² (12 AWG) pero no menor de 0.824 mm² (18 AWG).

Excepción 2 para (1) y (2): Para circuitos de control remoto, circuitos de señalización o circuitos de comunicaciones, se permite el uso de sistemas de alambrado prefabricado con conductores de tamaño menor de 3.31 mm² (12 AWG).

Excepción 3 para (2): Sistemas de alambrado prefabricado que tengan tubo conduit metálico flexible de sección transversal no circular o de un tamaño menor al permitido por 348-20(a), o ambos, siempre y cuando los sistemas de alambrado sean equipados con los conductores y accesorios en el momento de su manufactura.

3) Cordón flexible. Se permitirá usar cordones flexibles adecuados para uso rudo, con conductores de tamaño mínimo del 3.31 mm² (12 AWG), como parte de un ensamble elaborado en fábrica, cuya longitud no exceda 1.80 metros al hacer la transición entre los componentes de un sistema de alambrado prefabricado y un equipo de utilización que no esté asegurado permanentemente a la estructura del edificio. El cordón debe ser visible en toda su longitud, no debe estar sometido a daño físico y debe estar provisto con un liberador de tensión.

Excepción: Se permitirán las luminarias de descarga eléctrica que cumplan con 410-62(c) con conductores de tamaño inferior al 3.31 mm² (12 AWG).

4) Barras canalizadas (busways). Las barras canalizadas deben ser de tipo enchufable, continuas, con conductores aislados o desnudos montados en fábrica, que pueden ser barras, varillas o tubos de cobre o de aluminio. Las barras canalizadas deben proveerse con un dispositivo de puesta a tierra. Las barras deben tener un valor nominal de 600 volts, 20, 30 o 40 amperes. Las barras canalizadas se deben instalar de acuerdo con 368-12, 368-17 (d) y 368-30.

5) Canalizaciones. Canalizaciones pre-alambradas, modulares o para montarse en superficie deben ser aprobadas para este uso, deben tener un valor nominal de 600 volts, 20 amperes y deben ser instaladas de acuerdo con 386-12, 386-30, 386-60 y 386-100.

b) Marcado. Cada subconjunto prefabricado debe marcarse para identificar el tipo de cable, cordón flexible o canalización.

c) Contactos y conectores. Los contactos y conectores deben ser con bloqueo de seguridad debidamente polarizados e identificados para este uso y deben ser parte de un ensamble para el sistema apropiado. Todas las aberturas del conector deben estar diseñadas para prevenir el contacto involuntario con las partes vivas o tener tapas para cerrar eficazmente las aberturas del conector.

d) Otros componentes. Otros componentes del sistema deben estar aprobados para ese uso.

ARTÍCULO 605

MUEBLES DE OFICINA

605-1. Alcance. Esta Sección se refiere a equipo eléctrico, accesorios de alumbrado y sistemas de alumbrado usados para conectar, o contenidos dentro, o instalados en muebles de oficina.

605-2 Definición.

Muebles de oficina. Paneles de cubículos, divisiones, cubículos de estudio, estaciones de trabajo, escritorios, sistemas de estanterías y unidades de almacenamiento que puedan ser mecánicamente y eléctricamente conectados para formar un sistema de mobiliarios de oficina.

605-3. Generalidades. Los sistemas de alumbrado deben estar identificados como adecuados para suministrar energía a los accesorios de alumbrado y equipos de utilización de energía que se utilicen con los mobiliarios de oficinas. Estas divisiones no deben extenderse desde el piso hasta el techo.

Excepción: Cuando se permita, estas divisiones alambradas reubicables podrán llegar hasta el plafón, pero sin penetrar en él.

a) Usos. Estos conjuntos deben instalarse y usarse sólo como se indica en este Artículo.

b) Áreas peligrosas (clasificadas). Cuando se usen divisiones prealambradas en áreas peligrosas (clasificadas), deben cumplir con los Artículos 500 a 517, además de lo indicado en este Artículo.

605-4. Canalizaciones. Todos los conductores y las conexiones deben estar dentro de ductos o canales metálicos para alumbrado o de otro material adecuado para las condiciones de uso. Los canales de alumbrado deben estar libres de protuberancias u otras condiciones que puedan dañar al aislamiento del conductor.

605-5. Interconexiones para muebles de oficina. La conexión eléctrica entre los muebles de oficina deben ser ensambles flexibles adecuados para este uso o se permitirá conectar los muebles de oficina con cordones flexibles, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) Que el cordón sea para uso extra rudo con conductores de tamaño 3.31 mm² (12 AWG) o mayor, con un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos.
- (2) Que los muebles de oficina sean mecánicamente contiguos.
- (3) Que el cordón no sea más largo de lo necesario para la máxima separación entre los muebles de oficina y que no exceda de 60 centímetros.
- (4) Que el cordón termine en una clavija y en un contacto, liberador de esfuerzos.

605-6. Accesorios de alumbrado. El equipo de alumbrado apropiado para usarse en muebles de oficina debe cumplir con los requisitos siguientes:

a) Soporte. Deben estar provistos con medios de unión o soporte seguros.

b) Conexión. Cuando se utilice una conexión de cordón y clavija, se debe cumplir con todo lo siguiente:

(1) la longitud del cordón debe ser adecuada para el uso que se pretende, pero no debe exceder de 2.70 metros de longitud.

(2) El cordón debe ser del tipo para uso rudo, no debe ser menor que 0.824 mm² (18 AWG)

(3) El cable debe tener un conductor de conexión de puesta a tierra de equipos, excepto según lo especificado en el inciso (4) siguiente.

(4) No debe requerirse que los cordones del lado de carga de una fuente de alimentación de Clase 2 contengan un conductor de puesta a tierra de equipos.

(5) El cable debe ser del tipo para trabajo pesado, excepto lo especificado en el inciso (6) siguiente.

(6) Un cordón provisto en una fuente de alimentación de Clase 2 debe ser del tipo que se suministra con el ensamble de luminarias o del tipo especificado en las secciones 725-130 y 725-127.

(7) Si se emplea otro tipo de conexiones, deben identificarse como adecuadas para este uso.

c) Salida de contacto. No se permiten contactos en los accesorios de alumbrado.

605-7. Muebles de oficina de tipo fijo. Los muebles de oficina que estén unidos permanentemente a una parte del edificio deben estar conectadas al sistema eléctrico del edificio por uno de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3.

605-8. Muebles de oficina autosoportados. Los muebles de oficina autosoportados que no estén unidos permanentemente a una parte del edificio, pueden estar conectadas permanentemente al sistema eléctrico del edificio por uno de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3.

605-9. Muebles de oficina del tipo autosoportados, conectado con cordón y clavija. Los muebles de oficina individuales de tipo autosoportados o grupos de muebles de oficina individuales que estén eléctricamente conectados, mecánicamente contiguos y que no excedan de 9.00 metros, cuando estén ensamblados, pueden estar conectados al sistema eléctrico del edificio por un cordón flexible con clavija, siempre que se satisfagan todos los siguientes requisitos:

a) Cordón alimentador flexible. El cordón alimentador flexible debe ser para uso extra rudo, no debe ser mayor de 60 centímetros de longitud y con conductores de 3.31 mm² (12 AWG) o mayores, con un conductor de conexión de puesta a tierra con aislamiento.

b) Contacto para suministro de energía. El contacto que suministre la energía eléctrica debe estar alimentado por un circuito independiente que sirva exclusivamente a los muebles de oficina y no a otras cargas, y debe ubicarse a no más de 30 centímetros del mueble de oficina conectada al contacto.

c) Máximo número de salidas de contactos. Un mueble de oficina individual o grupos de muebles de oficina interconectados, no deben tener más de 13 salidas para contactos de 15 amperes, 120 volts. Para propósitos de este requerimiento un contacto es considerado (1) hasta dos contactos sencillos instalados dentro un sólo envolvente y que están a no más de 0.3 m uno de otro (2) un contacto dúplex.

d) Circuitos multiconductores. Un mueble de oficina individual o grupos de muebles de oficina individuales interconectados no deben contener circuitos multiconductores.

NOTA: Véase 210-4 para circuitos que alimenten a los muebles de oficina indicados en 605-7 y 605-8.

ARTÍCULO 610

GRÚAS Y MONTACARGAS

Parte A. Disposiciones generales

610-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de equipo eléctrico y la instalación eléctrica relacionada con grúas y montacargas, montacargas de monorriel y todas las pistas de grúa.

610-2. Definición

Cable colgante. Cable conductor sencillo o múltiple para uso e instalación donde se requiera flexibilidad, de acuerdo con el Artículo 610.

610-3. Requisitos especiales para lugares particulares

a) Áreas peligrosas (clasificadas). Todo equipo que funcione en un área clasificada como peligrosa debe cumplir con el Artículo 500.

1) Lugares Clase I. El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas) debido a la presencia de gases o vapores inflamables debe cumplir con el Artículo 501.

2) Lugares Clase II. El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas) debido a la presencia de polvos combustibles debe cumplir con el Artículo 502.

3) Lugares Clase III. El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas) debido a la presencia de fibras o pelusas de fácil ignición debe cumplir con el Artículo 503.

b) Materiales combustibles. Si la grúa, montacarga o montacarga de monorraíl opera sobre materiales de fácil combustión, los resistores deben localizarse de acuerdo con las siguientes:

- (1) En un gabinete bien ventilado, de material no combustible y construido de forma que no emita llamas o metal fundido.
- (2) En una jaula o cabina hecha de material no combustible que rodee todos sus lados desde el piso hasta un punto ubicado como mínimo a 15 centímetros arriba del nivel superior de los resistores.

c) Líneas de celdas electrolíticas. Véase 668-32.

Parte B. Alambrado

610-11. Métodos de alambrado. Los conductores deben instalarse en canalizaciones o ser cable Tipo AC con el conductor de puesta a tierra aislado, cable tipo MC o MI, a menos que se permita de otra manera en los siguientes incisos (a) a (e):

a) Conductores de contacto. Los conductores de contacto no requieren estar dentro de canalizaciones.

b) Conductores expuestos. No se requiere que longitudes cortas de conductores expuestos en resistencias, colectores y otro equipo, estén dentro de canalizaciones.

c) Conexiones flexibles para motores y equipos similares. Cuando sean necesarias conexiones flexibles para los motores y equipos similares, se deben usar conductores flexibles trenzados. Los conductores deben estar en tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, cables multiconductores o en canalizaciones flexibles no metálicas aprobadas.

d) Cable multiconductor con estación de botones. Cuando se utilice un cable multiconductor con una estación de botones colgando, ésta debe estar soportada de una manera satisfactoria para que proteja a los conductores eléctricos contra esfuerzos mecánicos.

e) Flexibilidad a partes móviles. Cuando se requiere flexibilidad para alimentar energía o controlar partes en movimiento, se permite el uso de cable colgante o un cordón adecuado para el propósito, siempre que:

- (1) Se disponga de liberación satisfactoria de esfuerzos y protección contra daño físico.
- (2) En áreas peligrosas (clasificadas) de la Clase 1, División 2, el cable debe estar aprobado para uso extra rudo.

610-12. Accesorios para canalizaciones o terminales de cable. Los conductores o los cables que salgan de una canalización deben cumplir con cualquiera de las condiciones (a) o (b).

a) Abertura independiente con boquilla. Donde la trayectoria de conductores cambie del tipo de instalación en cable o en canalización a una instalación expuesta, debe utilizarse una caja o accesorio terminal que esté provisto con apertura independiente emboquillada para cada conductor. Un accesorio usado para este propósito no debe tener derivaciones, contactos, ni empalmes y no debe usarse como caja de salida para luminarias.

b) Pasacables en lugar de caja. Se permite utilizar un pasacables en lugar de una caja al final de un tubo conduit metálico tipo pesado, semipesado o ligero, donde la canalización termine en equipos de control o similares no encerrados o un equipo similar, incluyendo conductores de contacto, colectores, resistores, frenos, interruptores de límite en circuitos de fuerza y motores de corriente continua de armadura dividida.

610-13. Tipo de conductores. Los conductores deben cumplir con lo indicado en la Tabla 310-104(a), a menos que otra cosa se permita en (a) hasta (d) siguientes.

a) Expuestos a calor externo o conectados a resistencias. Los conductores expuestos al calor exterior o conectados a resistencias, deben tener una cubierta exterior resistente a la flama o deben estar cubiertos con cinta resistente a la flama, individualmente o como en grupo.

b) Conductores de contacto. Los conductores de contacto a lo largo de la pista de la grúa, puente de la grúa y monorriel pueden ser desnudos y deben ser de cobre, aluminio, acero, u otras aleaciones o combinaciones de estos metales en forma de alambre duro estirado, de perfil redondo, en "T", angular, rieles en "T" u otra forma rígida.

c) Flexibilidad. Donde se requiera flexibilidad, se permite emplear cordones, cables flexibles o cables colgantes y, cuando sea necesario, se usarán carretes enrolladores o dispositivos recuperadores.

d) Circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Se permitirán los conductores de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 para circuitos de control remoto, circuitos de señalización y circuitos de fuerza limitada, instalados de acuerdo con el Artículo 725.

610-14. Tamaño de los conductores y ampacidad

a) Ampacidad. La ampacidad permitida de los conductores será la mostrada en la Tabla 610-14(a).

NOTA: Para la ampacidad de los conductores entre controladores y resistencias véase 430-23.

b) Conductores secundarios para resistores. Cuando los resistores estén separados del controlador, el tamaño mínimo de los conductores entre el resistor y el controlador se debe calcular multiplicando la corriente secundaria del motor por el factor adecuado de la Tabla 610-14 (b), y seleccionar el conductor de la Tabla 610-14(a).

c) Tamaño mínimo. Los conductores externos a motores y a controladores no deben ser menores de 1.31 mm^2 (16 AWG) a menos que se permita otra cosa en (1) o (2).

(1) En circuitos de control con no más de 7 amperes, se permite el uso de alambre de tamaño de 0.824 mm^2 (18 AWG), en cordones multiconductores.

(2) En circuitos electrónicos se permite el uso de conductores de tamaño no menor que 0.519 mm^2 (20 AWG).

d) Conductores de contacto. Los conductores de contacto deben tener una ampacidad no menor que la indicada en la Tabla 610-14(a) para alambres de 75°C , y en ningún caso deben ser menores que los mostrados en la Tabla 610-14(d).

e) Cálculo de la carga de motores

1) Un motor. Para un motor, se debe tomar el 100% de la corriente a plena carga indicada en su placa de datos.

2) Varios motores en una grúa o montacarga. Para una grúa o montacarga, con varios motores, la ampacidad mínima de los conductores alimentadores debe ser la suma de corriente nominal de plena carga indicada en la placa de datos del motor más grande o grupo de motores para cualquier movimiento simple de la grúa, más 50% de la corriente nominal a plena carga de la placa de datos del motor o grupo de motores inmediato más grande, usando la columna de la Tabla 610-14(a) que aplica para el mayor tiempo de régimen de trabajo del motor.

3) Múltiples grúas o montacargas en un sistema conductor común. Para varias grúas o montacargas o ambas cosas, alimentados con un sistema común de conductores, se debe calcular la ampacidad mínima para los motores de cada grúa como se indica en 610-14(e), sumarlas todas y multiplicar la suma por el factor de demanda adecuado de la Tabla 610-14(e).

f) Otras cargas. Para las cargas adicionales, tales como calefacción, alumbrado, y aire acondicionado, se deben aplicar las secciones correspondientes de esta NOM.

g) Placa de datos. Cada grúa, monorriel o montacarga debe tener una placa de datos, visible, con lo siguiente: Nombre del fabricante, valores nominales de tensión, frecuencia, número de fases y corriente en amperes del circuito, calculada según lo indicado en (e) y (f) anteriores.

610-15. Conductores de retorno. Cuando una grúa o montacarga es accionado por más de un motor, puede utilizarse un conductor de retorno común con ampacidad adecuada.

Tabla 610-14(a).- Ampacidades para conductores de cobre aislados basados en una temperatura ambiente de 30 °C, utilizados para motores de grúas y montacargas con régimen de trabajo de corta duración

Temperatura máxima de operación		Hasta cuatro conductores energizados simultáneamente en canalizaciones o cable*				Hasta tres conductores de corriente alterna (**) o cuatro en corriente continua (*) energizados simultáneamente en canalización o cable.	
		75 °C		90 °C		125 °C	
Tamaño mm ² (AWG o kcmil)		Tipos MTW, RHW, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW		Tipos TA, TBS, SA, SIS, PFA, FEP, FEPB, RHH, THHW, THHW-LS, THHW-LSOH, THW-2, THW-2- LSOH, THWN-2, THHN, XHHW, Z, ZW		Tipos FEP, FEPB, PFA, PFAH, SA, TFE, Z, ZW	
mm ²	AWG	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min
1.31	16	10	12	—	—	—	—
2.08	14	25	26	31	32	38	40
3.31	12	30	33	36	40	45	50
5.26	10	40	43	49	52	60	65
8.37	8	55	60	63	69	73	80
13.3	6	76	86	83	94	101	119
16.8	5	85	95	95	106	115	134
21.2	4	100	117	111	130	133	157
26.7	3	120	141	131	153	153	183
33.6	2	137	160	148	173	178	214
42.4	1	143	175	158	192	210	253
53.5	1/0	190	233	211	259	253	304
67.4	2/0	222	267	245	294	303	369
85	3/0	280	341	305	372	370	452
107.2	4/0	300	369	319	399	451	555
127	250	364	420	400	461	510	635
152	300	455	582	497	636	587	737
177	350	486	646	542	716	663	837
203	400	538	688	593	760	742	941
228	450	600	765	660	836	818	1042
253.4	500	660	847	726	914	896	1143
FACTOR DE CORRECCIÓN PARA AMPACIDAD							
Temperatura Ambiente °C		Para temperaturas ambiente diferentes a 30 °C multiplicar la ampacidad mostrada arriba por el factor correspondiente abajo indicado					
21-25		1.05	1.05	1.04	1.04	1.02	1.02
26-30		1	1	1	1	1	1
31-35		0.94	0.94	0.96	0.96	0.97	0.97
36-40		0.88	0.88	0.91	0.91	0.95	0.95
41-45		0.82	0.82	0.87	0.87	0.92	0.92
46-50		0.75	0.75	0.82	0.82	0.89	0.89
51-55		0.67	0.67	0.76	0.76	0.86	0.86
56-60		0.58	0.58	0.71	0.71	0.83	0.83
61-70		0.33	0.33	0.58	0.58	0.76	0.76
71-80		—	—	0.41	0.41	0.69	0.69
81-90		—	—	—	—	0.61	0.61
91-100		—	—	—	—	0.51	0.51
101-120		—	—	—	—	0.4	0.4

Otros aislamientos indicados en las Tablas 310-13 y aprobados para lugares y temperaturas específicos se permite sustituirlos por los indicados en la Tabla 610-14 (a). Las ampacidades de los conductores utilizados para motores para servicio de 15 minutos deben ser las de 30 minutos incrementadas en 12%.

(*) Para cinco a ocho conductores de fuerza energizados simultáneamente en canalización o cable, la ampacidad de cada conductor de fuerza debe ser reducida a un valor equivalente a 80% del valor mostrado en esta tabla.

(**) Para cuatro a seis conductores de fuerza de corriente alterna energizados simultáneamente de 125 °C y alojados en tubo conduit, canalización o cable, la ampacidad de los conductores de fuerza se reduce a un valor equivalente al 80% del valor mostrado en esta tabla.

Tabla 610-14(b).- Factores para determinar la ampacidad de los conductores secundarios entre el controlador y los resistores de grúas.

Tiempo en segundos		Ampacidad del alambre en por ciento de la corriente secundaria a plena carga
Energizadas (conectadas)	Sin energía (desconectadas)	
5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
Servicio continuo		110

Tabla 610-14(d).- Tamaño mínimo del conductor de contacto basado en la distancia entre soportes.

Distancias entre aisladores de tensión extremos o soportes intermedios del tipo mordaza metros	Tamaño mínimo del alambre mm ² (AWG)
9.0 o menos	13.3 (6)
18.0 o menos	21.2 (4)
más de 18.0	33.6 (2)

Tabla 610-14(e).- Factores de demanda

Número de grúas o montacargas	Factor de demanda
2	0.95
3	0.91
4	0.87
5	0.84
6	0.81
7	0.78

Parte C. Conductores de contacto

610-21. Instalación de los conductores de contacto. Los conductores de contacto deben cumplir con los incisos (a) hasta (h) siguientes:

a) Ubicación y resguardo de los conductores de contacto. Los conductores de contacto de la pista de la grúa deben estar resguardados, y los conductores de contacto del puente de la grúa deben estar ubicados y resguardados de manera que las personas no puedan tocar accidentalmente las partes energizadas.

b) Conductores de contacto. Los conductores que se utilicen como conductores de contacto deben estar fijos en sus extremos por medio de aisladores de tensión y deben montarse sobre aisladores, de forma que el límite de desplazamiento del conductor no lo aproxime a menos de 4.0 centímetros de la superficie sobre la que está instalado el conductor.

c) Soportes a lo largo de la pista de la grúa. Los conductores de contacto instalados a lo largo de la pista de la grúa deben estar sostenidos por soportes aislantes colocados a intervalos no mayores de 6.00 metros, a menos que se permita de otra manera en 610-21(f).

Dichos conductores deben estar separados entre sí no menos de 15 centímetros, excepto en los monorrieles para montacargas, donde se permite una separación no menor que 7.50 centímetros. Donde sea necesario, los intervalos entre los soportes aislantes pueden ser aumentados hasta 12.00 metros, aumentando proporcionalmente la separación entre conductores.

d) Soportes sobre puentes. Los conductores de contacto del puente de la grúa deben estar separados por lo menos 6.5 centímetros, y cuando el largo del puente sea mayor que 24.00 metros se deben colocar caballetes aislantes a intervalos no mayores de 15.00 metros.

e) Soportes para conductores rígidos. Los conductores a lo largo de la pista de la grúa y puente de la grúa, que sean del tipo rígido especificado en 610-13(b), y que no estén dentro de un ensamble encerrado, se deben instalar sobre soportes aislantes separados a intervalos no mayores a 80 veces la dimensión vertical del conductor, pero en ningún caso mayor que 4.50 metros y espaciados suficientemente para dar una separación eléctrica de los conductores o a los colectores adyacentes no menor que 2.5 centímetros.

f) Rieles como conductor del circuito. Los rieles de monorriel, rieles del carro o rieles de la pista de la grúa pueden ser utilizados como un conductor de corriente para una fase de un sistema trifásico de corriente alterna alimentando al transportador, a la grúa o al carro, (traslación del puente, elevación o traslación del carro) y siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

- (1) Los conductores de las otras dos fases están aislados.
- (2) El suministro de energía para todas las fases proviene de un transformador de aislamiento.
- (3) La tensión no debe ser mayor que 300 volts.
- (4) El riel que sirva como conductor debe estar "unido" al conductor de puesta a tierra en el transformador y también se permite conectarlo a tierra por medio de los accesorios utilizados para la suspensión o fijación del riel al edificio o estructura.

g) Continuidad eléctrica de los conductores de contacto. Todas las secciones de los conductores deben estar mecánicamente unidas para proporcionar una conexión eléctrica continua.

h) No alimentación a otro equipo. Los conductores de contacto no deben utilizarse como alimentadores para otro equipo que no sean la(s) grúa(s) o montacarga(s) para los cuales fueron diseñados.

610-22. Colectores. Los colectores se deben diseñar de forma que se reduzca al mínimo chispas entre ellos y los conductores de contacto y cuando se instalen en locales utilizados para el almacenamiento de fibras y materiales fácilmente inflamables, deben cumplir con lo indicado en 503-155.

Parte D. Medio de desconexión

610-31. Medio de desconexión de los conductores de la pista de la grúa. Se debe instalar un medio de desconexión entre los conductores de contacto de la pista de la grúa y la fuente de alimentación, este medio debe tener una capacidad de conducción continua no menor que la calculada según lo indicado en 610-14(e) y (f). El medio de desconexión debe cumplir con lo establecido en la sección 430-109. El medio de desconexión debe:

- (1) Ser fácilmente accesible y operable desde el nivel del piso.
- (2) Poder ser bloqueado en la posición abierta, de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.
- (3) Abrir simultáneamente todos los conductores de fase.
- (4) Estar ubicado a la vista desde los conductores de contacto de la trayectoria de la grúa.

Excepción: Debe permitirse que el medio de desconexión del conductor de la pista de la grúa para líneas de celdas electrolítica sea colocado fuera del alcance de la vista de los conductores de contacto de la pista de la grúa, donde se cumpla alguna de las condiciones siguientes:

- (1) Donde una ubicación al alcance de la vista de los conductores de contacto no sea factible o represente un aumento de los riesgos o riesgos adicionales para personas o propiedades.
- (2) En instalaciones industriales, con procedimientos de seguridad escritos, donde las condiciones de mantenimiento y de supervisión garanticen que únicamente personas calificadas presten servicio al equipo.

610-32. Medios de desconexión para grúas y montacargas de monorriel. Se debe proporcionar un medio de conexión que cumpla con lo establecido en la sección 430-109 en los cables que provienen de los conductores de contacto, en las pistas de la grúa, o en otras fuentes de alimentación en todas las grúas y montacargas monorriales. El medio de desconexión debe poder bloquearse en la posición de “abierto”, de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25. Se puede omitir el medio de desconexión cuando la instalación del polipasto monorriel o grúa de accionamiento manual, cumpla las siguientes condiciones:

- (1) La unidad se controla desde el piso,
- (2) La unidad está a la vista desde los medios de desconexión de la fuente de alimentación,
- (3) No exista plataforma fija para inspección o mantenimiento a la unidad.

Se deben proporcionar en el puesto de mando, medios para interrumpir el circuito de alimentación de energía de todos los motores de la grúa o montacarga de monorriel.

610-33. Capacidad nominal de los medios de desconexión. La capacidad nominal de corriente del desconectador o interruptor automático requerido por 610-32, no debe ser menor que 50% de la combinación de las capacidades de corriente nominales de régimen de trabajo de corta duración de los motores, ni menor que 75% de la suma de las capacidades de corriente de los motores de régimen de trabajo de corta duración requeridos para un sólo movimiento de la grúa.

Parte E. Protección contra sobrecorriente

610-41. Conductores alimentadores de la pista de la grúa

a) Un alimentador. Los conductores de alimentación y de contacto principales de la pista de la grúa, grúa o montacarga se deben proteger mediante un dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente, y no deben ser mayores que la mayor capacidad nominal o el máximo ajuste de calibración de cualquier dispositivo de protección de cualquier circuito derivado, más la suma de todas las capacidades nominales de las otras cargas indicadas en la placa de datos, aplicando los factores de demanda de la Tabla 610-14 (e).

b) Más de un circuito alimentador. Cuando se instala más de un circuito alimentador para energizar los conductores de la pista de la grúa, cada circuito alimentador debe estar dimensionado y estar protegido de conformidad con el inciso (a) anterior.

610-42. Protección de los circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra. Los circuitos derivados se deben proteger de acuerdo con el inciso (a). Las derivaciones del circuito derivado, cuando se hagan, deben cumplir con lo indicado en el inciso (b).

a) Capacidad de los fusibles o del interruptor automático. Los circuitos derivados para los motores de grúas, montacargas y montacargas de monorriel se deben proteger con fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso, con una capacidad de acuerdo a la Tabla 430-52. Cuando dos o más motores actúen en un mismo movimiento, la suma de sus corrientes nominales indicadas en la placa de datos se considera como si fuera un solo motor. **b) Derivaciones.**

1) Varios motores. Cuando dos o más motores estén conectados al mismo circuito derivado, cada conductor de derivación para un motor individual debe tener una ampacidad no inferior a un tercio de la del circuito derivado. Cada motor debe estar protegido contra sobrecarga de acuerdo con 610-43.

2) Circuitos de control. Cuando las derivaciones para los circuitos de control se originan en el lado de carga de un dispositivo de protección del circuito derivado, cada derivación y parte del equipo deben protegerse de acuerdo con 430-72.

610-43. Protección contra sobrecarga

a) Protección contra sobrecarga de los motores y circuitos derivados. Cada motor, controlador de motor y conductor de circuito derivado debe estar protegido contra sobrecarga por cualquiera de los siguientes medios:

- (1) Un motor se considera protegido cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado reúne los requisitos de capacidad indicados en 610-42.
- (2) Elementos de relevadores de sobrecarga en cada conductor del circuito no puesto a tierra, con todos los elementos del relevador protegidos contra cortocircuito por el dispositivo de protección del circuito derivado.
- (3) Dispositivos sensores de temperatura, sensibles a la temperatura del motor o a la temperatura y corriente, que están térmicamente en contacto con el devanado(s) del motor. Las funciones de elevación se considerarán protegidas si el dispositivo de detección limita el dispositivo de elevación al descenso sólo durante una condición de sobrecarga. Las funciones de desplazamiento transversal se considerarán protegidas si el dispositivo de detección limita el desplazamiento en ambas direcciones de la función afectada durante una condición de sobrecarga de cualquier motor.

b) Motor controlado manualmente. Si el motor es controlado manualmente, con mandos de resorte de retorno, no se requiere el dispositivo de protección de sobrecarga para el motor contra condiciones de rotor bloqueado.

c) Varios motores. Donde dos o más motores accionen un sólo carro de la grúa o puente de la grúa, y estén controlados como una unidad y protegidos por un solo juego de dispositivos de sobrecarga, con una capacidad igual que la suma de sus corrientes de plena carga, el polipasto de carga o carro de la grúa se considera protegido si los dispositivos sensores están conectados al circuito del desconectador de límite superior del polipasto, de manera que se impida se siga levantando carga cuando exista una condición de sobrecalentamiento en cualquier motor.

d) Grúas y grúas monorriel. En las grúas y grúas monorriel y sus carros de grúa que no se usan como parte de una grúa viajera, los motores no requieren protección contra sobrecarga de funcionamiento individual, siempre que el motor más grande no sea mayor que 5.60 kilowatts (7.5 hp) y que todos los motores estén bajo control manual del operador.

Parte F. Control

610-51. Controladores separados. Cada motor debe estar provisto de un controlador individual, a menos que otra manera sea permitida en (a) o (b).

a) Movimientos con más de un motor. Cuando dos o más motores accionan a una sola grúa, dispositivo elevador, polipasto, carro de la grúa o puente de la grúa se permite utilizar un solo controlador.

b) Controlador de movimiento múltiple. Se permitirá conmutar un controlador entre dos motores, bajo las siguientes condiciones:

- (1) El controlador tenga capacidad nominal en caballos de fuerza no menor en caballos de fuerza que la del motor más grande.
- (2) Se opere un solo motor a la vez.

610-53. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de circuitos de control se deben proteger contra sobrecorriente. Los circuitos de control se consideran protegidos por dispositivos contra sobrecorriente, cuando están clasificados o están ajustados a no más de 300 por ciento de la ampacidad de los conductores de control, a menos que otra manera sea permitida en (a) o (b).

a) Derivaciones de los transformadores de control. Las derivaciones de los transformadores de control se consideran protegidas cuando el circuito secundario está protegido por un dispositivo calibrado o ajustado a no más de 200 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador y a no más de 200 por ciento de la ampacidad de los conductores del circuito de control.

b) Continuidad del suministro. Cuando la apertura del circuito de control pueda crear un riesgo, por ejemplo, el circuito de control de una grúa para metal fundido, los conductores del circuito de control se considera que están debidamente protegidos por los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

610-57. Espacio libre de trabajo. La dimensión del espacio libre de trabajo en la dirección del acceso a partes vivas que requieran revisión, ajuste, servicio o mantenimiento, mientras estén energizadas deben ser de un mínimo de 76 centímetros. Donde los controles estén encerrados en envoltentes, las puertas de los mismos deberán abrir 90° por lo menos o deben ser desmontables.

Parte G. Puesta a tierra

610-61. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas descubiertas no conductoras de corriente en grúas, montacargas de monorriel, montacargas y sus accesorios, incluyendo los controladores colgantes, deben estar unidas, ya sea por conexiones mecánicas o por puentes de unión, de tal modo que la grúa completa o el montacarga sean una trayectoria de corriente de fallas a tierra, tal como lo exige o lo permite el Artículo 250, Partes E y G.

Las partes en movimiento, salvo los accesorios desmontables o aditamentos que tengan superficies de rodamiento de metal a metal, deben ser consideradas como eléctricamente unidas entre sí a través de las superficies de rodamiento, para propósitos de puesta a tierra. Los chasises de los carros de la grúa y del puente de la grúa no deben ser considerados como eléctricamente puestos a tierra a través de las ruedas del puente y del carro y sus respectivos rieles. Se debe prever aparte un conductor de unión.

ARTÍCULO 620**ELEVADORES, MONTACARGAS, ESCALERAS ELÉCTRICAS, PASILLOS MÓVILES,
ELEVADORES DE PLATAFORMA Y ELEVADORES EN ESCALERAS
PARA SILLAS DE RUEDAS****Parte A. Disposiciones generales**

620-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación de equipo eléctrico y el alambrado utilizado en la conexión de elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores de plataforma para silla de ruedas y elevadores en escaleras para sillas de ruedas.

620-2. Definiciones

Controlador de movimiento: El dispositivo eléctrico que como parte del sistema de control regula la aceleración, velocidad, retardo y paro del elemento móvil.

Controlador de operación: El dispositivo eléctrico que, como parte del sistema de control, inicia el arranque, paro y dirección del movimiento, en respuesta a una señal originada en un dispositivo de operación.

Controlador del motor: Las unidades de operación de un sistema de control lo integran un dispositivo de arranque (arrancador) y un equipo de conversión de energía usado para poner en funcionamiento un motor eléctrico o una bomba para mover el sistema hidráulico de control.

Cuarto de control (para elevadores y montacargas): Espacio cerrado de control, fuera del foso del elevador, proyectado para que, entre completamente una persona, que contiene el controlador del motor del elevador. El cuarto también podría contener equipo eléctrico y/o mecánico utilizado directamente en el elevador o montacargas, pero no el motor eléctrico o la máquina hidráulica que mueven el elevador.

Cuarto de máquinas (para elevadores y montacargas): Espacio cerrado para maquinaria, fuera del foso del elevador, proyectado para que, entre completamente una persona, que encierra el motor eléctrico o la máquina hidráulica que mueven el elevador. El cuarto también podría contener equipo eléctrico y/o mecánico utilizado directamente en el elevador o montacargas.

Dispositivo de operación: El desconectador de la cabina, botones, interruptores de llave o palanca, y otros elementos eléctricos usados para activar el controlador de operación.

Equipo de señalización: Incluye equipo audible y visual como son: campanas, timbres, luces y presentaciones visuales que transmiten información al usuario.

Espacio de control (para elevadores y montacargas): Un espacio dentro o fuera del foso del elevador, proyectado para que una persona pueda entrar total o parcialmente, que alberga el controlador del motor del elevador. El espacio también podría contener equipo eléctrico y/o mecánico utilizado directamente en el elevador, pero no el motor eléctrico o la máquina hidráulica que mueven el elevador.

Espacio de control y de maquinaria remotos (para elevadores y montacargas): Un espacio de control o un espacio de maquinaria que no está dentro del cubo del elevador, ni del cuarto de máquinas ni del cuarto de control y que no está unido a la parte externa de las paredes, del plafón y del piso del cubo del elevador.

Espacio para maquinaria (para elevadores y montacargas): Un espacio dentro o fuera del cubo del elevador, proyectado para que una persona pueda entrar total o parcialmente, que contiene el equipo mecánico del elevador o montacargas y podría contener también equipo eléctrico utilizado directamente en el elevador o montacargas este espacio también podría contener el motor eléctrico o la máquina hidráulica que mueven el elevador.

Sistema de control: Sistema general que gobierna el arranque, parada, dirección de movimiento, velocidad, aceleración y retardo del elemento móvil.

620-3. Limitaciones de tensión. La tensión de suministro no debe exceder de 300 volts entre los conductores, a menos que se permita otra cosa en (a) hasta (c).

a) Circuitos de fuerza. Los circuitos derivados para los controladores de operación y motores de la puerta, así como los circuitos derivados y alimentadores de los controladores de motor, motores del elevador y frenos del elevador, no deberán tener una tensión que exceda 1000 volts. Se permite que las tensiones internas para la conversión de energía y equipo funcionalmente asociado, así como la tensión de operación del alambrado que interconecta el equipo, sean más altas, siempre que dichos equipos y el alambrado estén aprobados para esa tensión. Cuando la tensión supere los 1000 volts, se deben instalar en lugar notablemente visible en los equipos, etiquetas o anuncios de advertencia con la indicación "PELIGRO-ALTA TENSIÓN". Las señales de peligro o etiquetas deben cumplir con 110-21b).

b) Circuito de alumbrado. Los circuitos de alumbrado deben cumplir con lo requerido en el Artículo 410.

c) Circuitos de calefacción y aire acondicionado. Los circuitos derivados para equipo de calefacción y aire acondicionado de la cabina no deben operar a más de 1000 volts.

620-4. Partes vivas encerradas. Todas las partes vivas de aparatos eléctricos en los cubos de elevadores, en los lugares de desembarco, dentro o sobre la cabina de éste, en montacargas, a la entrada y salida de escaleras eléctricas, pasillos móviles espacio para maquinaria, para elevadores de plataforma y elevadores en escaleras para sillas de ruedas, deben estar encerrados a fin de evitar contactos accidentales.

NOTA: Véase 110-27 para el resguardo de partes vivas (1000 volts nominales o menos).

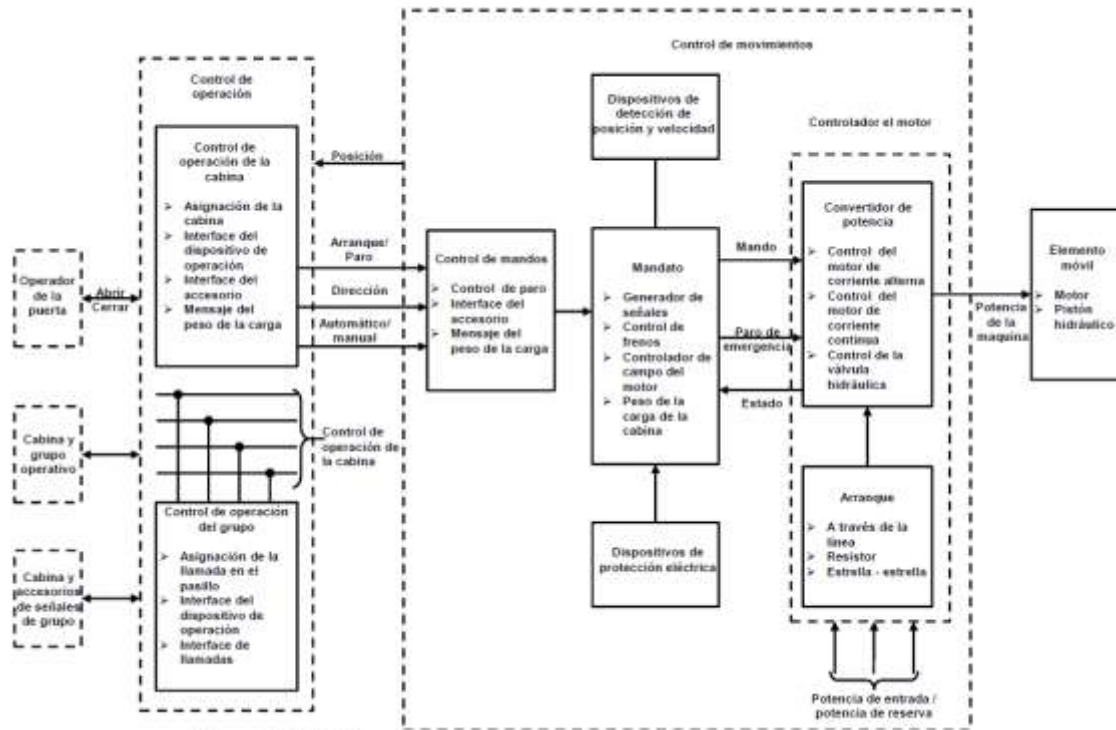


Figura 620-2.- Sistema de Control. Esta figura es únicamente informativa

620-5. Espacios de trabajo. Deben preverse espacios de trabajo alrededor de los controladores, medios de desconexión y otro equipo eléctrico. El espacio de trabajo no debe ser menor que lo especificado en 110-26(a).

Donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado examina, ajusta, da servicio y mantenimiento al equipo, los espacios requeridos en 110-26(a) no debe exigirse cumplir cuando una de las condiciones de los incisos de a) hasta d) se cumpla.

a) Conexiones flexibles al equipo. El equipo eléctrico indicado de (a)(1) a (a)(4), debe permitirse tengan terminales flexibles en todas las conexiones externas, de modo que pueda reubicarse para cumplir con las condiciones del área de trabajo indicada en 110-26(a).

- (1) Controladores y medios de desconexión para montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores y elevadores para sillas de rueda, instaladas en el mismo espacio con los motores de accionamiento del elevador.
- (2) Controladores y medios de desconexión instalados en el cubo o sobre la cabina de elevadores.
- (3) Controladores para la operación de las puertas.
- (4) Otro equipo eléctrico instalado en el cubo o en la cabina.

b) Protección. Las partes vivas de los equipos eléctricos están debidamente protegidas, separadas o aisladas para reducir la probabilidad de contacto inadvertido con las partes vivas que operan a tensiones mayores que 30 volts corriente alterna rms, 42 volts corriente alterna pico o 60 volts corriente continua y los equipos se pueda ser inspeccionado, ajustado, revisado o mantenido estando energizados sin quitar esta protección.

c) Examinación, ajuste y servicio. No se requiere que el equipo eléctrico sea examinado, ajustado, mantenido o reparado cuando esté energizado.

d) Baja tensión eléctrica. Las partes no aisladas están a una tensión no mayor 30 volts eficaces de corriente alterna., 42 volts de pico o 60 volts en corriente continua.

Parte B. Conductores

620-11. Aislamiento de conductores. El aislamiento de los conductores debe cumplir con (a) hasta (d)

NOTA: Un método para establecer si los conductores son resistentes a la propagación de la flama es someterlos a la prueba de flama VW-1 (alambre vertical) descrito en Apéndice B.

a) Alambrado del enclavamiento de las puertas del cubo del elevador. Los conductores que van a los enclavamientos de las puertas del cubo del elevador desde la canalización vertical del cubo del elevador deben ser:

(1) Resistentes a la propagación de la flama y adecuados para una temperatura mínima de 200 °C. Los conductores deben ser del tipo SF o equivalente.

(2) Protegidos físicamente usando un método aprobado, tal que el ensamble de conductores sea retardante de flama y adecuado para una temperatura no menor que 200°C

b) Cables viajeros. Los cables viajeros utilizados como conexiones flexibles entre la cabina del elevador o montacargas o contrapeso y la canalización, deben ser cables para elevadores de los tipos indicados en la Tabla 400-4, o de otros tipos aprobados.

c) Otros alambrados. Todos los conductores en las canalizaciones deben tener un aislamiento resistente a la propagación de la flama.

Los conductores deben ser cables de elevador tipo MTW, TF, TFF, TFN, TFFN, THHN, THW, THWN, TW, XHHW, o cualquier otro conductor con aislamiento resistente a la propagación de la flama. Los conductores con pantalla se permiten siempre que estén aislados para la tensión máxima aplicada a cualquier conductor dentro del cable o del sistema de canalización.

d) Aislamiento. Todos los conductores deben tener un nivel de tensión por lo menos igual a la tensión máxima nominal del circuito, aplicado a cualquier conductor dentro de la cubierta, cable o canalización. Se permitirán aislamientos o cubiertas exteriores que sean de humo limitado y estén aprobados.

620-12. Tamaño mínimo de conductores. El tamaño mínimo de los conductores, que no formen parte integral del equipo de control, debe ser de acuerdo con (a) y (b).

a) Cables viajeros

1) Circuitos de alumbrado. Se permite utilizar conductores de cobre tamaño 2.08 mm² (14 AWG), 0.519 mm² (20 AWG) o tamaños más grandes en paralelo, siempre que proporcionen una ampacidad que sea equivalente como mínimo a la del tamaño 2.08 mm² (14 AWG) de cobre.

2) Para otros circuitos. Se permite utilizar conductores de cobre tamaño 0.519 mm² (20 AWG).

b) Otros alambrados. Tamaño 0.205 mm² (24 AWG). Se permite el uso de cables de cobre aprobados de tamaño más pequeño.

620-13. Conductores de los circuitos de alimentación y derivados. Los conductores deben tener una ampacidad de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) hasta (d) que siguen. Para generador con control de campo, la ampacidad debe basarse en la corriente de placa nominal del motor que mueve al grupo motor-generador que suministra la energía al motor del elevador.

NOTA 1: El calentamiento de los conductores depende de los valores de la corriente (rms) que, con el control de campo del generador, se reflejan por la corriente nominal de placa del motor que acciona el grupo motor-generador, más que por la corriente nominal del motor del elevador, la cual representa valores de corriente de plena carga reales, pero de corta duración e intermitentes.

NOTA 2: Ver la Figura 620-13.

a) Conductores que alimentan un solo motor. Los conductores que alimentan un solo motor deben tener una ampacidad no menor que el porcentaje de la corriente de placa del motor, determinada de 430-22(a) y (e).

NOTA: Algunas corrientes de los motores de los ascensores o de aquellos de funciones similares pueden superar los valores de placa, pero como son básicamente de ciclo intermitente y el calentamiento del motor y los conductores dependen del valor raíz media cuadrática (rms) de la corriente y del periodo de duración de funcionamiento. Debido a que esta aplicación de los motores es inherentemente de trabajo intermitente, los conductores se dimensionan para el régimen de trabajo según lo que indica la Tabla 430-22(e).

b) Conductores que alimentan un solo controlador de motor. Los conductores que alimentan un solo controlador de motor deberán tener una ampacidad no menor que la capacidad indicada en la placa del controlador, más todas las otras cargas conectadas. Debe permitirse que el valor nominal de la corriente de la placa de características del controlador del motor se derive basándose en el valor rms de la corriente del motor, mediante la aplicación de un ciclo de trabajo intermitente y otras cargas del sistema de control, si hubiera.

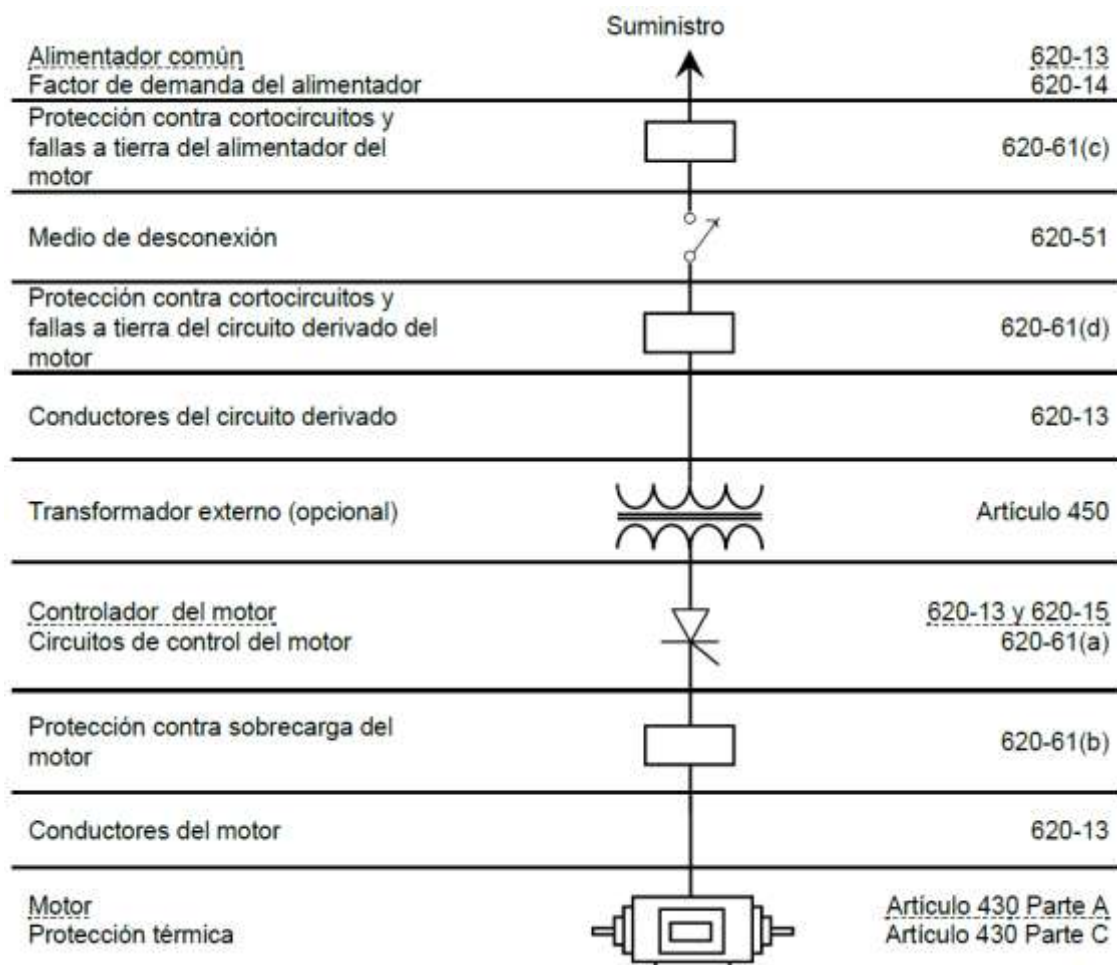


Figura 620-13.- Diagrama unifilar

c) Conductores que alimentan un solo transformador. Los conductores que alimenten un solo transformador deberán tener una ampacidad no menor que la corriente de placa del transformador, más otras cargas conectadas.

NOTA: La corriente de placa de un transformador que alimenta un controlador de motor, refleja la corriente nominal de placa del controlador del motor a la tensión de línea (primario del transformador).

d) Conductores que alimentan a más de un motor, controlador de motor o transformador. Los conductores que alimenten a más de un motor, controlador de motor o transformador, deben tener una ampacidad no menor que la suma de las corrientes de placa del equipo más todas las otras cargas conectadas. La corriente de motores que debe para usarse al sumarlas debe determinarse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 430-22(e), en 430-24 y en la Excepción 1 de ésta.

620-14. Factor de demanda del alimentador. Se permite instalar conductores para el alimentador de menor ampacidad que la requerida en 620-13, sujeto a los requisitos establecidos en la Tabla 620-14.

Tabla 620-14.- Factores de demanda del alimentador para elevadores

Número de elevadores en un solo alimentador	Factor de demanda*
1	1
2	0.95
3	0.9
4	0.85
5	0.82
6	0.79
7	0.77
8	0.75
9	0.73
10 o más	0.72

*Los factores de demanda se basan en un régimen de trabajo del 50 por ciento (es decir, la mitad del tiempo funcionando y la mitad del tiempo detenido).

620-15. Capacidad nominal del controlador. La capacidad nominal del controlador debe cumplir con lo requerido en 430-83. Se permite que la capacidad nominal del controlador sea menor que la capacidad del motor del elevador cuando el propio controlador limite la potencia disponible para el motor y el mismo esté aprobada y marcada como limitador de potencia.

NOTA: Para el marcado de los controladores. Véase 430-8.

620-16. Corriente nominal de corto circuito.

- a) Marcado.** Cuando un tablero de control del elevador es instalado, debe ser marcado con su corriente nominal de corto circuito, basado en lo siguiente:
- (1) Corriente nominal de corto circuito de un montaje aprobado.
 - (2) Corriente nominal de corto circuito establecida utilizando un método aprobado.
- b) Instalación.** El tablero de control del elevador no debe ser instalado cuando la corriente de corto circuito excede la corriente nominal de corto circuito, marcado de acuerdo con 620-16 a).

Parte C. Alambrado

620-21. Métodos de alambrado. Los conductores y cables de fibra óptica localizados en los cubos del elevador, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores de plataforma y elevadores en escaleras para sillas de ruedas, área de máquinas, dentro o encima de la cabina, cuartos de control (excepto los cables móviles conectados a la cabina o contrapeso y alambrados de cubos de elevador), deben instalarse en tubo conduit metálico tipo pesado, semipesado o ligero, no metálico tipo rígido o canalizaciones, o deben ser cables de los tipos MC, MI o AC, a menos que se permita otra cosa en (a) hasta (c).

Excepción: No debe requerirse que los cordones y cables de los equipos conectados con cordón y clavija estén instalados en una canalización.

a) Elevadores y cubo

1) Cubos del elevador

- a. Se permiten los cables empleados en circuitos de potencia limitada Clase 2 siempre y cuando los cables estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo de cubierta y resistentes a la propagación de la flama.
- b. Se permite instalar cordones flexibles y cables que formen parte de equipos aprobados y se usen en circuitos que operen a 30 volts (rms) o menos o a 42 volts de corriente continua. o menos, siempre que tales cables y cordones estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo de cubierta y resistentes a la propagación de la flama.
- c. Se permiten los siguientes métodos de alambrado en los cubos de elevador en longitudes no mayores a 1.80 metros:

- (1) Tubo conduit metálico flexible
- (2) Tubo conduit metálico flexible a prueba de líquidos
- (3) Tubo conduit no metálico flexible a prueba de líquidos
- (4) Se debe permitir cordones flexibles y cables, o conductores agrupados y encintados o amarrados sin una canalización. Se deben ubicar de modo tal que estén protegidos contra daños físicos y deben ser del tipo resistente a la propagación de la flama y deben ser parte de los siguientes elementos:
 - a. Equipo aprobado
 - b. Un motor de accionamiento, o
 - c. Un freno de un motor de accionamiento

Excepción a 620-21(a)(1)(c)(1), (2) y (3): La longitud del tubo conduit no estará limitada entre canalizaciones verticales e interruptores de límite, enclavamientos, botones de operación y dispositivos similares.

- d. Se permite conectar con cordón una bomba de sumidero o una bomba de recuperación de aceite ubicada en el cubo del elevador. El cordón debe ser del tipo resistente al aceite y de uso rudo, con una longitud no mayor a 1.80 metros y debe ser ubicado de tal manera que esté protegido contra daños físicos.

2) Cabinas

- a. Se permite en las cabinas el uso de tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos y tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8) o mayores, con una longitud que no exceda 1.80 metros, ubicados de modo que estén libres de aceite y estén sujetos firmemente en su lugar.

Excepción: Se permite instalar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8) o mayores, como se define en 356-2(2), en longitudes mayores a 1.80 metros.

- b. Los cordones de uso rudo y extra rudo, de acuerdo con lo especificado en el Artículo 400, (Tabla 400-4) se permiten como conexiones flexibles entre el alambrado fijo de la cabina y otros dispositivos en las puertas de la cabina. Los cordones de uso rudo se permiten únicamente como conexiones flexibles para el dispositivo de operación del techo de la cabina y de la luz de trabajo de éste. Estos dispositivos o aparatos deben ponerse a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra que vaya junto con los conductores del circuito. Se permite usar cables con conductores más pequeños y otros tipos y espesores de aislamiento y cubiertas como conexiones flexibles entre el alambrado fijo en la cabina y los dispositivos sobre las puertas o salidas de la cabina, si son adecuados para ese uso.
- c. Se permite instalar cordones flexibles y cables que formen parte de equipos aprobados y se usen en circuitos que operen a 30 volts (rms) o menos o a 42 volts de corriente continua o menos, en longitudes no superiores a 1.80 metros, siempre que tales cables y cordones estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo de cubierta y resistentes a la propagación de la flama.
- d. Se permiten los siguientes métodos de alambrado en el ensamble de la cabina, en longitudes que no superen 1.80 metros.

- (1) Tubo conduit metálico flexible
- (2) Tubo conduit metálico flexible a prueba de líquidos
- (3) Tubo conduit no metálico flexible a prueba de líquidos
- (4) Se debe permitir cordones flexibles y cables, o conductores agrupados y encintados o amarrados sin una canalización. Se deben ubicar de modo tal que estén protegidos contra daños físicos y deben ser del tipo resistente a la propagación de la flama y deben ser parte de los siguientes elementos:
 - a. Equipo aprobado
 - b. Un motor de accionamiento, o
 - c. Un freno de un motor de accionamiento

3) Dentro de cuartos de máquinas, cuartos de control, espacios para maquinaria y espacios de control.

- a. Se permite instalar tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos y tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, con designación 12 (3/8) o mayores, con una longitud que no exceda 1.80 metros entre tableros de control y motores de máquinas, motores de frenos, grupos motor-generator, medios de desconexión, motores de la unidad de bombeo, y válvulas.

Excepción: Se permite instalar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8) o mayores, como se define en 356-2(2), en longitudes mayores a 1.80 metros.

- b. Donde el grupo motor-generator, los motores de máquinas o motores de la unidad de bombeo y válvulas estén ubicados, junto o abajo del equipo de control y tengan puntas terminales largas, pero no mayores de 1.80 metros; tales conductores pueden extenderse para conectarse directamente a las terminales del controlador, sin tener en cuenta los requisitos de ampacidad de los Artículos 430 y 445. Se permiten canaletas auxiliares en cuartos de máquinas y de control, entre controladores, arrancadores y aparatos similares.
- c. Se permite instalar cordones flexibles y cables que formen parte de equipos aprobados y se usen en circuitos que operen a 30 volts (rms) o menos o a 42 volts de corriente continua o menos, siempre que tales cables y cordones estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo de cubierta y resistentes a la propagación de la flama.
- d. Se permiten cordones flexibles y cables, o conductores agrupados y encintados o amarrados sin estar instalados en una canalización. Tal grupo de cables debe soportarse a intervalos no mayores a 1.00 metro y localizarse de forma que esté protegido contra daño físico.
- e. Se permiten en estos cuartos y espacios cordones flexibles y cables, en longitudes no superiores a 1.80 metros sin estar instalados en una canalización. Se deben ubicar de modo tal que estén protegidos contra daños físicos y deben ser del tipo resistente a la propagación de la flama y deben ser parte de lo siguiente:

- (1) Equipo aprobado
- (2) Un motor de accionamiento, o
- (3) Un freno de un motor de accionamiento

4) Contrapeso. Se permiten los siguientes métodos de alambrado en el ensamble del contrapeso, en longitudes que no superen 1.80 metros.

- (1) Tubo conduit metálico flexible
 - (2) Tubo conduit metálico flexible a prueba de líquidos
 - (3) Tubo conduit no metálico flexible a prueba de líquidos
 - (4) Se debe permitir cordones flexibles y cables, o conductores agrupados y encintados o amarrados sin una canalización. Se deben ubicar de modo tal que estén protegidos contra daños físicos y deben ser del tipo resistente a la propagación de la flama y deben ser parte de los siguientes elementos:
- a. Equipo aprobado
 - b. Un motor de accionamiento, o
 - c. Un freno de un motor de accionamiento

b) Escaleras

1) Métodos de alambrado. Se permite instalar tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos y tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, con designación 12(3/8) o mayores, con una longitud que no exceda 1.80 metros en escaleras y pasillos móviles.

Excepción: Se permite instalar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8) o mayores, como se define en 356-2(2), en longitudes mayores a 1.80 metros.

2) Cables para circuitos Clase 2. Se permite que los cables empleados en circuitos de potencia limitada Clase 2 sean instalados dentro de escaleras y pasillos móviles, siempre y cuando los cables estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo de cubierta y resistentes a la propagación de la flama.

3) Cordones flexibles. Se permite el uso de cordones de uso rudo de acuerdo con los requerimientos del Artículo 400, (Tabla 400-4), como conexiones flexibles entre tableros de control y medios de desconexión, en escaleras y pasillos móviles donde los tableros de control completos y sus medios de desconexión estén instalados de modo que se puedan quitar de los espacios para maquinaria, tal como lo permite la 620-5.

c) Canalizaciones en elevadores de plataforma y elevadores en escaleras para sillas de ruedas

1) Métodos de alambrado. Se permite el uso de tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico hermético a los líquidos en las carrileras de elevadores de plataforma y elevadores para sillas de rueda y en los espacios para maquinaria. Se permite el uso de tubo conduit con designación 12 (3/8) o mayor en longitudes que no excedan 1.80 metros.

Excepción: Se permite instalar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8) o mayores, como se define en 356-2(2), en longitudes mayores a 1.80 metros.

2) Cables para circuitos Clase 2. Se permite que los cables empleados en circuitos de potencia limitada de clase 2 sean instalados dentro de elevadores para sillas de ruedas y elevadores en escaleras para sillas de ruedas y espacios para maquinaria, siempre y cuando los cables estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo de cubierta y resistentes a la propagación de la flama.

3) Cables y cordones flexibles. Se permite instalar cordones flexibles y cables que formen parte de equipos aprobados y se usen en circuitos que operen a 30 volts (rms) o menos o a 42 volts de corriente continua o menos, en longitudes no superiores a 1.80 metros, siempre que tales cables y cordones estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo de cubierta y resistentes a la propagación de la flama.

620-22. Circuitos derivados para alumbrado, contactos, ventilación, calefacción y aire acondicionado de la cabina

a) Alumbrado de la cabina. Se debe instalar un circuito derivado para alimentar el alumbrado, contactos, luces auxiliares y ventilación en cada cabina de elevador. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado debe ubicarse en el cuarto de máquinas o en el cuarto de control / en el espacio para maquinaria o en el espacio de control del elevador.

El alumbrado exigido no se debe conectar al lado de carga de un interruptor de circuito por falla a tierra.

b) Aire acondicionado y calefacción. Se debe instalar un circuito independiente exclusivo para alimentar las unidades de aire acondicionado y de calefacción en cada cabina de elevador. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado debe ubicarse en el cuarto de máquinas o en el cuarto de control / en el espacio para maquinaria o en el espacio de control del elevador.

620-23. Circuito derivado de alumbrado y contactos para el cuarto de máquinas o cuarto de control, en el espacio para maquinaria o en el espacio de control

a) Circuito derivado separado. El circuito derivado que alimenta el alumbrado del cuarto de máquinas, del cuarto de control, espacio para maquinaria o espacio de control debe estar separado del circuito derivado que alimenta los contactos en esos lugares. Estos circuitos no deben alimentar otras cargas.

El alumbrado exigido no se debe conectar al lado de carga de un interruptor de circuito por falla a tierra.

b) Interruptor de alumbrado. El interruptor de alumbrado debe ubicarse en la entrada del cuarto de máquinas o del cuarto de control / espacio para maquinaria o espacio de control.

c) Contacto doble Se debe instalar al menos un contacto dúplex de 120 volts, una fase, de 15 ó 20 amperes, en cada cuarto de máquinas o cuarto de control y en cada espacio para maquinaria o espacio de control.

NOTA: Respecto a los niveles de iluminación, ver Apéndice B.

620-24. Circuitos derivados de alumbrado y contactos en el cubo del elevador

a) Circuito derivado separado. Un circuito derivado separado debe alimentar el alumbrado y el(los) contacto(s) del cubo del elevador.

El alumbrado exigido no se debe conectar al lado de carga de un interruptor de circuito por falla a tierra.

b) Interruptor de alumbrado. El interruptor de alumbrado debe ubicarse en la entrada del cubo del elevador.

c) Contacto doble Se debe instalar al menos un contacto doble de 120 volts, una fase, de 15 ó 20 amperes en el cubo del elevador.

NOTA 1: Respecto a los niveles de iluminación, ver Apéndice B.

NOTA 2: Ver 620-85 para los requisitos de los interruptores de circuito contra falla a tierra

620-25. Circuitos derivados para otros equipos de utilización.

a) Circuitos derivados adicionales. Circuito(s) derivado(s) adicional(es) debe(n) alimentar a los equipos de utilización no identificados en 620-22, 620-23 y 620-24. Otros equipos de utilización se deben limitar a los equipos identificados en 620-1.

b) Dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del (los) circuito(s) derivados(s) se deben ubicar en el cuarto de máquinas o en el cuarto de control / en el espacio para maquinaria o en el espacio de control.

Parte D. Instalación de conductores

620-32. Ductos metálicos y no metálicos. La suma del área de la sección transversal de los conductores incluyendo su aislamiento en los ductos, no debe ser mayor que 50 por ciento del área de la sección transversal interior del ducto.

Cuando se instale un ducto para cables vertical, éste debe fijarse a intervalos que no excedan 5.00 metros y no deben tener más de una junta entre soportes. Cuando se tengan ductos para cables juntos deben fijarse ambos firmemente para asegurar una unión rígida.

620-33. Número de conductores en canalizaciones. La suma de las áreas de la sección transversal de los conductores en una canalización no debe ser mayor que 40 por ciento del área de la sección transversal interior de la canalización, excepto como se permite para ductos en 620-32.

620-34. Soportes. Los soportes para cables o canalizaciones en un cubo del elevador, o en cubos de los pasillos móviles, en escaleras eléctricas, elevadores para sillas de ruedas o de elevadores en escaleras para sillas de ruedas, deben asegurarse firmemente al riel guía, al armazón de la escalera o pasillo móvil o a la estructura de la construcción.

620-35. Canales auxiliares. Los canales auxiliares no deben estar sujetos a las limitaciones de longitud de 366-12(2) o respecto al número de conductores indicado en 366-22.

620-36. Sistemas diferentes en una canalización o en cable viajero. Se permite que los cables de fibra óptica y conductores para dispositivos de operación, control de movimientos y operación, potencia, señalización, alarma contra incendios, alumbrado, calefacción y aire acondicionado de 1000 volts o menos, se alojen con los mismos cables viajeros o en el mismo sistema de canalización, si todos los conductores tienen aislamiento aprobado para la máxima tensión aplicada a cualquier conductor dentro del cable o de la canalización y si todas las partes vivas del equipo están aisladas de tierra para esta máxima tensión. Se permite también que el cable viajero o canalización incluya conductores con pantalla y/o uno o más cables coaxiales, si tales conductores tienen aislamiento aprobado para la máxima tensión aplicada a cualquier conductor dentro del cable o de la canalización. Se permitirá que los conductores para circuitos de comunicaciones telefónicas, de audio, video o de alta frecuencia, se recubran con un protector adecuado.

620-37. Alambrado en cubos de elevadores, cuartos de máquinas, cuartos de control, espacios para maquinaria y espacios de control.

a) Usos permitidos. Sólo se permitirá que dentro del cubo del elevador, cuartos de máquinas, cuarto de control, espacio para maquinaria y espacio de control haya alambrado, cables y canalizaciones eléctricas utilizados directamente en conexión con el elevador o elevador de plataforma, incluido el alambrado para señales, para circuitos de comunicación con la cabina, para alumbrado, calefacción, ventilación y aire acondicionado en la cabina, para sistemas de detección de incendios, para bombas de sumidero del foso y para calefacción, alumbrado y ventilación del propio cubo del elevador.

b) Protección contra descargas atmosféricas. Se permitirá unir los rieles del elevador (los de la cabina y/o los del contrapeso) con los conductores de bajada para puesta a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas. Dichos conductores no deben estar instalados dentro del cubo del elevador. No se deben utilizar los rieles ni otros equipos existentes en el cubo del elevador como conductores de bajada para puesta a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

NOTA: Para los requisitos de la unión, ver 250-106.

c) Alimentadores principales. Los conductores del alimentador principal para suministrar energía al elevador y al montacargas deben instalarse fuera del cubo, excepto por lo permitido como sigue:

- (1) Bajo condiciones especiales se permite que los conductores del alimentador del elevador estén dentro de un cubo existente, si estos conductores no tienen empalmes dentro del cubo del elevador.
- (2) Se permitirá que los conductores del alimentador estén instalados dentro del cubo del elevador cuando el motor de la máquina accionadora esté localizado en el cubo del elevador o en la cabina o en el contrapeso.

620-38. Equipo eléctrico en estacionamientos y locales similares. El equipo eléctrico y alambrado utilizado para elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, en pasillos móviles, y elevadores de plataforma para sillas de ruedas, elevadores en escaleras para sillas de ruedas, en estacionamientos y locales similares, deben cumplir con los requisitos del Artículo 511.

NOTA: Según 511-3 (a), no son lugares clasificados los garajes utilizados como estacionamiento o depósito y en los que no se hacen trabajos de reparación.

Parte E. Cables viajeros

620-41. Suspensión de cables viajeros. Los cables viajeros deben estar suspendidos en los extremos de la cabina y del cubo del elevador o del extremo del contrapeso, donde sea aplicable, de modo que se reduzca al mínimo la tensión mecánica sobre los conductores de cobre individuales.

Los cables viajeros deben soportarse por uno de los siguientes medios:

- (1) Por su(s) miembros(s) de soporte de acero.
- (2) Haciendo un bucle con el cable alrededor de los soportes para longitudes no soportadas de menos de 30.00 metros.
- (3) Suspendiéndolos con soportes que automáticamente se aprieten alrededor del cable, cuando aumente la tensión mecánica por longitudes no soportadas hasta de 60.00 metros.

La longitud no soportada del medio de suspensión existente en el cubo del elevador debe ser la longitud del cable medida desde su punto de suspensión en el cubo del elevador hasta la parte inferior del bucle, cuando la cabina está ubicada en su punto inferior de parada. La longitud no soportada del medio de suspensión de la cabina debe ser la longitud del cable medida desde el punto de suspensión en la cabina hasta la parte inferior del bucle, cuando la cabina está ubicada en su punto superior de parada.

620-42. Áreas peligrosas (clasificadas). En áreas peligrosas (clasificadas) los cables viajeros deben ser de un tipo aprobado para áreas peligrosas (clasificadas), como se permite en 501-10(b)(2)(7), 502-10(b)(2)(6), 503-10(a)(3)(6), 505-15(c)(2) y 506-15(a)(6).

620-43. Ubicación y protección de los cables. Los soportes de los cables viajeros se deben colocar de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños, debido a contactos de los cables con la construcción o equipo que esté en el interior del cubo del elevador. Cuando sea necesario se deben instalar guardas adecuadas para proteger contra daño los cables.

620-44. Instalación de cables viajeros. Se permitirá que los cables viajeros que están adecuadamente soportados y protegidos contra daños físicos no vayan en canalización en uno o ambos de siguientes:

- a. Cuando se usan dentro del cubo del elevador, sobre la cabina del elevador, en la pared del cubo del elevador, en el contrapeso, o en los controladores y en la maquinaria que están ubicados dentro del cubo del elevador, si los cables tienen el recubrimiento original.
- b. Desde el interior del cubo del elevador para las conexiones en los envolventes del controlador del elevador y la cabina del elevador y cuarto de máquinas, en el cuarto de control, en el espacio para maquinaria y en el espacio de control que estén fuera del cubo del elevador, a una distancia no mayor de 1.80 metros de longitud medida desde el primer punto de apoyo en la cabina o pared del cubo del elevador, o del contrapeso donde sea aplicable, siempre que los conductores estén agrupados y sujetos con cinta o cordeles o tengan su recubrimiento original. Se permitirá que estos cables viajeros se continúen hasta este equipo.

Parte F. Medios de desconexión y control

620-51. Medios de desconexión. Se debe instalar un solo medio que desconecte todos los conductores de fase de la alimentación principal para el elevador, montacargas, escalera mecánica, pasillo de transporte, plataforma elevadora o elevador de sillas de ruedas, diseñado de modo que no se pueda operar ningún polo independientemente. Cuando un elevador, escalera o pasillo móvil o unidad de bombeo, tengan múltiples máquinas de accionamiento, debe haber un medio para desconectar el motor o motores y los electroimanes de la válvula de control.

El medio de desconexión de los conductores de la alimentación principal no debe desconectar al circuito derivado requerido en 620-22, 620-23 y 620-24.

a) Tipo. El medio de desconexión debe ser un interruptor automático o desconectador con fusibles encerrado que pueda ser operado externamente y que pueda bloquearse en la posición de abierto de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25. El medio de desconexión debe ser un dispositivo aprobado.

NOTA: Para información adicional sobre seguridad en escaleras y elevadores, véase el Apéndice B2.

Excepción 1: Cuando un circuito derivado individual alimente un elevador de plataforma, se permitirá que el medio de desconexión exigido en 620-51(c)(4) cumpla lo establecido en 430-109(c). Este medio de desconexión debe ser aprobado y que se pueda bloquear en posición de abierto de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

Excepción 2: Cuando un circuito derivado individual alimente a un elevador en escaleras, para sillas de ruedas se permitirá que dicho elevador se conecte con cordón y clavija, siempre que cumpla lo establecido en 422-16(a) y el cordón no sea más largo de 1.80 metros.

b) Operación. No deben hacerse previsiones para abrir o cerrar estos medios de desconexión de ninguna otra parte del inmueble. Si hay instalados rociadores en los cubos del elevador, cuartos de máquinas, cuartos de control, espacios para maquinaria y espacios de control, el medio de desconexión debe abrir automáticamente el suministro de energía al(los) elevador(es) antes de la salida del agua. No se aplicarán previsiones para que el medio de desconexión se cierre automáticamente. La alimentación sólo se debe restablecer manualmente.

NOTA: Para reducir los riesgos asociados con la caída de agua sobre partes vivas del equipo eléctrico del elevador.

c) Ubicación. Los medios de desconexión deben ubicarse en un sitio fácilmente accesible a personal calificado.

1) En elevadores sin control de campo del generador. En los elevadores sin control de campo del generador debe instalarse el medio de desconexión a la vista del controlador del motor. Cuando el controlador del motor esté ubicado en el cubo del elevador, el medio de desconexión exigido en 620-51(a) debe estar ubicado fuera del cubo del elevador y accesible solamente para personal calificado; y debe estar a la vista del controlador del motor un desconectador adicional con o sin fusibles, operable externamente y que se pueda bloquear en la posición de abierto de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25, para desconectar todos los conductores de fase de la alimentación principal. El interruptor adicional debe ser un dispositivo aprobado y debe cumplir con 620-91(c).

Las máquinas de accionamiento o los controladores de movimiento y operación que no estén a la vista de los medios de desconexión deben estar equipados con un interruptor operado manualmente, instalado en el circuito de control para evitar el arranque. El interruptor o interruptores operados manualmente se deben instalar adyacentes a estos equipos.

Cuando la maquinaria de accionamiento de un elevador eléctrico o la máquina hidráulica de un elevador hidráulico esté ubicada en un cuarto de maquinaria remoto o espacio para maquinaria remoto, debe instalarse un solo medio que desconecte todos los conductores de fase de la alimentación principal y que sea capaz de bloquearse en posición de abierto de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

2) En elevadores con control de campo del generador. En elevadores con control de campo del generador el medio de desconexión debe instalarse a la vista del controlador del motor de accionamiento del grupo motor-generador. Las máquinas de accionamiento, los grupos motor-generador, o los controladores de operación y movimiento, que no estén a la vista de los medios de desconexión deben estar equipados con un desconectador de operación manual instalado en el circuito de control para prevenir el arranque. Los desconectadores de operación manual deben instalarse adyacentes a estos equipos.

Cuando la maquinaria de accionamiento o el grupo motor-generador estén ubicados en un cuarto de máquinas remoto o un espacio para maquinaria remoto, se debe instalar un solo medio de desconexión para los conductores de fase del circuito de alimentación principal de fuerza y que sea capaz de bloquearse en posición de abierto de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

3) En escaleras y pasillos móviles. En escaleras y pasillos móviles, el medio de desconexión se debe instalar en el mismo sitio donde esté ubicado el controlador.

4) En elevadores para sillas de ruedas y elevadores en escaleras para sillas de ruedas. En elevadores para sillas de ruedas y elevadores en escaleras para sillas de ruedas, el medio de desconexión debe estar ubicado a la vista del controlador del motor.

d) Identificación y anuncios

(1) Más de una máquina de accionamiento. Cuando haya más de una máquina de accionamiento en un cuarto de máquinas, los medios de desconexión deben estar numerados para que correspondan al número de identificación de la máquina que controlan.

Cada medio de desconexión debe estar dotado de un anuncio que indique la ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado de alimentación.

(2) Marcado en campo de cortocircuito disponible. Cuando se use un panel de control del elevador debe estar marcado de forma legible la corriente máxima de cortocircuito en las terminales. El marcado en campo debe incluir la fecha del cálculo de la corriente de cortocircuito en las terminales del equipo y debe ser suficiente duradero para soportar el medio ambiente involucrado.

Cuando haya modificaciones en la instalación eléctrica se debe verificar y recalcular la corriente máxima de cortocircuito disponible en el panel de control del elevador, para asegurar que el valor actual de la corriente de cortocircuito en el panel de control es suficiente para la corriente de cortocircuito máxima disponible en las terminales del equipo. El marcado en campo se debe ajustar para reflejar el nuevo nivel de la corriente de cortocircuito máxima disponible.

e) Protección contra sobretensiones. Cuando cualquiera de los medios de desconexión de la sección 620-51 haya sido designado para alimentar una carga del sistema de emergencia, se debe proporcionar protección contra sobretensión.

El medio de desconexión debe tener una marca que identifique la localización del dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado de la fuente.

620-52. Alimentación de energía eléctrica de más de una fuente

a) Instalaciones con una cabina o con varias cabinas. En las instalaciones de una o varias cabinas, el equipo que recibe energía eléctrica de más de una fuente, debe estar provisto de un medio de desconexión para cada fuente. Los medios de desconexión deben estar a la vista del equipo alimentado.

b) Anuncio de precaución para múltiples medios de desconexión. Cuando se usen múltiples medios de desconexión y partes del controlador permanezcan energizadas desde una fuente diferente a la que está desconectada, se debe instalar una señal de precaución sobre o junto a los medios de desconexión. La señal debe ser clara, legible y debe decir:

PRECAUCIÓN

PARTES DEL CONTROLADOR NO ESTÁN DESENERGIZADAS POR ESTE INTERRUPTOR

c) Interconexión de los controladores de cabinas múltiples. Cuando sean necesarias interconexiones entre los controladores para el funcionamiento del sistema en instalaciones de cabinas múltiples que permanecen energizadas de una fuente diferente a la que está desconectada, se debe instalar un anuncio de precaución sobre o junto al medio de desconexión, de acuerdo con lo indicado en 620-52 (b).

620-53. Medios de desconexión del alumbrado, contactos y ventilación de la cabina. Los elevadores deben tener un sólo medio para desconectar todos los conductores de fase que alimentan al alumbrado, contactos y ventilación para cada cabina.

El medio de desconexión debe ser un seccionador con fusibles o un interruptor automático, encerrado, operable desde el exterior, que pueda ser bloqueado en la posición de abierto de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25 y debe estar ubicado en el cuarto de máquinas o en el cuarto de control de esa cabina de elevador. Cuando no exista cuarto de máquinas o cuarto de control, el medio de desconexión debe ubicarse en el espacio para maquinaria o en el espacio de control fuera del cubo del elevador, que sea única y fácilmente accesible a personas calificadas.

Los medios de desconexión deben estar numerados para que correspondan al número de identificación de la cabina de elevador cuya alimentación de alumbrado controlan.

El medio de desconexión debe tener una marca que identifique la localización del dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado de la fuente.

Excepción: Cuando un circuito derivado individual alimente el alumbrado, un contacto(s) y un motor para ventilación de hasta 2 HP de un elevador, se permitirá que el medio de desconexión exigido en 620-53 cumpla lo establecido en 430-109(c). Este medio de desconexión debe ser aprobado y que se pueda bloquear en posición de abierto de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

620-54. Medios de desconexión para calefacción y aire acondicionado de la cabina. Los elevadores deben tener un solo medio para desconectar todos los conductores de fase que alimentan al sistema de calefacción y aire acondicionado para cada cabina.

El medio de desconexión debe ser un seccionador con fusibles o un interruptor automático, encerrado, operable desde el exterior, que pueda ser bloqueado en la posición de abierto de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25 y debe estar ubicado en el cuarto de máquinas o en el cuarto de control de esa cabina de elevador. Cuando no exista cuarto de máquinas o cuarto de control, el medio de desconexión debe ubicarse en el espacio para maquinaria o en el espacio de control fuera del cubo del elevador, que sea única y fácilmente accesible a personas calificadas.

Cuando en el cuarto de máquinas haya equipos para más de una cabina de elevador, los medios de desconexión deben estar numerados para que correspondan al número de identificación de la cabina de elevador cuya alimentación para calefacción y aire acondicionado controlan.

El medio de desconexión debe tener una marca que identifique la localización del dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado de la fuente.

620-55. Medios de desconexión para el equipo de utilización. Cada circuito derivado para otros equipos de utilización debe tener un solo medio para desconectar todos los conductores de fase. El medio de desconexión debe poder bloquearse en la posición abierta, de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

Cuando hay más de un circuito derivado para otros equipos de utilización, los medios de desconexión deben estar numerados para que correspondan al número de identificación del equipo al que sirven.

El medio de desconexión debe tener una marca que identifique la localización del dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado de la fuente.

Parte G. Protección contra sobrecorriente

620-61. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe estar provista como se indica a continuación en (a) hasta (d).

a) Dispositivos de operación, y circuitos de control y señalización. Los dispositivos de operación, y circuitos de control y señalización deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 725-43 y 725-45.

Los circuitos de potencia limitada de Clase 2 deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con los requisitos establecidos en el Capítulo 10, Notas de las Tablas 11(a) y 11(b).

b) Protección de motores contra sobrecarga. La protección contra sobrecarga de motor y circuito derivado debe estar de acuerdo con el Artículo 430, Parte C y (b)(1) hasta (b)(4).

1) Régimen de servicio en motores de elevadores, pequeños elevadores de carga y de accionamiento de grupos moto generadores. Los motores que accionan elevadores, montacargas y grupos motor-generator con control de campo del generador, deben estar aprobados para servicio intermitente. Estos motores deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 430-33.

2) Régimen de servicio en motores de escaleras. Los motores que accionen escaleras eléctricas y pasillos móviles deben estar aprobados para servicio continuo. Estos motores deben estar protegidos contra sobrecargas de acuerdo con lo indicado en 430-32.

3) Protección contra sobrecarga. Los motores que accionen las máquinas de las escaleras eléctricas y de pasillos móviles y de los grupos motor-generator, deben protegerse contra sobrecargas como se indica en la Tabla 430-37.

4) Régimen de servicio y protección contra sobrecarga en elevadores para sillas de ruedas y elevadores en escaleras para sillas de ruedas. Los motores que accionan los elevadores para sillas de ruedas deben de estar aprobados para servicio intermitente. Los motores deben protegerse contra sobrecarga de acuerdo con lo indicado en 430-33.

NOTA: Para mayor información sobre la desconexión del motor ver 430-44

c) Protección del alimentador del motor contra cortocircuitos y fallas a tierra. La protección del alimentador del motor contra cortocircuito y falla a tierra deben ser como se requiere en el Artículo 430 Parte E.

d) Protección del circuito derivado del motor contra cortocircuito y falla a tierra. La protección del circuito derivado del motor contra cortocircuito y falla a tierra debe ser como se requiere en el Artículo 430 Parte D.

620-62. Coordinación selectiva. Cuando un solo alimentador suministra energía a más de un medio de desconexión de una máquina, el dispositivo de protección contra sobrecarga en cada medio de desconexión debe estar coordinado selectivamente con cualquier otro dispositivo de protección contra sobrecorriente instalado en el lado de alimentación.

La coordinación selectiva debe ser hecha por un ingeniero profesional certificado u otra persona calificada, comprometida principalmente con el diseño, instalación o mantenimiento de sistemas eléctricos. La selección debe ser documentada y debe estar disponible para todas aquellas personas autorizadas para el diseño, instalación, inspección, mantenimiento y funcionamiento del sistema.

Parte H. Cuarto de máquinas, cuartos de control, espacios para maquinaria y espacios de control

620-71. Resguardo del equipo. Las máquinas que accionen elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, grupos motor-generator, controladores de motores y medios de desconexión, se deben instalar en un cuarto o área cerrada exclusiva para este uso, a menos que otra cosa se permita en los incisos (a) o (b) siguientes. El local debe estar resguardado para evitar el acceso no autorizado.

a) Controladores de motores. Los controladores de motores se pueden instalar fuera del lugar indicado anteriormente, siempre que éstos se encuentren en envoltentes con puertas o paneles removibles que se puedan dejar bloqueados en posición de cerrado, y que los medios de desconexión estén ubicados junto o como una parte integral de los controladores de los motores. Se permite que los envoltentes de controladores de motores para escaleras o pasillos móviles se ubiquen en la barandilla sobre el lado localizado fuera de los escalones o tramos móviles. Si el medio de desconexión es una parte integral del controlador del motor, debe poder operarse sin abrir la envoltente.

b) Máquinas de accionamiento. Los elevadores con máquinas de accionamiento localizadas en la cabina, en el contrapeso o en el cubo del elevador y máquinas de accionamiento para montacargas, escaleras eléctricas y elevadores para sillas de ruedas se permiten fuera de las áreas especificadas en este Artículo.

Parte I. Puesta a tierra

620-81. Canalizaciones metálicas fijadas a las cabinas. Las canalizaciones metálicas, los cables tipo MC, MI o AC, fijados a las cabinas de elevadores, deben estar unidos a las partes metálicas la cabina que están unidas al conductor de puesta a tierra de equipos.

620-82. Elevadores eléctricos. En los elevadores eléctricos todas las carcasas de los motores, máquinas elevadoras, controladores y envoltentes metálicos de todos los equipos eléctricos dentro o fuera de la cabina o en el cubo del elevador, deben estar unidos de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250, Partes E y G.

620-83. Elevadores no eléctricos. En los elevadores no eléctricos, que son normalmente accesibles a personas, cuando cualquier conductor esté fijado a la cabina, el chasis de la cabina debe estar unido de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250, Partes E y G.

620-84. Escaleras, pasillos móviles, elevadores para sillas de ruedas y elevadores en escaleras para sillas de ruedas. Las escaleras, pasillos móviles, elevadores de sillas de ruedas y elevadores en escaleras para sillas de ruedas deben cumplir con el Artículo 250.

620-85. Interruptores de circuito por fallas a tierra para protección de personas

Todos los contactos monofásicos de 120 volts de 15 y 20 amperes, instalados en el cubo y huecos del elevador, sobre las cabinas y montacargas asociados con los elevadores de la torre de turbina eólica, en pasillos móviles, en las plataformas o en las pistas y espacios de maquinaria de plataformas elevadoras, en elevadores para sillas de ruedas, escaleras mecánicas y bandas transportadoras de personas deben ser del tipo con interruptor de circuito por falla a tierra.

Todos los contactos monofásicos de 120 volts de 15 y 20 amperes, instalados en cuartos de máquinas y espacios para maquinaria y cuartos de control deben ser del tipo con interruptor de circuito por falla a tierra para protección de las personas.

Un contacto sencillo que alimente una bomba de desagüe permanentemente instalada no requiere tener protección con interruptor de circuito por falla a tierra.

Parte J. Sistemas de emergencia y de reserva

620-91. Sistemas de emergencia y de reserva. Se permite que un elevador se alimente de un sistema de energía de emergencia o de reserva.

a) Potencia regenerativa. Para los sistemas de elevador que regeneran energía y la regresan a la fuente de suministro y no son capaces de absorber la energía regenerativa cuando la inercia de la carga es más grande que la inercia del motor, se debe proveer un medio para absorber esa energía.

b) Otras cargas del edificio. Se permite que otras cargas, tales como las de fuerza y alumbrado se utilicen como los medios requeridos para la absorción de la energía requeridos en el inciso (a) anterior, de forma que dichas cargas sean automáticamente conectadas al sistema de emergencia o de reserva de los elevadores y sean de capacidad suficiente para absorber la energía regenerativa del elevador.

c) Medios de desconexión. Los medios de desconexión requeridos 620-51 deben desconectar el elevador de los sistemas de emergencia o de reserva, así como del sistema de energía normal.

Cuando se conecte una fuente de energía adicional en el lado carga del medio de desconexión, que permite el movimiento automático de la cabina para permitir la evacuación de los pasajeros, el medio de desconexión requerido en 620-51 debe incluir un contacto auxiliar que se abra positivamente en forma mecánica y la apertura no sea solamente dependiente de resortes. Este contacto provocará la desconexión de la fuente adicional de energía de su carga cuando el medio de desconexión esté en posición de abierto.

ARTÍCULO 625**EQUIPOS PARA CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS****Parte A. Generalidades**

625-1. Alcance. Este Artículo cubre los conductores y equipos eléctricos externos a un vehículo eléctrico y que sirven para conectar el vehículo a un suministro de electricidad por un medio conductivo, inductivo o transferencia de energía inalámbrica (cargadores inductivos sin contacto), y a la instalación de los equipos y dispositivos relacionados con la carga de vehículos eléctricos.

625-2. Definiciones

Vehículo eléctrico: Vehículo del tipo automotor para uso en carretera, como automóviles de pasajeros, autobuses, camiones, vagonetas, vehículos eléctricos de vecindario, motocicletas eléctricas y similares, propulsados fundamentalmente por un motor eléctrico que toma corriente de una batería recargable, celda de combustible, arreglo fotovoltaico u otra fuente de corriente eléctrica. Se consideran vehículos eléctricos los vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV). Para los propósitos de este Artículo, no se incluyen los vehículos eléctricos automotores que no transiten en las carreteras, como camiones industriales, grúas, cargadores frontales, transportes, carros de golf, equipo de soporte terrestre de aviones, lanchas y similares.

Conector de vehículos eléctricos: Dispositivo que, conectado por inserción a un dispositivo de entrada en el vehículo eléctrico, establece una conexión eléctrica con el vehículo eléctrico con el propósito de transferencia de potencia eléctrica e intercambio de información. Este dispositivo es parte del acoplador para el vehículo eléctrico.

NOTA: Para información adicional sobre sistemas interactivos, ver 625-48.

Acoplador de vehículos eléctricos: Juego de dispositivos acoplados, de entrada, en el vehículo eléctrico y el conector del vehículo eléctrico.

Dispositivo de entrada del vehículo eléctrico: Dispositivo en el vehículo eléctrico dentro del cual el conector es eléctricamente acoplado (conductivo o inductivo) para transferencia de potencia eléctrica e intercambio de información. Este dispositivo es parte del acoplador para el vehículo eléctrico. Para el propósito de esta NOM, el dispositivo de entrada del vehículo eléctrico es considerado como parte del vehículo eléctrico y no como parte del equipo de alimentación para el vehículo eléctrico.

NOTA: Para información adicional sobre sistemas interactivos, ver 625-48.

Batería no ventilada para vehículos eléctricos: Batería herméticamente sellada compuesta de una o más celdas electroquímicas recargables, que no tiene previsiones para la liberación de presión excesiva de gas durante la carga y funcionamiento normal, ni la adición de agua o electrolito, para la medición externa de la gravedad específica del electrolito.

Cable de salida para el vehículo eléctrico. Ensamble que consta de una longitud de cable EV flexible y de un conector de un vehículo eléctrico (que alimenta al vehículo eléctrico).

Convertidor de energía del cargador: Dispositivo usado para convertir energía de la red de suministro en una salida de alta frecuencia para la transmisión de energía inalámbrica.

Equipo de alimentación para vehículos eléctricos: Conjunto de conductores, incluidos los puestos a tierra, los no puestos a tierra y los conductores de puesta a tierra de equipos, además de conectores para vehículo eléctrico, clavijas y otros accesorios, dispositivos, salidas de fuerza o aparatos instalados específicamente para transferir energía entre las instalaciones eléctricas de utilización y los vehículos eléctricos.

NOTA: Para información adicional sobre sistemas interactivos, ver 625-48.

Equipo de transferencia de energía inalámbrico: Equipo que consiste de un convertidor de energía del cargador y un atenuador primario. Los dos dispositivos son unidades separadas o contenidas en un solo envoltorio.

Atenuador primario: Dispositivo externo al vehículo eléctrico que proporciona potencia vía el acoplamiento inalámbrico y puede incluir el convertidor de energía del cargador.

Transferencia de energía inalámbrica: La transferencia de energía eléctrica de una fuente de energía a una carga eléctrica a través de campos magnéticos u ondas por un medio inductivo inalámbrico entre un dispositivo primario y uno secundario.

Salida del cable al atenuador primario: Ensamble de cable multiconductor blindado que consiste de conductores para llevar la energía de alta frecuencia y cualquier estado de la señal entre el convertidor de energía del cargador y el atenuador primario.

Sistema de protección personal: Sistema de dispositivos de protección personal y características de construcción, que aplicadas en forma conjunta proporcionan protección contra choque eléctrico al personal.

Sistema de almacenamiento de energía recargable: Cualquier fuente de poder que tiene la capacidad de ser cargada y descargada.

NOTA: Baterías, capacitores y volantes electromecánicos son ejemplos de sistemas de almacenamiento de energía recargable

Vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV): Un tipo de vehículo eléctrico para uso en carretera, con la capacidad de almacenar y usar energía eléctrica externa en su sistema de almacenamiento de energía recargable y que tiene una segunda fuerza motriz.

625-4. Tensión. Si no se especifican otras tensiones, los equipos de los que trata este Artículo se deben conectar a sistemas de corriente alterna de 120, 127, 120/240, 208Y/120, 220Y/127, 240, 480Y/277, 480, 600Y/347, 600 y 1000 volts y sistemas eléctricos de corriente continua mayores a 1000 volts.

625-5. Aprobados o etiquetados. Todos los materiales, dispositivos, herrajes y equipos asociados deben estar aprobados o etiquetados.

Parte B. Construcción de los equipos

625-10. Acoplador de vehículos eléctricos. Los acopladores para vehículos eléctricos deben cumplir lo establecido en los incisos (a) hasta (d) siguientes:

a) Construcción e instalación. El acoplador del vehículo eléctrico debe estar construido e instalado de modo que evite el contacto accidental de las personas con partes vivas del equipo de alimentación o de la batería del vehículo eléctrico.

b) Desconexión no intencional. El acoplador del vehículo eléctrico debe tener un medio efectivo que evite la desconexión no intencional.

c) Polo de puesta a tierra. El acoplador del vehículo eléctrico debe tener un polo de puesta a tierra a menos que sea parte de un sistema identificado y aprobado de un sistema de equipos de alimentación para vehículos.

d) Requisitos del polo de puesta a tierra. Si se provee un polo de puesta a tierra, el acoplador del vehículo eléctrico debe diseñarse de modo que la conexión del polo de puesta a tierra sea el primero en hacer contacto y el último en interrumpir el contacto.

625-15. Marcado. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe cumplir con (a) hasta (c), siguientes:

a) Generalidades.- El fabricante debe marcar el equipo de alimentación para vehículos eléctricos con lo siguiente:

“PARA USO CON VEHÍCULOS ELÉCTRICOS”

b) No requiere ventilación.- Cuando así lo requiera 625-52(a), el fabricante debe marcar el equipo de alimentación para vehículos eléctricos con lo siguiente:

“NO REQUIERE VENTILACIÓN”

El marcado debe ubicarse de modo que sea claramente visible después de la instalación.

c) Se requiere ventilación.- Cuando así lo requiera 625-52(b), el fabricante debe marcar el equipo de alimentación para vehículos eléctricos con lo siguiente:

“SE REQUIERE VENTILACIÓN”

El marcado debe ubicarse de modo que sea claramente visible después de la instalación.

625-16. Medios de acoplamiento. Los medios de acoplamiento al vehículo eléctrico deben ser de tipo conductivo, inductivo o Transferencia de energía inalámbrica. Las clavijas, conectores, y dispositivos de entrada del vehículo eléctrico deben estar aprobados o etiquetados para ese uso.

625-17. Cordones y cables

a) Cordón de alimentación. El cable para equipos conectados con cordones debe cumplir con todas las siguientes condiciones:

- (1) Ser de alguno de los tipos especificados en la sección 625-17(b) o cordón para trabajo pesado, cordón para trabajo pesado ligero o tipos de cables de alimentación portátiles, de acuerdo con lo especificado en la Tabla 400-4. Los cordones para trabajos ligeros, los cordones para trabajos pesados menores o los tipos de cables de alimentación portátiles deben ser para exposición a aceites y a lugares húmedos y mojados.

- (2) Tener una ampacidad que cumpla con lo especificado en la Tabla 400-5(a)(1) o para cables de tamaño 8.37 mm² (8 AWG) y mayores, en las columnas de 60 °C de la Tabla 400-5(a)(2).
- (3) Tener una longitud general que cumpla con lo especificado en la sección 625-17(a)(3) a o b, según se describe a continuación:
 - a. Donde el dispositivo de interrupción del sistema de protección para el personal especificado en la sección 625-22 esté ubicado dentro del envolvente del equipo de alimentación o sistema de carga, el cordón de alimentación no debe ser de más de 300 mm (12 pulgadas) de largo.
 - b. Donde el dispositivo de interrupción del sistema de protección para el personal especificado en la sección 625-22 esté ubicado en la clavija de conexión o dentro de los primeros 300 mm (12 pulgada) del cordón de alimentación, la longitud general del cordón debe ser de un mínimo de 1.8 m (6 pies) y no debe ser mayor de 4.6 m (15 pies).

b) Cable de salida para el vehículo eléctrico. El cable de salida para el vehículo eléctrico debe ser un cable flexible del tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT o EVJT, según lo especificado en la Tabla 400-4.

NOTA: Los equipos de alimentación para vehículos eléctricos pueden incluir cables de salida con ampacidades mayores de 60 °C, en función de los límites de temperatura permitidos para los componentes y el cable.

c) Longitud total de cordones y cables. La longitud total que puede utilizarse no debe exceder de 7.5 m (25 pies), a menos que estén equipados con un sistema de manejo de cables que sea parte del equipo de alimentación para vehículos eléctricos.

(1) No fijados en el lugar. Donde el equipo de alimentación o sistema de carga del vehículo eléctrico no estén fijados en el lugar, la longitud del cordón expuesto que puede utilizarse debe medirse desde el frente de la clavija de conexión hasta el frente del conector del vehículo eléctrico.

(2) Fijados en el lugar. Donde el equipo de alimentación o sistema de carga del vehículo eléctrico estén fijados en el lugar, la longitud del cable de salida que puede utilizarse debe medirse desde la salida del cable del equipo de alimentación o sistema de carga del vehículo eléctrico hasta el frente del conector del vehículo eléctrico

625-18. Enclavamiento. Los equipos de alimentación para vehículos eléctricos deben estar dotados con un medio de enclavamiento que desenergice el conector y el cable del vehículo eléctrico siempre que el conector eléctrico se desacople del vehículo. No se exige un enclavamiento para los equipos de carga portátiles conectados con cordón y clavija a un contacto monofásico de 120 volts, 15 o 20 amperes. No debe requerirse un enclavamiento para suministros de corriente continua de menos de 60 volts de corriente continua.

625-19. Desenergización automática del cable. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos o la combinación cable-conector del equipo debe estar dotado de un medio automático que desenergice los conductores del cable y el conector del vehículo eléctrico si se produce alguna tensión mecánica que pudiera llevar a la rotura del cable o a la separación del cable y del conector, con la consiguiente exposición de partes vivas.

No se exige un medio automático que desenergice los conductores del cable y el conector del vehículo eléctrico para equipos portátiles de suministro de vehículos eléctricos construidos de acuerdo con la sección 625-44(a)

625-22. Sistema de protección para las personas. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe tener un sistema aprobado que proteja a las personas contra descargas eléctricas. Si se utiliza un equipo de alimentación para vehículos eléctricos conectado con cordón y clavija, debe utilizarse un dispositivo de interrupción de un sistema aprobado de protección de las personas y debe formar parte integral de la clavija o debe localizarse en el cable de alimentación a una distancia no mayor que 30 centímetros de la clavija. No se requerirá un sistema de protección del personal para alimentaciones de menos de 60 volts de corriente continua.

Parte C. Instalación

625-40. Circuito derivado de vehículos eléctricos. Cada salida instalada con el propósito de cargar vehículos eléctricos debe estar alimentada por un circuito derivado individual. Cada circuito no debe tener otras salidas.

625-41. Protección contra sobrecorriente. El dispositivo de protección contra sobrecorriente de los alimentadores y circuitos derivados de los equipos de alimentación para vehículos eléctricos, debe ser dimensionado para servicio continuo y debe tener una capacidad nominal no menor al 125 por ciento de la carga máxima del equipo de alimentación para vehículos eléctricos. Cuando haya cargas no continuas conectadas al mismo alimentador, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor a la suma de todas las cargas no continuas más el 125 por ciento de las cargas continuas.

625-42. Valor nominal. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe tener un valor nominal suficiente para la carga alimentada. Para los fines de este artículo, se debe considerar que la operación para la recarga de un vehículo eléctrico considera una carga continua. Donde se use un sistema automático de manejo de cargas, la carga máxima del equipo de alimentación del vehículo eléctrico de una acometida y del alimentador debe ser la carga máxima permitida por el sistema automático de manejo de cargas.

625-43. Medio de desconexión. Los equipos designados para más de 60 amperes o más de 150 volts a tierra, debe tener un medio de desconexión instalado en un lugar fácilmente accesible. El medio de desconexión se debe poder bloquear en la posición abierta, de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

625-44. Conexión del equipo. Los equipos se conectarán a los sistemas de alambrado de las instalaciones de acuerdo con uno de los siguientes:

a) Equipo portátil. Los equipos portátiles se conectarán a los sistemas de alambrado de las instalaciones por uno de los siguientes métodos:

(1) Salidas de contactos del tipo de puesta a tierra, sin bloqueo, dos polos, tres hilos, de un valor nominal de 125 volts, monofásicos, de 15 o 20 amperes.

(2) Salidas de contactos del tipo de puesta a tierra, sin bloqueo, dos polos, tres hilos, de un valor nominal de 60 volts de corriente continua máximo, monofásicos, de 15 o 20 amperes.

La longitud del cordón de alimentación, si se proporciona, entre la salida del contacto y el equipo deberá ser de acuerdo con la sección 625-17(a)(3).

b) Equipo estacionario. Los equipos estacionarios destinados a ser fijados en su lugar de tal manera que permitan un rápido retiro para intercambio, facilidad de mantenimiento o reparación, o reposicionamiento, se conectarán a los sistemas de alambrado de las instalaciones por uno de los siguientes métodos:

(1) Salidas de contactos del tipo de puesta a tierra, sin bloqueo, dos polos, tres hilos, de un valor nominal de 125 o 250 volts, monofásicos de más de 50 amperes.

(2) Salidas de contactos del tipo de puesta a tierra, sin bloqueo, de un valor nominal de 250 volts, trifásicos, de hasta 50 amperes.

(3) Cualquiera de las salidas de contactos mencionadas en (a)(1) y (a)(2) anteriores.

La longitud del cordón de alimentación, si se proporciona, entre la salida del contacto y el equipo deberá ser de acuerdo con la sección 625-17(a)(3).

c) Equipo fijo. Todos los otros equipos deben estar permanentemente alambrados y fijos en su lugar a la superficie de soporte.

625-46. Pérdida de la fuente primaria. Se debe instalar un medio para que, cuando haya pérdida de tensión en la red pública de energía o de otros sistemas eléctricos, la energía eléctrica no pueda regresar a través del vehículo eléctrico y el equipo de alimentación a la instalación eléctrica del inmueble, a menos que lo permita 625-48.

625-47. Alimentadores múltiples o circuitos derivados. Donde el equipo esté identificado para la aplicación, se permitirán más de un alimentador o circuito derivado para alimentar el equipo.

625-48. Sistemas interactivos. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos que es parte de un sistema interactivo que sirve como un sistema opcional de reserva, o como una fuente de producción de energía eléctrica, o para proporcionar alimentación bidireccional, deben ser adecuados para ese propósito y evaluados para uso con vehículos eléctricos. Cuando se usen como un sistema opcional de reserva, se deben aplicar los requisitos del Artículo 702, cuando se usen como una fuente de producción de energía eléctrica se deben aplicar los requisitos del Artículo 705.

625-50. Ubicación. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar ubicado de modo que para un acople eléctrico EV directo del conector del vehículo eléctrico (conductivo o inductivo) con el vehículo. Si no está específicamente aprobado para ese uso y lugar, el medio de acoplamiento del equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar ubicado o guardado a una altura no inferior a 45 centímetros sobre el nivel del piso o 60 cm del nivel del terreno para lugares al aire libre. Este requisito no aplica para el equipo portátil de suministro a vehículos eléctricos construidos de acuerdo con la sección 625-44(a).

625-52. Ventilación. El requisito de ventilación para la carga de un vehículo eléctrico en un espacio interior encerrado debe ser determinado según lo descrito en (a) o (b) siguientes:

a) Ventilación no requerida. No se exige ventilación mecánica cuando se empleen baterías herméticas para el vehículo eléctrico o cuando el equipo de alimentación para vehículos eléctricos esté aprobado o marcado como adecuado para carga de vehículos eléctricos en lugares interiores sin ventilación, y esté marcado de acuerdo con 625-15(b).

b) Ventilación requerida. Cuando el equipo de alimentación para vehículos eléctricos esté aprobado o marcado como adecuado para carga de vehículos eléctricos que necesiten ventilación para la acción de carga en lugares interiores y estén marcados de acuerdo con 625-15(c), se debe proporcionar ventilación mecánica, por ejemplo, por medio de un ventilador. La ventilación debe incluir tanto el equipo de alimentación como el equipo mecánico de extracción de aire, esta ventilación debe estar permanentemente instalada y ubicada de modo que tome aire y lo descargue directamente hacia el exterior. Los sistemas de ventilación de presión positiva sólo se permiten en edificios o áreas de carga de vehículos que se hayan diseñado y aprobado específicamente para tal aplicación. Los requisitos de la ventilación mecánica deben determinarse por uno de los métodos especificados en (1) hasta (4), siguientes:

1) Valores de las tablas. Para las tensiones y corrientes especificadas en la tabla 625-52(b)(1)(a) o en la Tabla 625-52(b)(1)(b) los requisitos mínimos de ventilación deben ser los especificados en la Tabla 625-52(b)(1)(a) o en la Tabla 625-52(b)(1)(b), para cada uno del total de vehículos eléctricos que se puedan cargar al mismo tiempo.

Tabla 625-52(b)(1)(a).- Ventilación mínima requerida en metros cúbicos por minuto (m³/min) para cada uno de los vehículos eléctricos que se pueden cargar al mismo tiempo

Amperes nominales del circuito derivado	Tensión del circuito derivado							
	CD ≥ 50 V	Monofásica			Trifásica			
		120 V	208 V	240 V o 120/240 V	208 V o 208Y/120 V	240 V	480 V o 480Y/277 V	600 V o 600Y/347 V
15	0.5	1.1	1.8	2.1	—	—	—	—
20	0.6	1.4	2.4	2.8	4.2	4.8	9.7	12
30	0.9	2.1	3.6	4.2	6.3	7.2	15	18
40	1.2	2.8	4.8	5.6	8.4	9.7	19	24
50	1.5	3.5	6.1	7.0	10	12	24	30
60	1.8	4.2	7.3	8.4	13	15	29	36
100	2.9	7.0	12	14	21	24	48	60
150	—	—	—	—	31	36	73	91
200	—	—	—	—	42	48	97	120
250	—	—	—	—	52	60	120	150
300	—	—	—	—	63	73	145	180
350	—	—	—	—	73	85	170	210
400	—	—	—	—	84	97	195	240

2) Otros valores. Para tensiones y corrientes diferentes a las especificadas en la tabla 625-52(b)(1)(a) o en la Tabla 625-29(b)(1)(b) los requisitos mínimos de ventilación deben ser calculados por medio de las siguientes fórmulas, según sea aplicable:

(1) Instalaciones monofásicas de corriente alterna o corriente continua:

$$Ventilación_{monofásica \text{ c.a. o c.c.}} \text{ en metros cúbicos por minuto (m}^3/\text{min)} = \frac{(\text{volts})(\text{amperes})}{1718}$$

(2) Instalaciones trifásicas de corriente alterna:

$$Ventilación_{trifásica \text{ c.a.}} \text{ en metros cúbicos por minuto (m}^3/\text{min)} = \frac{1.732 (\text{volts})(\text{amperes})}{1718}$$

3) Sistemas de ingeniería. Se permite que los requisitos mínimos de ventilación para un sistema de equipo de ventilación para vehículos eléctricos sean determinados por cálculos específicos en un estudio de ingeniería, realizado por personal calificado, como parte integral de un sistema de ventilación de la totalidad del edificio.

4) Circuitos alimentadores. El circuito de alimentación para el equipo de ventilación mecánica debe estar enclavado eléctricamente con el equipo de alimentación para vehículos eléctricos, y debe permanecer energizado durante el ciclo completo de carga del vehículo eléctrico. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar marcado de acuerdo con 625-15. Los contactos de los equipos de alimentación para vehículos eléctricos designados para 120 volts, monofásicos, de 15 y 20 amperes, deben marcarse de acuerdo con 625-15 y deben estar equipados con un interruptor y el sistema de ventilación mecánica se debe enclavar eléctricamente a través del interruptor del circuito de alimentación del contacto. El equipo alimentado por una tensión menor de 50 volts de corriente continua debe estar marcado de acuerdo con 625-15(c) y tener un interruptor, y el sistema de ventilación mecánica se debe enclavar eléctricamente a través del interruptor de alimentación al equipo.

Tabla 625-52(b)(1)(b).- Ventilación mínima requerida en pies cúbicos por minuto (ft³/min) por cada número total de vehículos eléctricos que pueden ser cargados al mismo tiempo

Corriente admisible del circuito derivado amperes	C.C. ≥50 V	Tensión del circuito derivado						
		Volts monofásico			Volts trifásico			
		120	208	240 o 120/240	208 o 208Y/120	240	480 o 480Y/277	600 o 600Y/347
15	15.4	37	64	74	—	—	—	—
20	20.4	49	85	99	148	171	342	427
30	30.8	74	128	148	222	256	512	641
40	41.3	99	171	197	296	342	683	854
50	51.3	123	214	246	370	427	854	1066
60	61.7	148	256	296	444	512	1025	1281
100	102.5	246	427	493	740	854	1708	2135
150	—	—	—	—	1110	1281	2562	3203
200	—	—	—	—	1480	1708	3416	4270
250	—	—	—	—	1850	2135	4270	5338
300	—	—	—	—	2221	2562	5125	6406
350	—	—	—	—	2591	2989	5979	7473
400	—	—	—	—	2961	3416	6832	8541

Parte D. Equipo de transferencia de energía inalámbrica

625-101. Puesta a tierra. La placa de la base del atenuador primario debe ser de metal no ferroso y debe ser puesta a tierra a menos que esté aprobada como un sistema de doble aislamiento. La placa de la base debe ser dimensionada para el tamaño de la envolvente del atenuador primario.

625-102. Construcción

- Tipo. El convertidor de potencia del cargador, cuando es parte integral del atenuador primario, debe cumplir con 625-102(c). El convertidor de potencia del cargador, sino no es parte del atenuador primario, se debe proveer una envolvente mínimo tipo 3R.
- Instalación. Si el convertidor de potencia del cargador no es parte integral del atenuador primario, se debe instalar a una altura no menor de 45 cm sobre el nivel del piso en lugares interiores o 60 cm sobre el nivel de piso para lugares exteriores. El convertidor de potencia del cargador debe ser instalado por una de las siguientes formas:

- (1) Pedestal
 - (2) En la pared o en un poste
 - (3) En edificio o estructura
 - (4) En una plataforma de concreto
- (c) Atenuador primario. El atenuador primario debe instalarse sobre la superficie, dentro de la superficie del piso con su parte superior al ras de la superficie o dentro de la superficie del piso con su parte superior por debajo de la superficie. Esto incluye la construcción del atenuador primario con el convertidor de potencia del cargador ubicado dentro de la envolvente del atenuador primario.
- (1) Si el atenuador primario está ubicado en un área que se requiera remover la nieve, no debe estar ubicado sobre o por encima de la superficie.
- Excepción. Se permite que el atenuador primario se ubique sobre o por encima de la superficie cuando se instale en una propiedad privada en la que se remueva la nieve en forma manual.
- (2) La envolvente se debe proveer con una clasificación adecuada del tipo 3R como mínimo. Si el atenuador primario está ubicado en un área sujeta a condiciones climáticas severas (como inundaciones) debe ser adecuado para estas condiciones o se debe proveer con una envolvente de clasificación adecuada.
- (d) Protección del cable de salida. La protección del cable de salida del atenuador primario debe asegurarse en el lugar en toda su longitud para restringir el movimiento y prevenir tensión en los puntos de conexión. Si se instala en condiciones en las que se pueda aplastar, el cable se debe suministrar con una protección adicional. Cuando el convertidor de energía del cargador es parte del ensamble del atenuador primario, el cordón del alimentador al atenuador primario debe protegerse.
- (e) Otros sistemas de alambrado. Se permiten otros sistemas de alambrado y accesorios si están específicamente aprobadas.

ARTÍCULO 626

ESPACIOS ELECTRIFICADOS PARA ESTACIONAMIENTO DE CAMIONES

Parte A. Disposiciones generales

626-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a los conductores y equipos eléctricos externos a los camiones o a las unidades refrigeradas de transporte que conectan estos camiones o unidades refrigeradas a la alimentación de electricidad y la instalación de los equipos y dispositivos relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de un espacio de estacionamiento electrificado para camiones.

626-2. Definiciones

Acoplador del camión. Una entrada superficial bridada del camión y el conector de acoplamiento del cordón.

Camión. Un vehículo automotor diseñado para el transporte de mercancías, servicios y equipos.

Conector del cordón. Un dispositivo que, mediante su inserción en una entrada superficial bridada del camión, establece una conexión eléctrica con el camión, con el propósito de suministrar energía para las cargas eléctricas a bordo y puede proporcionar un medio para el intercambio de información. Este dispositivo es parte del acoplador del camión.

Ensamble de cable de alimentación separable. Un cordón o cable flexible, incluyendo conductores de fase, puestos a tierra y de puesta a tierra de equipos, proporcionado con un conector de cordón, una clavija de conexión y todos los otros accesorios, arandelas o dispositivos instalados para el propósito de entregar energía desde la fuente de alimentación eléctrica hasta la entrada superficial bridada del camión o de la unidad refrigerada de transporte.

Entrada superficial bridada del camión. Los dispositivos sobre el camión dentro de los cuales se insertan los conectores para proporcionar energía eléctrica y otros servicios. Este dispositivo es parte del acoplador del camión. Para los propósitos de este Artículo, la entrada superficial bridada del camión se considera parte del camión y no parte del equipo de alimentación del estacionamiento electrificado para camiones.

Espacio de estacionamiento electrificado para camiones. Espacio de estacionamiento para camiones que ha sido proporcionado con un sistema eléctrico que permite a los operadores del camión conectar sus vehículos mientras están estacionados y usar fuentes de energía fuera de borda con el fin de operar los sistemas a bordo tales como los de aire acondicionado, calefacción y aparatos, sin ningún tipo de motor en marcha lenta.

NOTA: Un estacionamiento electrificado para camiones también incluye áreas de estacionamiento destinadas para camiones de trabajo pesado en las plazas de viajeros, depósitos, lotes para embarques y consignaciones, instalaciones para depósitos y cruces fronterizos. No incluye áreas tales como banquetas en las rampas de las autopistas y vías de acceso, lugares para vehículos recreativos y de camping, áreas de estacionamiento comercial y residencial utilizadas para el estacionamiento de automotores u otras áreas en donde se alimenta con corriente alterna únicamente con el propósito de conectar cargas automotrices y otras cargas de luz eléctrica, tales como calefactores del cuerpo del motor, y en residencias privadas.

Medio de desconexión del estacionamiento. Equipo necesario, que consta generalmente de un interruptor automático o un interruptor y fusibles, y sus accesorios, ubicados cerca del punto de entrada a los conductores de alimentación en un estacionamiento de camiones electrificados y destinado para constituir el medio de corte de la alimentación para ese camión.

Pórtico aéreo. Una estructura que consta de un armazón horizontal soportado por columnas verticales, que se extiende por encima de los espacios de estacionamiento electrificado para camiones, que soporta equipos, aparatos, canalizaciones y otros componentes necesarios para proporcionar el suministro eléctrico de aire acondicionado (HVAC), Internet, comunicaciones y otros servicios para tales espacios.

Sistema de manejo del cable (Espacios electrificados en estacionamiento de camiones). Un aparato diseñado para controlar y organizar las longitudes no utilizadas del cable o cordón en los espacios de estacionamiento electrificado para camiones.

Sistemas de alambrado en el estacionamiento electrificado para camiones. Todo el alambrado, equipo y aditamentos eléctricos relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de un estacionamiento electrificado para camiones, incluyendo el equipo de alimentación.

Unidad refrigerada de transporte (UTR). Un remolque o contenedor con calefacción o refrigeración integradas, o ambas, utilizados con la finalidad de mantener el ambiente deseado para las mercancías o productos sensibles a la temperatura.

626-3. Otros Artículos

Siempre que exista diferencia entre los requisitos de otros Artículos de esta NOM y el Artículo 626, los requisitos del Artículo 626 se deben aplicar. A menos que los sistemas de alambrado del espacio de estacionamiento electrificado para camiones esté soportado o dispuesto de tal manera que no se pueden utilizar en o por encima de los lugares clasificados en 511-3 ó 514-3 o ambas, tales sistemas deben cumplir con las disposiciones (a) y (b) siguientes, además de los requisitos de este Artículo.

a) Instalaciones de almacenamiento y reparación de vehículos. Los sistemas de alambrado eléctrico del estacionamiento electrificado para camiones ubicados en instalaciones para la reparación o almacenamiento de vehículos autopropulsados que utilizan líquidos o gases inflamables volátiles como combustible, deben cumplir con el Artículo 511.

b) Estaciones dispensadoras de combustible para motores. Los sistemas de alambrado eléctrico en las gasolineras dentro de los estacionamientos electrificados para camiones deben cumplir con lo establecido en el Artículo 514.

626-4. Requisitos generales

a) No cubiertos. Las disposiciones de este Artículo no se deben aplicar a aquella parte de otros equipos en instalaciones residenciales, comerciales o industriales que requieran utilizar de energía eléctrica para carga y descarga, operar bandas transportadoras y otros equipos utilizados en el sitio o en el camión.

b) Tensión del sistema de distribución. A menos que se especifiquen otras tensiones, las tensiones nominales de corriente alterna de 120, 120/240, 208Y/120, 240 ó 480Y/277 se deben utilizar para la alimentación de los equipos cubiertos en este Artículo.

c) Conexión al sistema de alambrado. Las disposiciones de este Artículo se deben aplicar al equipo de alimentación del estacionamiento electrificado para camiones destinado para su conexión a un sistema de alambrado, como se define en 626-4(b).

Parte B. Sistemas de alambrado eléctrico del estacionamiento electrificado para camiones

626-10. Circuitos derivados

Los circuitos derivados monofásicos del estacionamiento electrificado para camiones se deben derivar de un sistema trifásico, cuatro hilos de 208Y/120 volts, o de un sistema monofásico, tres hilos de 120/240 volts.

Excepción: Se permitirá que un sistema de distribución de 120 volts alimente los espacios existentes de estacionamiento electrificado para camiones.

626-11. Cálculos de la carga del alimentador y acometida

a) Carga del estacionamiento. La carga calculada de un alimentador o acometida no debe ser menor a la suma de las cargas en los circuitos derivados. Los alimentadores y las acometidas eléctricas se deben calcular con base en no menos de 11 kilovoltamperes para cada espacio de estacionamiento electrificado para camiones.

b) Factores de demanda. Los factores de demanda del sistema de alambrado eléctrico del espacio para estacionamiento electrificado para camiones se deben basar en las zonas de temperatura climática en la cual el equipo es instalado.

c) Dos o más espacios de estacionamiento electrificado para camiones. Cuando el sistema de alambrado del espacio de estacionamiento electrificado para camiones está en un lugar que alimenta a dos o más de estos espacios, el equipo por cada espacio debe cumplir con 626-11(a) y la carga calculada debe ser calculada con base en cada uno de los espacios de estacionamiento.

d) Valor nominal del conductor. Las cargas alimentadas del circuito derivado del espacio para camiones se deben considerar continuas.

Parte C. Equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones**626-22. Métodos de alambrado y materiales**

a) Tipo de equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones se debe proporcionar en una de las siguientes formas:

- (1) Pedestal
- (2) Pórtico aéreo
- (3) plataforma elevada de concreto

b) Altura de montaje. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones tipo poste, pedestal y plataforma elevada de concreto no deberá ser menor de 60 centímetros por encima del suelo o del punto identificado como la marca del nivel de agua más alta vigente, o una marca de referencia equivalente basada en inundaciones debidas a tormentas o a las estaciones, indicada por la autoridad.

c) Acceso al espacio de trabajo. Todo equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones debe ser accesible por medio de una entrada o un pasillo libres de obstrucciones de no menos de 60 centímetros de ancho y no menos de 2.00 metros de altura.

d) Medios de desconexión. Se debe proporcionar un interruptor automático o un interruptor de desconexión que desconecte uno o más sitios del equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones desde una ubicación remota. Los medios de desconexión se deben proporcionar e instalar en un lugar fácilmente accesible y debe ser capaz de bloquearse en la posición de abierto de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

626-23. Pórtico aéreo o sistema de manejo del cable

a) Manejo del cable. El equipo del espacio de estacionamiento electrificado para camiones proporcionado tanto por un pórtico aéreo o desde sistemas de manejo del cable, se utilizará un cable de alimentación permanentemente unido al equipo de alimentación de dicho espacio. Se permitirán otros tipos de cable y ensambles aprobados como adecuados para dicho propósito, incluida la opción de comunicaciones híbridas, señales y cables de fibra óptica compuesto.

b) Liberación de la tensión mecánica. Se debe proporcionar medios para evitar que la tensión mecánica se transmita a las terminales del alambrado. El cable o cables de alimentación unidos permanentemente deben tener medios para desenergizar los conductores del cable y el dispositivo de alimentación de energía durante la exposición a una tensión mecánica que podría resultar en el daño del cable o su separación del dispositivo de alimentación de energía y exposición de partes vivas.

626-24. Medios de conexión del equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones

a) Generalidades. Cada camión debe estar alimentado desde un equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones a través de cables o cordones para servicio extrapesado adecuado. Cada conexión al equipo se debe hacer mediante un sólo ensamble separable de cables de alimentación.

b) Contacto. Todos los contactos deben ser aprobados y del tipo de puesta a tierra. Cada espacio de estacionamiento de camiones con alimentación eléctrica deberá estar equipado con (b)(1) y (b)(2):

- (1) Un máximo de tres contactos, cada uno del tipo de puesta a tierra, dos polos, tres hilos, con valor nominal de 20 amperes, 125 volts y dos de los tres conectados a dos circuitos derivados separados.

NOTA: Para las configuraciones de los contactos del tipo sin bloqueo y con puesta a tierra de 20 amperes, ver Apéndice B.

- (2) Un solo contacto de 3 polos, cuatro hilos del tipo de puesta a tierra, monofásico, con valor nominal de 30 amperes, 208Y/120 volts ó 125/250 volts. Se permitirá usar el contacto de 125/250 volts en un circuito monofásicos de 208Y/120 volts.

NOTA: Para diversas configuraciones de los contactos de 30 amperes del pin y funda, ver Apéndice B

Excepción: Cuando el equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones proporcione las funciones de calefacción aire acondicionado y climatización, sin requerir una conexión eléctrica directa en el camión, sólo se exigirán los dos contactos identificados en 626-24(b)(1).

c) Medios de desconexión del espacio de estacionamiento. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones se deberá proporcionar con un interruptor o interruptor automático para la desconexión de la alimentación para dicho espacio de estacionamiento. Los medios de desconexión se deben proporcionar e instalar en un lugar fácilmente accesible y debe ser capaz de bloquearse en la posición de abierto de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

d) Protección del personal con un interruptor de circuito por falla a tierra. El equipo del espacio de estacionamiento electrificado para camiones debe estar diseñado y construido de tal manera que todas las salidas de contactos de 626-24 se proporcionen con protección para el personal con un interruptor de circuito por falla a tierra.

626-25. Ensamble separable del cable de alimentación. El ensamble separable del cable de alimentación, que consiste de un cordón de alimentación, un conector de cordón y una clavija de conexión destinado para la conexión con una entrada superficial bridada del camión, debe ser de un tipo aprobado. El ensamble o ensambles del cable de alimentación deben estar identificados y ser de uno de los tipos y de los valores nominales que se especifican en 626-25 (a) y (b). No se deben utilizar cordones con adaptadores y extremos en espiral, cordones de extensión y elementos similares.

a) Valores nominales

1) Ensamble del cable de alimentación de 20 amperes. El equipo con un contacto de 20 amperes, 125 volts, de acuerdo con 626-24(b)(1), debe utilizar un ensamble aprobado de cable de alimentación de 20 amperes.

Excepción: Se permitirá utilizar un ensamble separable adecuado del cable de alimentación, ya sea de trabajo pesado o extrapesado y con valor nominal de 15 amperes, 125 volts para la conexión de un calefactor de bloque del motor para los vehículos existentes.

2) Ensamble del cable de alimentación de 30 amperes. El equipo con un contacto de 30 amperes, 208Y/120 volts o 125/250 volts, de acuerdo con 626-24(b)(2), debe utilizar un ensamble principal aprobado del cable de alimentación de 30 amperes.

b) Cordón de alimentación.

1) Conductores. El cordón debe ser de un tipo aprobado con tres o cuatro conductores para conexión monofásica, uno de los conductores debe ser identificado de acuerdo con 400-23.

Excepción: Se permitirá utilizar un ensamble separable aprobado del cable de alimentación con tres conductores, uno de los conductores debe estar identificado de acuerdo con 400-23 y tener valor nominal de 15 amperes, 125 volts, para la conexión de un calefactor de bloque del motor para los vehículos existentes.

2) Cordón. Se permitirán cordones y cables flexibles para uso extrapesado, con capacidad mínima de 90 °C, 600 volts; aprobados tanto para lugares mojados y resistentes a la luz solar y que tengan una cubierta externa con valor nominal para ser resistentes a temperaturas extremas, aceite, gasolina, ozono, abrasión, ácidos y sustancias químicas, cuando es necesaria la flexibilidad entre el equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones, el tablero de alumbrado y control y la entrada superficial bridada en el camión.

Excepción: Se permitirá que los cordones para el ensamble separable del cable de alimentación para conexiones de 15 y 20 amperes sean del tipo para uso rudo.

3) Longitud total del cordón. La longitud expuesta del cordón se debe medir desde la superficie de la clavija de conexión hasta el punto de entrada al camión o la superficie de la entrada superficial bridada, o hasta el punto donde el cordón entra en el camión. La longitud total del cable no excederá los 7.50 metros, a menos que tenga un sistema de manejo del cable que esté aprobado como adecuado para dicho propósito.

4) Clavija de conexión. La clavija o clavijas de conexión deben ser aprobadas, por sí solas o como parte de un ensamble de cordón, para dicho propósito y deben ser moldeados o instalados en el cordón flexible de manera que quede asegurada firmemente al cordón en el punto donde el cordón entra a la clavija de conexión. Si se utiliza una tapa en ángulo recto, la configuración se debe orientar de forma tal que el elemento de puesta a tierra esté lo más lejos posible del cordón. Cuando se proporciona un cordón flexible, la clavija de conexión debe cumplir con 250-138(a).

- a. Conexión a un contacto de 20 amperes. El ensamble separable del cable de alimentación para la conexión a la entrada superficial bridada del camión, con valor nominal de 20 amperes, debe tener una clavija de conexión del tipo sin bloqueo que debe ser de 2 polos, tres hilos, de puesta a tierra y con valor nominal de 20 amperes, 125 volts y que esté destinada para su uso con el contacto de 20 amperes, 125 volts.

Excepción: Un ensamble separable del cable de alimentación, con un valor nominal de 15 amperes, proporcionado sólo para la conexión de un calefactor de bloque del motor, debe tener una clavija de conexión que debe ser de 2 polos, tres hilos, de puesta a tierra con valor nominal de 15 amperes, 125 volts.

NOTA: Para las configuraciones de los contactos del tipo sin bloqueo y puesta a tierra de 20 amperes, ver Apéndice B.

- b. Conexión a un contacto de 30 amperes. El ensamble separable del cable de alimentación para la conexión a la entrada superficial bridada de un camión, con valor nominal de 30 amperes, debe tener una clavija de conexión de 3 polos, cuatro hilos, de puesta a tierra con valor nominal de 30 amperes, 208Y/120 volts ó 125/250 volts, y destinada para su uso con el contacto de acuerdo con 626-24(b)(2). Se permitirá utilizar una clavija de conexión de 125/250 volts en un circuito monofásico de 208Y/120 volts.

NOTA: Para las diversas configuraciones de los contactos de 30 amperes de pin y funda, ver Apéndice B.

5) Conector del cordón. El conector del cordón para un ensamble separable del cable de alimentación, como se especifica en 626-25(a)(1), debe ser de 2 polos, tres hilos, de puesta a tierra con valor nominal de 20 amperes, 125 volts. El conector del cordón para un ensamble separable del cable de alimentación, como se especifica en 626-25(a)(2), debe ser de 3 polos, cuatro hilos, de puesta a tierra con valor nominal de 30 amperes, 208Y/120 volts ó 125/250 volts. Se permitirá utilizar el conector del cordón de 125/250 volts en un circuito monofásico de 208Y/120 volts.

Excepción: El conector del cordón para un ensamble separable del cable de alimentación, con valor nominal de 15 amperes, proporcionado para la conexión de un calefactor de bloque del motor para los vehículos existentes, debe tener una clavija de conexión que sea de 2 polos, tres hilos, de puesta a tierra y con valor nominal de 15 amperes, 125 volts.

NOTA: Para las diversas configuraciones de los conectores del cordón de 30 amperes, ver Apéndice B.

626-26. Pérdida de la fuente primaria. Se proporcionarán medios de tal manera que, en caso de pérdida de tensión desde la red pública u otros sistemas eléctricos, la energía eléctrica no pueda retroalimentarse a través del camión y el equipo de alimentación del camión hasta el sistema de alambrado del espacio de estacionamiento electrificado para camiones, a menos que se permita en 626-27.

626-27. Sistemas interactivos. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones y otras partes de un sistema, estén dentro o fuera del vehículo, que estén destinadas e identificadas para ser interconectadas a un vehículo y también servir como un sistema de reserva opcional, o una fuente de generación de energía eléctrica, o proporcionar una alimentación bidireccional de potencia, debe estar aprobado como adecuado para tal propósito. Cuando se utiliza como sistema de reserva opcional, se deben aplicar los requisitos del Artículo 702, y cuando se utiliza como una fuente de generación de energía eléctrica, se deben aplicar los requisitos del Artículo 705.

Parte D. Unidades refrigeradas de transporte (UTR)

626-30. Unidades refrigeradas de transporte. Los espacios de estacionamiento electrificado para camiones destinados para alimentar unidades refrigeradas de transporte deben incluir un circuito derivado individual y contacto para la operación de las unidades de refrigeración/calefacción. El contacto asociado con la unidad refrigerada de transporte se debe proporcionar además de los contactos que se requieren en 626-24 (b).

a) Circuitos derivados. Los espacios para las unidades refrigeradas de transporte deben estar alimentados desde circuitos derivados de 208 volts, trifásicos o de 480 volts, trifásicos y con un conductor de puesta a tierra de equipos.

b) Equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones, o una parte de él, que proporciona energía eléctrica para la operación de las unidades refrigeradas de transporte, debe ser independiente de las cargas que se indican en la Parte C del Artículo 626.

626-31. Medios de desconexión y contactos

a) Medios de desconexión. Se deben proporcionar medios de desconexión para aislar cada unidad refrigerada de su conexión de alimentación. Un medio de desconexión se debe proporcionar e instalar en un lugar fácilmente accesible y debe ser capaz de bloquearse en la posición de abierto de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

b) Ubicación. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible, estar ubicado a no más de 75 centímetros del contacto que controla, y ubicado en el circuito de alimentación antes del contacto. Se permitirán como medios de desconexión los interruptores o interruptores automáticos ubicados en las salidas de fuerza que cumplan con esta sección.

c) Contactos. Todos los contactos deben ser aprobados y del tipo de puesta a tierra. Todo espacio de estacionamiento electrificado para camiones, destinado para proporcionar una alimentación eléctrica para unidades refrigeradas de transporte debe estar equipado con uno o más de los siguientes contactos:

- (1) Un contacto de 30 amperes, 480 volts, trifásico, 3 polos, cuatro hilos.
- (2) Un contacto de 60 amperes, 208 volts, trifásico, 3 polos, cuatro hilos.
- (3) Un contacto tipo clavija y manga de 20 amperes, 1000 volts, trifásico, 3 polos, cuatro hilos

NOTA: Para los detalles completos de la configuración del contacto de 30 amperes de pin y manguito para contenedores refrigerados (unidades refrigeradas de transporte). Para las diversas configuraciones del contacto de 60 amperes de pin y manguito, ver Apéndice B.

626-32. Ensamble separable del cable de alimentación. El ensamble separable del cable de alimentación, que consta de un cordón con clavija de conexión y conector de cordón, debe ser de uno de los tipos y valores nominales que se especifican en 626-32(a), (b) y (c). No se deben utilizar cordones con adaptadores y extremos en espiral, cordones de extensión y elementos similares.

a) Valor(es) nominal(es). El ensamble del cable de alimentación debe ser aprobado y ser de un valor nominal de acuerdo con uno de los siguientes:

- (1) 30 amperes, 480 volts, trifásico.
- (2) 60 amperes, 208 volts, trifásico.
- (3) 20 amperes, 1000 volts, trifásico.

b) Ensamblados de cordón. El cordón debe ser de un tipo aprobado, con cuatro conductores, para conexión trifásica, uno de los cuales debe estar identificado de acuerdo con 400-23 para su uso como conductor de puesta a tierra de equipos. Cuando se necesita flexibilidad entre el equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones, y la entrada o entradas en la unidad refrigerada de transporte, se permitirán cables para uso extrapesado, con temperatura nominal mínima de 90 °C, 600 volts; aprobados tanto para lugares mojados y resistentes a la luz solar y que tengan una cubierta externa para ser resistentes a temperaturas extremas, aceite, gasolina, ozono, abrasión, ácidos y sustancias químicas.

c) Clavija(s) de conexión y conector(es) de cordón. Cuando un cordón flexible se proporciona con una clavija de conexión y un conector de cordón, estos elementos deben cumplir con 250-138(a). La(s) clavija(s) de conexión y el(los) conector(es) de cordón deben ser aprobados, por sí mismos o como parte del ensamble de cable de alimentación, para tal propósito y debe ser moldeado o instalado en el cordón flexible de manera que quede asegurado firmemente al cordón en el punto en el que éste entra en la clavija de conexión o al conector de cordón. Si se utiliza una tapa en ángulo recto, la configuración se debe orientar de forma que el elemento de puesta a tierra esté lo más lejos posible del cordón. Una clavija de conexión y conector del cordón para la conexión de un camión o un remolque deben tener un valor nominal de acuerdo con uno de los siguientes:

- (1) 30 amperes, 480 volts, trifásico, 3 polos, cuatro hilos y destinado para utilizarlos con contactos y entradas de 30 amperes, 480 volts, trifásicas, 3 polos, cuatro hilos, respectivamente,

- (2) 60 amperes, 208 volts, trifásico, 3 polos, cuatro hilos y destinados para utilizarlos con contactos y entradas de 60 amperes, 208 volts, trifásicas, 3 polos, cuatro hilos respectivamente, o
- (3) 20 amperes, 1000 volts, trifásico, 3 polos, cuatro hilos y destinados para utilizarlos contactos y entradas de 20 amperes, 1000 volts, trifásicas, 3 polos, cuatro hilos, respectivamente.

NOTA: Para detalles completos de la configuración del contacto de 30 amperes de pin y manguito para contenedores refrigerados (unidades refrigeradas de transporte), ver Apéndice B.

ARTÍCULO 630

MÁQUINAS DE SOLDAR ELÉCTRICAS

Parte A. Disposiciones generales

630-1. Alcance. Este Artículo cubre las máquinas de soldar de arco eléctrico, aparatos de soldar por resistencia, corte por plasma y otros equipos similares de soldadura y corte que se conectan a una fuente de energía eléctrica.

Parte B. Máquinas de soldar de arco

630-11. Ampacidad de los conductores de alimentación. La ampacidad de los conductores de alimentación de las máquinas de soldar debe cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Máquinas de soldar individuales. La ampacidad de los conductores de alimentación no debe ser menor al valor I_{1eff} de la placa de características. De manera alternativa, si no se da el I_{1eff} , la ampacidad de los conductores de alimentación no debe ser menor al valor de corriente determinado al multiplicar la corriente nominal del primario en amperes, dada en la placa de características de la máquina de soldar, por el factor que se indica en la Tabla 630-11(a), basado en el régimen de trabajo de la soldadora.

b) Grupo de máquinas de soldar. La ampacidad mínima de corriente de los conductores se debe basar en las corrientes de cada máquina de soldar determinadas en (a) anterior, como la suma del 100 por ciento de las dos soldadoras más grandes, más el 85 por ciento de la tercera soldadora más grande, más el 70 por ciento de la cuarta soldadora más grande, más el 60 por ciento de las soldadoras restantes.

Excepción: Se permitirán porcentajes menores a los indicados en (b) anterior en los casos en que el trabajo sea tal que un régimen de trabajo de alto funcionamiento para las soldadoras individuales sea imposible.

NOTA: El régimen de trabajo considera la aplicación de la carga de las soldadoras con base en el uso que se va a hacer de cada soldadora y de la cantidad de soldadoras que estarán en uso simultáneamente y que son alimentadas por los mismos conductores. El valor de la carga utilizado para cada soldadora considera tanto la magnitud como la duración de la carga mientras la soldadora está en uso.

Tabla 630-11(a).- Factores de multiplicación para el régimen de trabajo para soldadoras de arco

Régimen de trabajo	Multiplicador para soldadores de arco	
	Sin motor-generador	Con motor-generador
100	1	1
90	0.95	0.96
80	0.89	0.91
70	0.84	0.86
60	0.78	0.81
50	0.71	0.75
40	0.63	0.69
30	0.55	0.62
20 o menos	0.45	0.55

630-12. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente para máquinas de soldar de arco debe estar de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) y (b) siguientes. Cuando los valores determinados en esta sección no corresponden con el valor de corriente nominal normalizado que se da en 240-6, o cuando los valores nominales o de ajuste especificados conduzcan a la apertura innecesaria del dispositivo de protección contra sobrecorriente, se permitirá tomar el valor nominal o de ajuste inmediato superior.

a) Para máquinas de soldar. Cada máquina de soldar debe tener protección contra sobrecorriente nominal o ajustable que no sea mayor que 200 por ciento de I_{1max} . De manera alternativa, si no se proporciona el valor de I_{1max} , la protección contra sobrecorriente debe tener un valor de corriente o ajuste de disparo no mayor al 200 por ciento de la corriente nominal del primario de la soldadora.

No se requiere dispositivo de sobrecorriente para máquinas de soldar cuando sus conductores de alimentación estén protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable a no más de 200 por ciento I_{1max} o de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

b) Para conductores. Los conductores que alimenten una o más máquinas de soldar deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable a no más de 200 por ciento de la ampacidad del conductor.

NOTA: I_{1max} es el valor máximo de la corriente nominal de alimentación a la capacidad nominal máxima. I_{1eff} es el valor máximo de la corriente eficaz de alimentación, calculado a partir de la corriente nominal de alimentación (I_1), el régimen de trabajo correspondiente (factor de trabajo) (X) y la corriente de alimentación sin carga (I_0) mediante la siguiente fórmula:

$$I_{1eff} = \sqrt{I_1^2 X + I_0^2 (1 - X)}$$

630-13. Medios de desconexión. Debe suministrarse un medio de desconexión identificado en el circuito de alimentación de cada máquina de soldar de arco que no esté equipada con un desconectador montado como una parte integral de la soldadora. La identificación del medio de desconexión debe estar marcada de acuerdo con lo establecido en la sección 110 - 22(a).

Los medios de desconexión deben ser un desconectador o un interruptor automático y su capacidad no debe ser menor que la necesaria para ofrecer una protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo especificado en 630-12.

630-14. Marcado

Las soldadoras de arco deben tener una placa de datos que contenga la siguiente información:

- (1) Nombre del fabricante
- (2) Frecuencia
- (3) Número de fases
- (4) Tensión en el primario
- (5) I_{1max} e I_{1eff} , o corriente nominal del primario.
- (6) Tensión máxima en el circuito abierto
- (7) Corriente nominal del secundario y
- (8) Base de las condiciones nominales, tal como el régimen de trabajo.

630-15. Puesta a tierra del circuito del secundario del soldador. Los conductores del circuito del secundario de una soldadora de arco, que consten del conductor de electrodo y del conductor de trabajo, no se deben considerar como alambreado del inmueble para los fines de la aplicación del Artículo 250.

NOTA: La conexión de los circuitos del secundario de la soldadora a objetos puestos a tierra puede crear trayectorias paralelas y causar corrientes no deseables en los conductores de puesta a tierra de equipos.

Parte C. Soldadoras por resistencia

630-31. Ampacidad de los conductores de alimentación. La ampacidad de los conductores de alimentación de las soldadoras por resistencia debe estar de acuerdo como se indica en (a) y (b).

NOTA: La ampacidad de los conductores de alimentación de las soldadoras por resistencia, necesaria para limitar la caída de tensión a un valor permisible para el funcionamiento satisfactorio de la soldadora, es usualmente más grande que la requerida para prevenir sobrecalentamiento

a) Máquinas de soldar individuales. La ampacidad nominal de los conductores de alimentación de las máquinas de soldadoras individuales debe cumplir con lo siguiente:

1) La ampacidad de los conductores de alimentación para una soldadora que puede ser operada a diferentes tiempos, a diferentes valores de corriente primaria o ciclo de trabajo, no debe ser menor que 70 por ciento de la corriente nominal del primario para máquinas de soldar de costura y de alimentación automática; 50 por ciento de la corriente nominal del primario para soldadoras de operación manual.

2) La ampacidad de los conductores de alimentación para una soldadora alambrada para una operación específica, de la cual se conocen la corriente real del primario y el ciclo de trabajo y permanecen sin cambio, no debe ser menor que el producto de la corriente eléctrica nominal de alimentación por el factor que se especifica en la Tabla 630-31(a)(2) para el ciclo de trabajo al cual operará la soldadora.

Tabla 630-31(a)(2).- Factores de multiplicación del régimen de trabajo para soldadoras por resistencia

Ciclo de trabajo									
Por ciento	50	40	30	25	20	15	10	7.5	5 ó menos
Factor	0.71	0.63	0.55	0.50	0.45	0.39	0.32	0.27	0.22

b) Grupo de máquinas de soldar. La ampacidad de los conductores que alimenten a dos o más soldadoras no debe ser menor que la suma del valor obtenido de acuerdo con lo indicado en 630-31(a) anterior para la soldadora más grande y 60 por ciento de los valores obtenidos para todas las demás soldadoras.

NOTA: Explicación de términos.

1. Corriente nominal del primario. Resulta de dividir los kVA nominales multiplicados por 1000 y divididos entre la tensión nominal del primario, usando los valores de la placa de datos de la soldadora.

2. Corriente real del primario. Es la corriente demandada al circuito de alimentación durante cada operación de soldadura aplicada a un caso particular con un ajuste en el calor y el control utilizados.

3. El ciclo de trabajo. Es el por ciento de tiempo durante el cual la soldadora está bajo carga. Por ejemplo, una máquina de soldar de puntos, alimentada con un sistema de 60 hertz (216 000 ciclos por hora), haciendo 400 puntos de soldadura por hora, con una duración de quince ciclos por cada punto de soldadura, tendría un ciclo de trabajo de 2.8 por ciento (400 multiplicado por 15 dividido entre 216 000 y multiplicado por 100). Una máquina de soldar de costura que opere dos ciclos dentro y dos ciclos fuera, tendría un ciclo de trabajo de 50 por ciento.

630-32. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente para máquinas de soldar por resistencia, debe estar de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) y (b) que siguen. Cuando la capacidad especificada del dispositivo de sobrecorriente sea menor que un valor normalizado, o cuando el ajuste del valor especificado provoque una operación innecesaria del dispositivo, se permite el uso de un dispositivo de capacidad nominal o ajustable inmediata superior siempre que no rebase el siguiente valor de corriente nominal estándar.

a) Para máquinas de soldar. Cada máquina de soldar debe tener protección contra sobrecorriente nominal o ajustable, que no sea mayor que 300 por ciento de la corriente primaria nominal de la soldadora. No se exigirá un dispositivo independiente de protección contra sobrecorriente para las soldadoras cuyos conductores de alimentación estén protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente de valor nominal o de ajuste de disparo no mayor al 200 por ciento de la corriente nominal del primario de la soldadora.

b) Para conductores. Los conductores que alimentan a una o más soldadoras, deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de capacidad nominal o ajustable a no más de 300 por ciento de la ampacidad del conductor.

630-33. Medios de desconexión. Se debe proveer un desconectador o interruptor automático con el que cada soldadora por resistencia y su equipo de control puedan desconectarse del circuito de alimentación. La capacidad de corriente de este medio de desconexión no debe ser menor que la ampacidad del conductor, determinada según 630-31.

Se permite que el desconectador del circuito de alimentación sea el medio de desconexión de la soldadora cuando el circuito alimenta solamente una soldadora.

630-34. Marcado. Debe suministrarse una placa de datos para cada soldadora por resistencia que contenga la siguiente información:

- (1) Nombre del fabricante
- (2) Frecuencia
- (3) Tensión en el primario
- (4) kilovoltamperes nominales con un ciclo de trabajo de 50 por ciento
- (5) Tensión máxima y mínima de circuito abierto en el secundario
- (6) corriente de cortocircuito en el secundario a máxima tensión del secundario
- (7) Ajuste especificado de la abertura de los electrodos (brazos).

Parte D. Cable para soldadoras

630-41. Conductores. El aislamiento de los conductores instalados en el circuito secundario de las máquinas de soldar eléctricas debe ser retardante a la flama.

630-42. Instalación. Se permitirá instalar los cables en una charola portacables dedicada, como se establece en los incisos (a), (b) y (c).

a) Soporte del cable. La charola portacables para el cable debe tener soportes a intervalos no mayores a 15 centímetros.

b) Propagación del fuego y de productos de combustión. La instalación debe estar de acuerdo con lo indicado en 300-21.

c) Letreros. Debe colocarse un letrero permanente en la charola portacables a intervalos no mayores a 6.00 metros. El letrero debe decir "**Charola portacables para máquinas soldadoras solamente**".

ARTÍCULO 640**EQUIPOS DE PROCESAMIENTO, AMPLIFICACIÓN Y REPRODUCCIÓN DE SEÑALES DE AUDIO****Parte A. Disposiciones generales****640-1. Alcance**

a) Aplicación. Este Artículo cubre al equipo y al alambrado utilizado para la generación, grabación, procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio; distribución de sonido; voiceo al público; sistemas de entrada de discursos; instalación de sistemas de audio temporales; órganos electrónicos y otros instrumentos musicales electrónicos. También se incluyen los sistemas de audio tratados en el Artículo 517, Parte F y los Artículos 518, 520, 525 y 530

NOTA: Ejemplos de ubicaciones con sistemas distribuidos de audio instalados permanentemente son, pero no se limitan a, restaurantes, hoteles, oficinas, centros comerciales y tiendas al detalle, iglesias y escuelas. En ubicaciones con equipo instalado tanto permanente como portátil se incluyen, pero no se limitan a, las residencias, auditorios, teatros, estadios y estudios de cine y televisión. Entre las instalaciones temporales se hallan, pero no se limitan a, los auditorios, teatros, estadios (los que tienen sistemas instalados temporales y permanentes) y los eventos al aire libre tales como ferias, festivales, circos, eventos públicos y conciertos.

b) No aplica. Este artículo no trata sobre la instalación y cableado de dispositivos de señalización de alarmas de incendio y robo.

640-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo, se aplican las siguientes definiciones.

Altavoz. Equipo que convierte una señal eléctrica de corriente alterna en una señal acústica. El término parlante se emplea comúnmente para significar altavoz.

Amplificador o preamplificador de audio. Equipo electrónico que incrementa la corriente o la tensión, o ambas, potencial de una señal de audio con el fin de ser usado por otra parte del equipo de audio. Amplificador es el término empleado para denotar un amplificador de audio dentro de este Artículo.

Autotransformador de audio. Transformador con un solo bobinado y derivaciones múltiples para emplearse con una señal de salida de altavoz amplificador.

Bastidor del equipo. Armazón para el soporte o el envoltorio, o ambos, del equipo. Puede ser portátil o estacionario. Ver Apéndice B.

Cable abandonado de distribución de audio. Cable instalado de distribución de audio que no termina en un equipo y no está identificado para su uso futuro con una etiqueta.

Equipo de procesamiento de señales de audio. Equipo operado eléctricamente que produce o procesa, o ambos, señales electrónicas que, cuando se amplifican y reproducen de forma adecuada mediante un altavoz, producen una señal acústica dentro del rango de la audición humana normal (por lo general 20-20 kHz). Dentro de este Artículo, se asume que los términos equipo y equipo de audio son equivalentes a equipo de procesamiento de señales de audio.

NOTA: Este equipo incluye, pero no se limitan a entre otros, altavoces, audífonos, preamplificadores, micrófonos, y sus fuentes de alimentación; mezcladores, equipo MIDI (de interfaz digital de instrumentos musicales, Musical instrument digital interface) u otros sistemas digitales de control, ecualizadores, compresores y otros equipos de procesamiento de señales de audio; grabación de medios auditivos y equipo de reproducción incluyendo tornamesas, tocantinas y tocadiscos (en audio y multimedia), sintetizadores, generadores de tonos y órganos electrónicos. Los órganos y los sintetizadores electrónicos pueden tener amplificación y altavoces integrales o separados. Con excepción de las salidas del amplificador, prácticamente todo este equipo se emplea para procesar señales (empleando técnicas análogas o digitales) que tengan niveles inofensivos de tensión o corriente.

Equipo Portátil. Equipo alimentado con cordones o cables portátiles, previsto para moverlo de un lugar a otro.

Equipo temporal. Alambrado y equipos portátiles proyectados para emplearse en eventos de naturaleza transitoria o temporal donde se presume que todo el equipo se va a retirar al concluir el evento.

Mezclador. Equipo empleado para combinar e igualar el nivel de una multiplicidad de señales electrónicas, tales como las provenientes de los micrófonos, instrumentos electrónicos y grabadoras de audio.

Potencia máxima de salida. La potencia máxima de salida entregada por un amplificador a su carga nominal según se determina bajo condiciones de prueba especificadas. Esta puede sobrepasar la potencia nominal de salida del fabricante para el mismo amplificador.

Potencia nominal de salida. La potencia de salida marcada o establecida por el fabricante del amplificador, en su carga nominal.

Sistema de audio. Dentro de este Artículo, es la totalidad del equipo y alambrado de interconexión empleado para fabricar un sistema completamente funcional de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio.

Tensión nominal de salida. Para amplificadores de audio del tipo de tensión constante, es la tensión nominal de salida cuando el amplificador está entregando su potencia nominal plena. La tensión nominal de salida se emplea para determinar la salida acústica aproximada en sistemas de altavoces distribuidos que por lo general emplean transformadores de igualación de impedancia. Las tensiones nominales típicas son 25 volts, 70.7 volts y 100 volts.

640-3. Ubicaciones y otros Artículos. Los circuitos y el equipo deben cumplir con los incisos (a) hasta (m), según aplique.

a) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Se debe aplicar 300-21.

b) Ductos, *plenum* y otros espacios para manejo de aire. Se debe aplicar la sección 300-22(b) a los circuitos y equipos instalados en ductos específicamente fabricados para aire ambiental. Se debe aplicar la sección 300-22(c) a los circuitos y equipos instalados en otros espacios empleados para aire ambiental (*plenums*).

Excepción 1: Se permitirá instalar cables Clase 2 y Clase 3 de acuerdo con la sección 725-135(b) y la Tabla 725-154, en ductos especialmente fabricados para aire ambiental.

Excepción 2: Se permitirá instalar cables Clase 2 y Clase 3 de acuerdo con la sección 725-135(c) y la Tabla 725-154, en espacios empleados para aire ambiental(*plenums*).

c) Charolas portacables. Las charolas portacables y los sistemas de charolas portacables deben instalarse de acuerdo con el Artículo 392.

NOTA: Con respecto al uso de cable Clase 2, Clase 3 y del tipo PLTC en charolas portacables, ver 725-135(h), 725-136(g) y la Tabla 725-154.

d) Lugares (clasificados) peligrosos. El equipo empleado en lugares (clasificados) peligrosos debe cumplir con los requisitos aplicables del Capítulo 5.

e) Sitios de reunión. El equipo empleado en sitios de reunión debe cumplir con las disposiciones del Artículo 518.

f) Teatros, áreas para el público en estudios de cine y televisión y lugares similares. El Equipo empleado en teatros, áreas para el público en estudios de cine y televisión y los lugares similares deben cumplir con las disposiciones del Artículo 520.

g) Carnavales, circos, ferias y eventos similares. El equipo empleado en carnavales, circos, ferias y eventos similares debe cumplir con las disposiciones del Artículo 525.

h) Estudios de cine y televisión. El equipo empleado en estudios de cine y televisión debe cumplir con las disposiciones del Artículo 530.

i) Albergas, fuentes y lugares similares. El equipo de audio empleado en las albergas, fuentes y ubicaciones similares, o cerca de tales lugares, debe cumplir con las disposiciones del Artículo 680.

j) Sistemas combinados. Cuando se permita la combinación de sistemas de audio para llamado por altavoces o música, o ambos, con sistemas de alarma contra incendios, el alambrado deberá cumplir con las disposiciones del Artículo 760.

NOTA: En cuanto a los requisitos de instalación de tales sistemas combinados ver Apéndice B.

k) Antenas. El equipo empleado en sistemas de audio que contenga un sintonizador de audio o video y una entrada de antena debe cumplir con las disposiciones del Artículo 810. El alambrado diferente al de la antena que conecta dicho equipo a otro equipo de audio debe cumplir con las disposiciones de este Artículo.

l) Generadores. Los generadores se deben instalar de acuerdo con 445-10 hasta 445-12, 445-14 hasta 445-16 y 445-18. La puesta a tierra de los generadores portátiles y montados en vehículos se debe hacer de acuerdo con 250-34.

m) Órganos de tubo. La incorporación de órganos de tubos a órganos electrónicos debe hacerse de acuerdo con 650-4 hasta 650-9.

640-4. Protección del equipo eléctrico. Los amplificadores, altavoces y otros equipos deben ubicarse o resguardarse de modo que se protejan contra la exposición a la intemperie o contra daños físicos tales que puedan provocar un incendio, choque eléctrico o riesgo a las personas.

640-5. Acceso a equipo eléctrico atrás de los tableros diseñados para permitir dicho acceso. No se debe obstaculizar el acceso al equipo, por la acumulación de alambres y cables que impidan la remoción de los paneles, incluso los del plafón suspendido.

640-6. Ejecución mecánica del trabajo

a) Instalación de los cables de distribución de audio. Los cables instalados expuestos sobre la superficie de plafones y paredes laterales se deben soportar de forma tal que los cables de distribución de audio no se deterioren debido al uso normal del edificio. Dichos cables se deben sujetar con correas, grapas, amarres de cable, soportes colgantes o accesorios similares diseñados e instalados de manera que no dañen el cable. La instalación se debe hacer de acuerdo con 300-4 y 300-11(a).

b) Cables abandonados de distribución de audio. Se debe retirar la parte accesible de los cables abandonados de distribución de audio.

c) Cable de distribución de audio instalado e identificado para uso futuro

1) Los cables identificados para uso futuro deben estar marcados con una etiqueta con durabilidad suficiente para soportar las condiciones ambientales implicadas.

2) Las etiquetas de los cables deben tener la siguiente información:

- (1) La fecha en la cual se identificó el cable para uso futuro.
- (2) Fecha proyectada de uso.
- (3) Información relacionada con el uso futuro proyectado del cable.

640-7. Puesta a tierra

a) Generalidades. Los ductos y los canales auxiliares deben estar conectadas a uno o varios conductores de puesta a tierra de equipos, a un puente de unión de equipos o al conductor puesto a tierra, cuando así lo permitan o exijan 250-92(b)(1) ó 250-142. Cuando el ducto o canal auxiliar no contenga alambres de alimentación, no se exigirá que el conductor de puesta a tierra de equipos sea más grande que el tamaño 2.08 mm² (14 AWG) de cobre o su equivalente. Cuando el ducto o canal auxiliar contenga alambres de alimentación, el conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor que el especificado en 250-122.

b) Sistemas derivados separados con 60 volts a tierra. La puesta a tierra de sistemas derivados separados con 60 volts a tierra debe realizarse de acuerdo con 647-6.

c) Contactos de puesta a tierra aislada. Se permitirán los contactos del tipo de puesta a tierra aislada como se describe en 250-146(d) y para la implementación de otros sistemas técnicos de potencia en conformidad con el Artículo 250. Para sistemas derivados separados con 60 volts a tierra, el conductor de puesta a tierra de equipos del circuito derivado debe conectarse de la manera exigida en 647-6(b).

NOTA: Ver 406-3(d) para información referente a contactos del tipo de puesta a tierra y la identificación exigida.

640-8. Agrupación de conductores. Los conductores aislados de distintos sistemas, juntos o atados de modo que permanezcan en contacto físico muy estrecho entre sí, en la misma canalización u otro envolvente o en cordones o cables portátiles, deben cumplir los requisitos de 300-3(c)(1).

640-9. Métodos de alambrado**a) Alambrado hacia y entre equipos de audio**

1) Alambrado de alimentación. El alambrado y el equipo desde la fuente de alimentación hasta y entre los dispositivos conectados a los sistemas de alambrado de los inmuebles, deben cumplir con los requisitos de los Capítulos 1 al 4, excepto lo que se modifique en este Artículo.

2) Sistemas de alimentación derivados separados. Los sistemas derivados separados deben cumplir con los Artículos aplicables de esta NOM, excepto lo que se modifique en este Artículo. Se permitirá emplear los sistemas derivados separados con 60 volts a tierra en instalaciones de sistemas de audio como se especifica en el Artículo 647.

3) Otros alambrados. Todo alambrado no conectado al sistema de alambrado de los inmuebles o a un sistema de alambrado derivado separado del sistema de alambrado de los inmuebles debe cumplir con el Artículo 725.

b) Alambrado de alimentación auxiliar. El equipo que tiene una entrada separada para una alimentación auxiliar debe alambrarse de acuerdo con el Artículo 725. La instalación de baterías debe estar de acuerdo con el Artículo 480. Esta sección no se aplica al empleo de equipo de sistemas ininterrumpibles de alimentación ni a otras fuentes de alimentación, proyectadas para actuar como reemplazo directo de la fuente primaria de alimentación y que están conectadas al circuito primario de alimentación.

NOTA: Cuando se emplee un equipo para un sistema de alarma contra incendios, ver Apéndice B.

c) Alambrado de salida y aprobado de amplificadores. Se permitirá que los amplificadores con circuitos de salida que transportan señales de programas de audio empleen alambrado de Clase 1, Clase 2 o Clase 3 cuando el amplificador esté aprobado y marcado para una clase específica del método de alambrado. Dicho Marcado debe garantizar que la salida de energía sea equivalente al riesgo de choque e incendio de la misma clase como se establece en el Artículo 725. Debe proveerse protección contra sobrecorriente y se permitirá que ésta sea parte del amplificador.

Los circuitos de salida del amplificador de audio alambrados como Clase 1, se deben considerar equivalentes a los circuitos de Clase 1 y se deben instalar de acuerdo con 725-46, cuando aplique.

Los circuitos de salida de amplificadores de audio alambrados como Clase 2 o Clase 3, se deben considerar equivalentes a los circuitos de Clase 2 o Clase 3 respectivamente. Estos circuitos deben utilizar conductores aislados cumpliendo los requisitos de 725-179, y se deben instalar de acuerdo con 725-133 y 725-154.

d) Uso de transformadores de audio y autotransformadores. Los transformadores de audio y autotransformadores sólo deben emplearse para señales de audio y de manera que no se sobrepasen los valores de tensión de entrada o de salida, impedancia o limitaciones de potencia establecidos por el fabricante. Se permitirá que los alambres de entrada o de salida de los transformadores de audio o autotransformadores se conecten directamente a los terminales del amplificador o del altavoz. No se exigirá que las terminales o puntas sean puestas a tierra o unidas.

640-10. Sistemas de audio cercanos a cuerpos de agua. Los sistemas de audio cercanos a cuerpos de agua ya sean naturales o artificiales, deben sujetarse a las restricciones especificadas en los incisos (a) y (b).

Excepción: Esta sección no incluye sistemas de audio destinados para emplearse en botes, yates u otras formas de transporte acuático o terrestre usados cerca de cuerpos de agua, ya sean alimentados o no por un circuito derivado.

NOTA: Ver 680-27(a) para la instalación de equipo de audio bajo el agua.

a) Equipo alimentado por un circuito derivado de potencia. El equipo de un sistema de audio alimentado por un circuito derivado de potencia no debe colocarse horizontalmente dentro de una distancia de 1.50 metros de la pared interior de una alberca, spa, bañera térmica o fuente, ni a una distancia menor de 1.50 metros de la marca de la marea alta. El equipo debe estar alimentado por un circuito derivado de fuerza protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra cuando así lo exijan otros Artículos.

b) Equipo no alimentado por un circuito derivado de potencia. El equipo de un sistema de audio alimentado por una fuente clasificada de Clase 2 o por la salida de un amplificador marcado para permitir alambrado de Clase 2 debe restringirse en cuanto a su ubicación únicamente por las recomendaciones del fabricante.

NOTA: La ubicación de la fuente de alimentación o del amplificador, si es alimentada por un circuito derivado de potencia, debe cumplir con 640-10(a).

Parte B. Instalaciones permanentes de sistemas de audio.**640-21. Uso de cordones y cables flexibles**

a) Entre el equipo y el circuito derivado de fuerza. Los cordones de alimentación para equipos de audio deben ser adecuados para ese uso y se permitirá emplearlos donde se facilite el intercambio, el mantenimiento o la reparación de dicho equipo usando un cordón de alimentación.

b) Entre altavoces y amplificadores o entre altavoces. Los cables empleados para conectar los altavoces entre sí o a un amplificador deben cumplir con lo dispuesto en el Artículo 725. Se permitirán otros ensambles y tipos de cables, incluyendo las comunicaciones opcionales híbridas, señales y cables compuestos de fibra óptica.

c) Entre equipos. Los cables empleados para la distribución de señales de audio entre equipos deben cumplir con el Artículo 725. Se permitirán otros ensambles y tipos de cables, incluyendo las comunicaciones opcionales híbridas, señales y cables compuestos de fibra óptica. Se permitirán otros tipos de cables y ensambles especificados por el fabricante del equipo como aceptables para su uso, de acuerdo con 110-3(b).

NOTA: Ver la sección 770-3 para la clasificación de los cables de fibra óptica compuestos.

d) Entre el equipo y fuentes de alimentación diferentes de los circuitos derivados de potencia. Las siguientes fuentes de alimentación, diferentes de los circuitos derivados de fuerza, se deben instalar y alambra entre los equipos, de acuerdo con los requisitos de esta NOM para la tensión y potencia entregada:

- (1) Baterías de acumuladores
- (2) Transformadores
- (3) Transformadores con rectificadores
- (4) Otras fuentes de alimentación de corriente alterna o corriente continua.

NOTA: Para algunos equipos, baterías y transformadores sirven como la única fuente de alimentación. Estos equipos podrían, a su vez, alimentarse de forma continua o intermitente por un circuito derivado de fuerza.

e) Entre los bastidores del equipo y los sistemas de alambrado de los inmuebles. Se permitirán cordones y cables flexibles para la conexión eléctrica de los bastidores de equipo instalado en forma permanente con el sistema de alambrado de los inmuebles para facilitar el acceso al equipo o con el propósito de aislar físicamente el sistema técnico de potencia del bastidor de la tierra de los inmuebles. La conexión debe realizarse empleando clavijas y contactos o mediante conexión directa dentro de un envolvente. Los cordones y cables flexibles no deben someterse a manipulación física o al abuso mientras el bastidor se encuentre en uso.

640-22. Alambrado de bastidores de equipo y envolventes. Los bastidores del equipo y los envolventes metálicos deben estar puestos a tierra y unidos. No se exigirá unión si el bastidor está conectado a una puesta a tierra técnica de potencia.

Los alambres, cables, componentes estructurales u otro equipo deben ubicarse de tal manera que no impidan el acceso razonable a los interruptores de potencia del equipo y a los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito que puedan restablecerse o reemplazarse.

Los cordones o cables de alimentación, si se emplean, deben terminar dentro del envolvente del bastidor del equipo en un ensamble de conector identificado. Los cordones o cables de alimentación (y el ensamble del conector, si se usa) deben tener la suficiente ampacidad para conducir la carga total conectada al bastidor del equipo y deben protegerse mediante dispositivos contra sobrecorriente.

640-23. Conduit o tubería

a) Número de conductores. El número de conductores permitidos en un solo conduit o tubería no debe exceder el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

b) Tubo conduit o tubería no metálica y pasacables de aislamiento. Se permitirá el empleo de conduit o de tubería no metálica y de pasacables de aislamiento cuando se utilice un sistema técnico de potencia y debe cumplir con los Artículos aplicables.

640-24. Canalizaciones, canales y canales auxiliares. Se permitirá el empleo de canalizaciones, canales y canales auxiliares metálicos y no metálicos para uso con conductores de señales de audio, los que deben cumplir con los Artículos aplicables con respecto a las ubicaciones permitidas, construcción y porcentaje de ocupación.

640-25. Instalación de altavoces en divisiones, paredes y plafones clasificados como resistentes al fuego. Los altavoces instalados en una división, pared o plafón, clasificados como resistentes al fuego deben estar aprobados para dicho propósito o instalarse en un envoltorio o alojamiento que mantenga la clasificación de resistencia al fuego.

NOTA: Construcción clasificada contra el fuego es la clasificación de resistencia al fuego empleada en normas de construcción. Un método para determinar la clasificación de resistencia al fuego es la prueba de acuerdo con, ver Apéndice B.

Parte C. Instalaciones portátiles y temporales de sistemas de audio

640-41. Conectores del cable de un circuito derivado multipolar. Los conectores para cable de circuito derivado multipolar, macho y hembra, para los cordones y cables de alimentación deben construirse de modo que la tensión mecánica en el cordón o cable no se transmita a las conexiones. La mitad hembra del conector debe fijarse al lado carga del cordón o cable de alimentación. El conector se debe especificar en amperes y estar diseñado de modo que no se puedan conectar entre sí dispositivos de valor nominal diferente. Los conectores multipolares de corriente alterna deben estar polarizados y deben cumplir con las disposiciones de 406-7(a) y (b) y 406-10. Los conectores multipolares de corriente alterna o de corriente continua empleados para la conexión entre altavoces y amplificadores, o entre altavoces, no deben ser compatibles con los conectores con capacidad nominal de 15 ó 20 amperes que no son de seguridad y designados para circuitos derivados de fuerza, ni con conectores con valor nominal de 250 volts o más y de cualquiera de los dos tipos, de seguridad o no. No se permitirá que el cableado para señales, no proyectado para la interconexión de altavoces y amplificadores sea compatible con los conectores del cable de un circuito derivado multipolar de cualquier configuración aceptada.

NOTA: Ver 400-10 para jalado en las terminales.

640-42. Uso de cordones y cables flexibles

a) Entre el equipo y el circuito derivado de fuerza. Los cordones de alimentación para equipos de audio deben ser adecuados para ese uso y se permitirá emplearlos donde se facilite el intercambio, el mantenimiento o la reparación de dicho equipo usando un cordón de alimentación.

b) Entre altavoces y amplificadores o entre altavoces. La instalación de cordones flexibles y cables empleados para conectar los altavoces entre sí o a un amplificador deben cumplir con lo dispuesto en la Parte A del Artículo 400 y las Partes A, B, C y D del Artículo 725 respectivamente. Se permitirán también los cordones y cables listados para uso portátil, ya sea de uso rudo o extra rudo, según se define en el Artículo 400. Se permitirán otros ensambles y tipos de cables, incluyendo las comunicaciones opcionales híbridas, señales y cables compuestos de fibra óptica.

c) Entre equipos y/o entre los bastidores de los equipos. La instalación de cordones flexibles y cables empleados para la distribución de señales de audio entre equipos deben cumplir con lo dispuesto en las Partes A y B del Artículo 400 y las Partes A, B, C y D del Artículo 725 respectivamente. Se permitirán también los cordones y cables listados para uso portátil, ya sea de uso rudo o extra rudo, según se define en el Artículo 400. Se permitirán otros ensambles y tipos de cables, incluyendo las comunicaciones opcionales híbridas, señales y cables compuestos de fibra óptica.

d) Entre el equipo, bastidores de equipos y fuentes de alimentación diferentes de los circuitos derivados de potencia. Las siguientes fuentes de alimentación, diferentes de los circuitos derivados de fuerza, se deben instalar y alambrear entre los equipos, de acuerdo con los requisitos de esta NOM para la tensión y potencia entregada:

- (1) Baterías de acumuladores
- (2) Transformadores
- (3) Transformadores con rectificadores
- (4) Otras fuentes de alimentación de corriente alterna o corriente continua.

e) Entre los bastidores del equipo y el circuito derivado de alimentación. La alimentación a un bastidor de un equipo portátil debe realizarse mediante cordones o cables de uso extrapesado, como se define en la Tabla 400-4. Para uso temporal o portátil en exteriores, los cordones o cables deben estar aprobados, además, como adecuados para lugares mojados y resistentes a la luz solar. Las secciones 520-5, 520-10 y 525-3 se deben aplicar, según corresponda, cuando existan las siguientes condiciones:

- (1) Cuando el bastidor del equipo incluya equipo de audio e iluminación y/o equipos de fuerza.
- (2) Cuando se usan o construyen extensiones de cable, adaptadores y ensambles de desconexión.

640-43. Alambrado de los bastidores del equipo. Los bastidores del equipo fabricados de metal deben estar puestos a tierra y unidos. Los bastidores no metálicos con cubiertas (si las hay) removidas no deben permitir el acceso al alambrado Clase 1, Clase 3 o a la alimentación del circuito primario sin la remoción de las cubiertas sobre los terminales o el uso de herramientas.

Los alambres, cables, componentes estructurales u otros equipos deben ubicarse de tal manera que no impidan el acceso razonable a los interruptores de alimentación del equipo y a los dispositivos, que pueden restablecerse o remplazarse, de protección contra sobrecorriente del circuito.

El alambrado que sale del bastidor del equipo para conectarse a otro equipo o a una fuente de alimentación debe estar libre de tensión mecánica o terminar adecuadamente de forma tal que un jalón al cordón o cable no incremente el riesgo de daño al cable o al equipo conectado, como un riesgo de incendio o choque eléctrico sin razón.

640-44. Protección ambiental del equipo. Se permitirá equipo portátil para uso en exteriores sólo cuando se cuente con adecuada protección para el equipo contra las condiciones climáticas adversas, para prevenir el riesgo de incendio o choque eléctrico. Cuando el sistema esté pensado para permanecer en funcionamiento con clima adverso, se deben hacer los arreglos necesarios para mantener la operación y ventilación del equipo disipador de calor.

640-45. Protección del alambrado. Cuando estén accesibles al público, los cordones y cables flexibles tendidos sobre la tierra o sobre el piso deben cubrirse con tapetes no conductivos. Los cables y tapetes deben arreglarse de modo que no presenten peligro de tropiezos. El requisito de cubrir los cables de 300-5 no aplica a cables enterrados.

640-46. Acceso al equipo. El equipo con posibilidad de presentar riesgo de incendio, choque eléctrico o daño físico al público debe protegerse mediante barreras o supervisarse por personal calificado de modo que se prevenga el acceso del público.

ARTÍCULO 645

EQUIPO DE TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

645-1. Alcance. Este Artículo incluye equipo, alambrado de alimentación, alambrado de interconexión de equipos y puesta a tierra de equipo de tecnología de la información y de los sistemas en la sala de equipos de tecnología de la información.

645-2. Definiciones

Circuitos de alimentación y cables de interconexión abandonados. Circuitos de alimentación y cables de interconexión instalados que no terminan en un equipo y no están identificados para uso futuro con una etiqueta.

Sistema de datos operacionales críticos. Un sistema de equipo de tecnología de la información que requiere operar continuamente por razones de seguridad pública o continuidad de los negocios.

Sala de equipo de tecnología de la información. Un cuarto dentro del área de equipo de tecnología de la información, que contiene el equipo de tecnología de la información.

Control de desconexión remoto. Un circuito y un dispositivo que controlan el medio de desconexión principal por medio de un relevador o un aparato equivalente.

Zona. Un área físicamente identificable (separada por barreras o por distancia) donde se ubica la sala de equipo de tecnología de la información, con sistemas dedicados de fuerza y enfriamiento para los sistemas y el equipo de tecnología de la información.

645-3. Otros Artículos. Los Circuitos y equipos deben cumplir con los incisos (a) hasta (i), según corresponda.

a) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Se deben aplicar las secciones 300-21, 770-26, 800-26 y 820-26 a penetraciones de los límites de la sala resistente al fuego.

b) Alambrado y cableado en otros espacios empleados para aire ambiental (*Plenums*). Las siguientes secciones y tablas se aplican para el alambrado y cableado de otros espacios empleados para aire ambiental (*plenums*) encima de una sala de equipo de tecnología de la información:

(1) Métodos de alambrado: 300-22(c)(1)

(2) Cables Clase 2, Clase 3 y PLTC: 725-135(c) y Tabla 725-154

(3) Sistema de alarma contra incendio: 760-53(b)(2), 760-135(c), y la Tabla 760-154

(4) Cables de fibra óptica: 770-113(c) y la Tabla 770-154(a)

(5) Circuitos de comunicación 800-113(c) y las Tablas 800-154(a), (b) y (c)

(6) Sistemas CATV y de distribución de radio: 820-113(c) y la Tabla 820-154(a).

c) Puesta a tierra y unión. Los miembros conductivos, que no llevan corriente, de los cables de fibra óptica dentro de una sala de equipo de tecnología de la información, deben ser puestos a tierra y unidos de acuerdo con 770-114.

d) Clasificación eléctrica de circuitos de datos. Se debe aplicar lo establecido en 725-121(a)(4) a los circuitos de señalización del equipo de tecnología de la información. Las secciones 725-139(d)(1) y 800-133(a)(1)(c) se deben aplicar a los circuitos clasificados como Clase 2 y Clase 3 que lleven circuitos de comunicación en el mismo cable.

e) Cables y equipos de alarma de incendio. Se deben aplicar las Partes A, B y C del Artículo 760 en la instalación de cables y equipos de los sistemas de alarma de incendio instalados en la sala de equipos de tecnología de la información. Solamente se permitirá la instalación de cables y equipos aprobados de acuerdo con la Parte D del Artículo 760 en la sala de equipos de tecnología de la información. Sólo se permitirán los cables de alarma de fuego aprobados en la Parte D del Artículo 760 y los equipos de alarma de incendio aprobados para ser instalados en una sala de equipos de tecnología de la información.

f) Organizadores de cables, alambres, cables, canalizaciones y equipos de comunicaciones. Se deben aplicar las Partes A, B, C, D y E del Artículo 800 a los organizadores de cables, alambres, cables, canalizaciones y equipos de comunicaciones instalados en una sala de equipos de tecnología de la información. Únicamente los alambres y cables de comunicaciones aprobados de acuerdo con la sección 800-179, los organizadores de cables y las canalizaciones de comunicaciones aprobadas de acuerdo con la sección 800-182, y los equipos de comunicaciones aprobados de acuerdo con la sección 800-170 se permitirán instalar en una sala de equipos de tecnología de la información. El Artículo 645 se debe aplicar para la alimentación del equipo de comunicaciones en la sala de equipamiento de tecnología de la información.

g) Cables y equipos de sistemas comunitarios de antena de televisión y distribución de radio. Se deben aplicar las Partes A, B, C, D y E del Artículo 820 a los equipos de sistemas comunitarios de antena de televisión y distribución de radio instalados en una sala de equipos de tecnología de la información. Solamente se permitirá la instalación de cables de antenas comunitarios de televisión y de distribución de radio aprobados de acuerdo con 820-179 y equipos CATV en la sala de equipos de tecnología de la información. El Artículo 645 se debe aplicar para la alimentación del equipo de sistemas comunitarios de antena de televisión y distribución de radio instalados en una sala de equipos de tecnología de la información.

h) Cables de fibra óptica. Solamente se permitirá instalar en la sala de equipos de tecnología de la información, cables de fibra óptica aprobados de acuerdo con el Artículo 770-179.

i) Cables que no terminen en la sala de equipos de tecnología de la información. Los cables que se extiendan más allá de la sala de equipos de tecnología de la información están sujetos a los requerimientos aplicables de esta NOM.

645-4. Requisitos especiales de las salas de equipos de tecnología de la información. Se permite aplicar este Artículo para proporcionar métodos alternativos de alambrado a las disposiciones del Capítulo 3 y las Partes A y C del Artículo 725 para alambrado de señalización y las Partes A y E del Artículo 770 para el cableado de fibra óptica, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (1) Se proporcionen medios de desconexión que cumplan con lo especificado en 645-10.
- (2) Se proporcione un sistema separado de calefacción/ventilación/aire acondicionado (HVAC siglas de su nombre en inglés heating/ventilating/air-conditioning) en uno de los métodos identificados en a y b siguientes:
 - a) Un sistema HVAC separado, dedicado para uso de los equipos de tecnología de la información y que esté separado de otras áreas del edificio, o
 - b) Un sistema HVAC que alimente a otras ocupaciones y cumpla con todos los siguientes requisitos:
 - i. También se utilice en la sala de equipos de tecnología de la información,
 - ii. Provea compuertas contra fuego y humo en el punto de entrada del límite de la sala
 - iii. Ponga en funcionamiento las compuertas ante la activación por parte de las alarmas de detectores de humo, por el funcionamiento de los medios de desconexión requeridos en la sección 645-10 o ambos.
- (3) Todos los equipos de tecnología de la información y de comunicaciones que se instalen en la sala estén aprobados.

- (4) La sala esté ocupada únicamente por y accesible solamente al personal necesario para el funcionamiento y mantenimiento de los equipos de tecnología de la información instalados.
- (5) La sala esté separada de otras ocupaciones por paredes, pisos y techos resistentes al fuego y con sus aberturas protegidas.
- (6) Sólo están instalados en la sala, el alambrado y el equipo eléctrico asociado con la operación de la sala de equipos de tecnología de la información.

NOTA: Sistemas HVAC, de comunicaciones y de monitoreo, tales como: teléfono, sistemas de alarmas de fuego, sistemas de seguridad, sistemas de detección de agua y otros equipos de protección son ejemplos de equipos asociados con la operación de las salas de tecnologías de la información.

645-5. Circuitos de alimentación y cables de interconexión

a) Conductores de circuitos derivados. Los conductores de los circuitos derivados, que alimenten a una o más unidades de un sistema de equipos de tecnología de la información deben tener una ampacidad no menor que 125 por ciento de la carga total conectada.

b) Cables de alimentación de fuerza. Se permite que los equipos de tecnología de la información estén conectados a un circuito derivado por un cable de alimentación de fuerza.

- (1) Los cables de alimentación de fuerza no deben ser más largos que 4.50 metros.
- (2) Los cables de fuerza deben ser aprobados y de un tipo permitido para usarse en equipos aprobados de tecnología de la información o debe ser construido con cordones flexibles aprobados y con enchufe y clavija aprobados y con conectores aprobados del tipo permitido para equipo de tecnología de la información.
- (3) Conjunto cordones. Cuando se instalen sobre la superficie del suelo deben ser de tipo protegido contra daño físico.

c) Cables de interconexión. Se permite que unidades separadas de equipos de tecnología de la información sean interconectadas entre sí por medio de cables y ensambles de cables aprobados para ese propósito. La limitación de 4.50 metros de 645-5(b) no aplica para los cables de interconexión.

d) Protección física contra daños. Cuando estén expuestos, los circuitos de suministro y los cables de interconexión deberán protegerse contra daños físicos.

e) Bajo pisos falsos. Cuando el área bajo el piso es accesible y las aberturas minimizan la entrada de escombros debajo del piso, se permitirá que los cables de fuerza, cables de comunicaciones, cables de conexión, cables de conexión, cables de interconexión, conexiones con enchufe y clavija y contactos asociados con los equipos de tecnología de la información, estén debajo de pisos falsos cuando se cumplan las siguientes condiciones:

(1) Requerimientos para la instalación de los conductores de suministro de los circuitos derivados de bajo del piso falso.

(a) Los conductores de alimentación deben estar instalados de acuerdo con los requerimientos del Artículo 300-11.

(b) Además de los métodos de cableado de la sección 300-22(c), también se permiten los siguientes:

- 1) tubo conduit metálico pesado Tipo RMC
- 2) tubo conduit rígido de cloruro de polivinilo
- 3) tubo conduit metálico semipesado Tipo IMC
- 4) tubo conduit metálico ligero Tipo EMT
- 5) tubo conduit no metálico Tipo ENT
- 6) ductos metálicos
- 7) ductos no metálicos
- 8) canalizaciones metálicas superficiales
- 9) canalizaciones no metálicas superficiales
- 10) tubo conduit metálico flexible
- 11) tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos
- 12) tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos

- 13) Cable Tipo MI
- 14) Cable Tipo MC
- 15) Cable Tipo AC
- 16) Cajas y envoltentes asociadas metálicas y no metálicas
- 17) Cables de fuerza y control para charola Tipo TC

(2) Requerimientos para los cables de suministro eléctrico, cables de datos, cables para interconectar y conductores de puesta a tierra bajo pisos falsos. Se permite instalar bajo pisos falsos los siguientes cordones, cables y conductores:

- 1) Los cables de alimentación de los equipos de tecnología de la información de acuerdo con 645-5(b).
- 2) Cables de interconexión dentro de una canalización
- 3) Conductores de puesta a tierra de equipos
- 4) Además del cableado instalado de acuerdo con la sección 725-135(c) se permitirá instalar los cables Tipos CL2R, CL3R, CL2 y CL3 y sustituir cables incluyendo CMP, CMR, CM, CMG y LSOH instalados de acuerdo con la sección 725-154(a), bajo pisos falsos.

Nota: La figura 725-154(a) ilustra la jerarquía de sustitución de cables para los cables Clase 2 y Clase 3.

- 5) Cables Tipo DP con características de resistencia al fuego que los hagan adecuados para usarlos bajo pisos falsos en salas de equipos de tecnología de la información.

(3) Requisitos de instalación para cables de fibra óptica bajo un piso falso. Adicionalmente a los cables de fibra óptica instalados de acuerdo con la sección 770-113(c), se permite la instalación bajo pisos falsos de los cables Tipos OFNR, OFCR, OFN, OFC y LSOH.

f) Aseguramiento en el lugar. No se requiere que se fijen en su lugar los cables de fuerza, cables de comunicaciones, cables de conexión e interconexión, cajas, conectores y contactos asociados, cuando estén aprobados como parte de o para, equipos de tecnología de la información cuando se instalen bajo pisos falsos.

Nota: Los requisitos para el aseguramiento de canalizaciones y cables no aprobados como parte de, o para, equipamiento de tecnología de la información se encuentran en la sección 300-11.

g) Circuitos de alimentación y cables de interconexión abandonados. La parte accesible de los circuitos de alimentación y de los cables de interconexión abandonados se deben retirar, a menos que estén dentro de una canalización.

h) Circuitos de alimentación y cables de interconexión instalados e identificados para uso futuro.

- (1) Los circuitos de alimentación y los cables de interconexión identificados para uso futuro deben estar marcados con una etiqueta con durabilidad suficiente para soportar las condiciones ambientales del lugar.
- (2) Las etiquetas de los circuitos de alimentación y las etiquetas de los cables de interconexión deben tener la siguiente información:
 - a. La fecha cuando se identificó para uso futuro.
 - b. Fecha de uso prevista.
 - c. Información relacionada con el uso futuro previsto.

645-10. Medios de desconexión. Debe existir un medio de desconexión del suministro de energía para todo el equipo electrónico en la sala de equipos de tecnología de la información, o en las zonas designadas dentro de esa sala. Debe haber además un medio similar para desconectar el suministro de energía a todos los sistemas de calefacción/ventilación/aire acondicionado exclusivo para sirviendo la sala o en las zonas designadas y debe activar el cierre de todas las compuertas contra fuego/humo. Estos medios de desconexión deben implementarse como se permite en (a) o en (b) siguientes.

Excepción: Las instalaciones que cumplan las disposiciones del Artículo 685.

a) Controles de desconexión remota

1) Los controles de desconexión remota deben ser localizados en ubicaciones autorizadas para que en caso de fuego sean fácilmente accesibles al personal autorizado y a los cuerpos de emergencia.

2) Los medios de desconexión remota de la alimentación del equipo electrónico y de los sistemas de calefacción/ventilación/aire acondicionado deben estar agrupados e identificados. Se permite un medio único que controle a ambos, el sistema de equipo electrónico y el sistema HVAC. Y deben ser controlados desde un sitio accesible fácilmente en las principales puertas de salida.

3) Cuando sean creadas varias zonas dentro de la sala, cada zona debe tener los medios adecuados para confinar el fuego y los productos de la combustión dentro de esa zona.

4) Se permitirán medios adicionales para prevenir la operación accidental de los controles de desconexión remota.

b) Sistemas de datos de operaciones críticas. No serán requeridos controles de desconexión remota para Sistemas de datos operaciones críticas cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (1) Hay un procedimiento establecido y mantenido, para interrumpir la alimentación eléctrica y quitar la circulación de aire dentro de la sala o de la zona.
- (2) Personal calificado está disponible continuamente para asesorar a los cuerpos de emergencia y para explicarles de los métodos de desconexión.
- (3) Está instalado en el lugar un sistema de detección de fuego, sensitivo al humo.
- (4) Está instalado un sistema aprobado de supresión de incendios, adecuado para la aplicación en ese lugar
- (5) Cables instalados bajo el piso falso, que no sean del alambrado del circuito derivado y los cordones de fuerza instalados en cumplimiento con 645-5(e)(2) o (e)(3), o de acuerdo con la Tabla 645-10(b)(5).

Tabla 645-10(b)(5) Cables instalados debajo de los pisos elevados

Tipo de cable	Secciones aplicables
Circuitos derivados bajo pisos elevados	645-5(e)(1)
Cables de suministro de equipos de tecnología de la información	645-5(e)(2)(a), 300-22(c)
Cables de control remoto Clase 2 y Clase 3 y PLTC en otros espacios utilizados para aire ambiental (<i>plenums</i>)	725-135(c) y Tabla 725-154
Cables de fibra óptica en otros espacios utilizados para aire ambiental (<i>plenums</i>)	770-113(c) y Tabla 770-154(a)
Alambres y cables de comunicaciones, ensambles enrutadores de cable y canalizaciones de comunicaciones en otros espacios utilizados para aire ambiental (<i>plenums</i>)	800-113(c) y Tablas 800-154(a), (b), y (c)
Cable coaxial CATV y cables de distribución de radio en otros espacios utilizados para aire ambiental (<i>plenums</i>)	820-113(c) y Tabla 820-154(a)

645-11. Sistemas de energía ininterrumpible. Excepto para las instalaciones y construcciones tratadas en los incisos (1) o (2) siguientes, los sistemas de energía ininterrumpible instalados dentro de las salas de equipos de tecnología de la información, así como sus circuitos de alimentación y de salida, deben cumplir con lo establecido en 645-10. Los medios de desconexión también deben desconectar la carga de las baterías.

- (1) Instalaciones que clasifiquen bajo lo previsto en el Artículo 685.
- (2) Las fuentes de poder de 750 voltamperes o menos, derivados de un equipo de energía ininterrumpible o de circuitos de baterías integrados a un equipo electrónico.

645-14. Puesta a tierra del sistema. Los sistemas de energía derivados separados deben ser instalados de acuerdo con lo establecido en las disposiciones de las Partes A y B del Artículo 250. Los sistemas de energía derivados dentro de un equipo de tecnología de la información que alimentan a sistemas de tecnología de la información a través de contactos o ensambles de cables suministrados como parte de dichos equipos, no se deben considerar derivados separados a los fines de la aplicación de la sección 250-30.

645-15. Puesta a tierra y unión de equipos. Todas las partes metálicas expuestas, que no transporten corriente eléctrica, de un sistema de tecnología de la información, deben unirse al conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con lo indicado en las Partes A, B, C, D y E del Artículo 250 o deben tener doble aislamiento. Los sistemas de potencia derivados dentro de un equipo de tecnología de la información listado, que alimentan a sistemas de tecnología de la información a través de contactos o ensambles de cables suministrados como parte de dichos equipos, no se deben considerar como circuitos derivados separados con el fin de aplicar las disposiciones de 250-30. Cuando se instalan estructuras de referencia de señales, éstas se deben unir al conductor de puesta a tierra de equipos proporcionado para el equipo de tecnología de la información. Todo electrodo de puesta a tierra auxiliar instalado para un equipo de tecnología de la información debe ser instalado de acuerdo con lo establecido en la sección 250-54.

NOTA 1: El equipo aprobado proporciona la conexión de puesta a tierra requerida de acuerdo con la intención del Artículo 250.

NOTA 2: Cuando se utilicen contactos del tipo de puesta a tierra aislada, véase 250-146(d) y 406-3(d)

645-16. Marcado. Cada unidad de un sistema de tecnología de la información que vaya a ser alimentada por un circuito derivado debe estar provista de una placa de datos con el nombre del fabricante, tensión de suministro, frecuencia nominal y la máxima carga nominal (A).

645-17. Unidades de distribución de potencia. Se permitirá que las unidades de distribución de potencia usadas para equipos de tecnología de la información tengan tableros de distribución múltiples dentro de un solo gabinete si la unidad de distribución de potencia es un equipo de utilización aprobado para aplicación en tecnologías de la información.

645-18. Protección contra sobretensiones para sistemas de datos de operaciones críticas. Se proporcionará protección contra sobretensiones para sistemas de datos de operaciones críticas.

645-25. Supervisión de la ingeniería. Como una alternativa para los cálculos de las cargas del alimentador y de la acometida, requeridos en las Partes C y D del Artículo 220, debe permitirse que se apliquen los cálculos de las cargas del alimentador y de la acometida para cargas nuevas y existentes, si son llevados a cabo por personas calificadas y bajo la supervisión de ingenieros.

645-27. Coordinación selectiva. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los sistemas de datos para operaciones críticas deben estar coordinados de manera selectiva con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado de alimentación.

ARTÍCULO 646

CENTROS DE DATOS MODULARES

Parte A. Disposiciones generales

646-1. Alcance. Este artículo trata sobre los centros de datos modulares.

Nota: Los centros de datos modulares incluyen a los equipos de tecnología de la información (ITE, por sus siglas en inglés) instalados y a los equipos de soporte, alimentación y distribución eléctrica, cableado y protección, espacio de trabajo, puesta a tierra, sistemas HVAC y similares, ubicados en un envoltente para equipos.

646-2. Definiciones. Deben aplicarse las definiciones de la sección 645-2. A los fines del presente artículo, debe aplicarse la siguiente definición adicional.

Centro de datos modular (MDC). Unidades prefabricadas, de 1000 volts nominales o menos, compuestas por un envoltente exterior que alberga múltiples estanterías o gabinetes de equipos de tecnología de la información (ITE) (como servidores) y diversos equipos de soporte, tales como equipos de servicio y distribución eléctrica, sistemas HVAC y similares.

NOTA 1: En una construcción típica se puede usar un contenedor de envío ISO estándar u otra estructura como envoltente exterior, estanterías o gabinetes de ITE, equipos de entrada de la acometida y componentes de distribución de energía eléctrica, almacenamiento de energía, como un UPS y un sistema de enfriamiento de aire o líquidos. Los centros de datos modulares han sido previstos para instalación fija, ya sea en espacios interiores o exteriores, según su construcción y resistencia a las condiciones ambientales. Los MDC pueden estar configurados como un sistema todo-en-uno albergado en un solo envoltente para equipos o como un sistema en el que los equipos de soporte se alojan en envoltentes para equipos separados.

NOTA 2: Los *centros de datos modulares*, según se definen en este artículo se denominan, en algunos casos, centros de datos en contenedores.

NOTA 3: Los envolventes para equipos que albergan solamente equipos de soporte (como equipos para HVAC o distribución de energía) que no sean parte de un centro de datos modular no se consideran un centro de datos modular, según se define en este artículo.

646-3. Otros artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir con lo establecido en la sección 646-3(a) hasta (n), según corresponda. En caso de discrepancia entre los requisitos de otros artículos de esta Norma y lo establecido en el Artículo 646, se deben aplicar los requisitos del Artículo 646.

(a) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Deben aplicarse las secciones 300-21, 770-26, 800-26 y 820-26 a las penetraciones del límite de una sala resistente al fuego, si la hubiera.

(b) Alambrado y cableado en otros espacios empleados para aire ambiental (*Plenums*). Las siguientes secciones y tablas se aplican para el alambrado y cableado de otros espacios empleados para aire ambiental (*plenums*) en el espacio de un centro de datos modulares:

- (1) Métodos de alambrado: 300-22(c)(1)
- (2) Cables Clase 2, Clase 3 y PLTC: 725-135(c) y Tabla 760-154
- (3) Sistema de alarma contra incendio: 760-53(b)(2), 760-135(c), y la Tabla 760-154
- (4) Cables de fibra óptica: 770-113(c) y la Tabla 770-154(a)
- (5) Circuitos de comunicación 800-113(c) y las Tablas 800-154(a), (b) y (c)
- (6) Sistemas CATV y de distribución de radio: 820-113(c) y la Tabla 820-154(a).

NOTA: Los espacios de trabajo ambientalmente controlados, pasillos y áreas de equipos en un centro de datos modulares no se consideran *plenums*.

(c) Puesta a tierra. La puesta a tierra y unión de un MDC deben cumplir con lo establecido en el Artículo 250. Los componentes de los conductores no portadores de corriente de los cables de fibra óptica de un MDC deben ser puestos a tierra de acuerdo con lo establecido en la sección 770-114. La puesta a tierra y unión de los protectores de redes de comunicación de datos, blindajes de cables y miembros metálicos no portadores de corriente de los cables deben cumplir con lo establecido en la Parte D del Artículo 800.

(d) Clasificación eléctrica de los circuitos de datos. La sección 725-121(a)(4) se debe aplicar a la clasificación eléctrica de los circuitos aprobados de señalización de los equipos de tecnología de la información. Las secciones 725-139(d)(1) y 800-133(a)(1)(b) se deben aplicar a la clasificación eléctrica de los circuitos Clase 2 y Clase 3 que estén en el mismo cable con los circuitos de comunicaciones.

(e) Equipos de alarma de incendio. Las Partes A, B y C del Artículo 760 se deben aplicar a los equipos de los sistemas de alarmas de incendio, cables y equipos instalados en un MDC, donde lo hubiera. Solamente se permitirá instalar cables aprobados de acuerdo con la Parte D del Artículo 760 y equipo de alarma de incendio aprobado, en un MDC.

(f) Ensamblajes de direccionamiento de cables, cables de comunicaciones, cables, canalizaciones y equipos. Las Partes A, B, C, D y E del Artículo 800 se deben aplicar a los ensamblajes de direccionamiento de cables, cables de comunicaciones, cables, canalizaciones y equipos instalados en un MDC. Solamente se permitirá instalar alambres y cables aprobados de acuerdo con 800-179; ensamblajes de direccionamiento de cables, cables de comunicaciones, cables y canalizaciones aprobados de acuerdo con 800-182, y equipos de comunicaciones aprobado de acuerdo con 800-170, en un MDC.

NOTA: Ver Parte A del Artículo 100 para acceder a una definición de *equipos de comunicaciones*.

(g) Cables y equipos para sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión. Las Partes A, B, C y D del Artículo 820 se deben aplicar a los equipos para sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión instalados en un MDC. Solamente se permitirá instalar cables y equipos para sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión aprobados de acuerdo con 820-179 y equipo CATV aprobado, en un MDC.

(h) Baterías de acumuladores. La instalación de las baterías de acumuladores debe cumplir con lo establecido en el Artículo 480.

Excepción: Las baterías que sean parte de un equipo aprobado y etiquetado e instalado de acuerdo con lo establecido en los requisitos de aprobado.

(i) Dispositivos de protección contra tensiones transitorias (SPD). Donde sean provistos, los dispositivos de protección contra tensiones transitorias deben estar aprobados y etiquetados, y se deben instalar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 285.

(j) Iluminación. La iluminación debe ser instalada de acuerdo con lo establecido en el Artículo 410.

(k) Cableado de distribución de potencia y protección del cableado. El cableado de distribución de potencia y la protección del cableado dentro de un MDC debe cumplir con lo establecido en el Artículo 210 para circuitos derivados.

(l) Métodos y materiales de cableado.

- (1) Excepto alguna modificación en contrario en otra sección del presente artículo, los métodos y materiales de cableado para distribución de potencia deben cumplir con lo establecido en el Capítulo 3. El cableado debe ser adecuado para su uso e instalación y debe estar aprobado y etiquetado.

Excepción: Este requisito no debe aplicarse al cableado que sea parte de un equipo aprobado y etiquetado.

- (2) No deben permitirse los siguientes métodos de cableado:

- a. Cable con separador integrado de gas: Tipo IGS (Artículo 326)
- b. Cableado oculto sobre aisladores de perilla y tubo (Artículo 394)
- c. Cableado sostenido por mensajero (Artículo 396)
- d. Cableado abierto sobre aisladores (Artículo 398)
- e. Conductores a la vista en exteriores de más de 600 volts (Artículo 399)

- (3) Debe permitirse que para el cableado de áreas situadas debajo de un piso elevado que estén construidas y se usen para ventilación, según se describe en la sección 645-5(e) se apliquen los métodos descritos en la sección 645-5(e) si se cumplen las condiciones de 645-4.

- (4) La instalación del cableado para circuitos de control remoto, señalización y de potencia limitada debe cumplir con lo establecido en la Parte C del Artículo 725.

- (5) La instalación de cables de fibra óptica debe cumplir con lo establecido en la Parte E del Artículo 770.

- (6) Deben permitirse métodos de cableado alternativos, según lo autorizado en el Artículo 645, para los MDC, siempre que se cumplan todas las condiciones de la sección 645-4.

(m) Equipos de acometida. Para un MDC que esté diseñado de manera que pueda ser alimentado por un servicio eléctrico separado, el equipo de acometida para el control y protección de los servicios y de su instalación debe cumplir con lo establecido en el Artículo 230. El equipo de acometida y su disposición e instalación deben permitir la instalación de los conductores de entrada de la acometida, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 230. El equipo de acometida debe estar aprobado, etiquetado y marcado como adecuado para uso como equipo de acometida.

(n) Medios de desconexión. Debe suministrarse un medio aprobado para desconectar la energía de todos los equipos electrónicos del MDC, de acuerdo con lo establecido en la sección 645-10. También debe haber otro medio aprobado similar que desconecte la energía de todos los sistemas dedicados de HVAC que alimentan al MDC y que debe provocar que se cierren todas las compuertas cortahumo/cortafuego exigidas.

646-4. Requisitos aplicables. Todos los MDC deben:

- (1) Estar aprobados y etiquetados y cumplir con lo establecido en las secciones 646-3(n) y 646-5 hasta 646-9, o
- (2) Cumplir con las disposiciones del presente artículo.

646-5. Datos de la placa de características. Debe colocarse una placa de características permanente en cada envoltorio de un equipo de un MDC, que debe estar claramente visible después de su instalación. La placa de características debe incluir la información descrita en las secciones 646-5(1) hasta (6), según corresponda:

- (1) Tensión de alimentación, cantidad de fases, frecuencia y corriente de plena carga. La corriente de plena carga mostrada en la placa de características no debe ser menor que la suma de las corrientes de plena carga requeridas para todos los motores y otros equipos que puedan estar funcionando simultáneamente en condiciones normales de uso. Donde por el tipo inusual de cargas, ciclos de trabajo, etc. se requieran conductores sobredimensionados o se permitan conductores de menor calibre, la capacidad exigida debe incluirse en la corriente de plena carga marcada. Donde deba haber más de un circuito de alimentación entrante, en la placa de características debe constar toda la información anterior para cada uno de los circuitos.

NOTA 1: Ver secciones 430-22(E) y 430-26 sobre requisitos de los ciclos de trabajo.

NOTA 2: Para equipos aprobados, la corriente de plena carga que se muestra en la placa de características debe ser la corriente de plena carga promedio máxima, medida, de 15 minutos.

- (2) Para los MDC alimentados por una acometida separada, el valor nominal de la corriente de cortocircuito del equipo de acometida provisto como parte del MDC.

NOTA: Este valor nominal puede ser parte de la marca del equipo de acometida.

- (3) Para los MDC alimentados por una acometida separada, si la acometida requerida conforme a lo determinado en las Partes C y D del Artículo 220 es menor que el valor nominal del panel de acometida utilizado, la acometida requerida debe ser incluida en la placa de características.

NOTA: Se presume que los circuitos derivados que alimentan las cargas de los ITE están cargados en un 80 por ciento del valor nominal del circuito derivado, con un 100 por ciento del ciclo de trabajo. Como una alternativa para los cálculos de las cargas del alimentador y de la acometida, requeridos en las Partes C y D del Artículo 220, puede permitirse que se apliquen los cálculos de las cargas del alimentador y de la acometida para cargas nuevas, futuras o existentes, si son llevados a cabo por personas calificadas y bajo la supervisión de ingenieros.

- (4) Número/s del/los diagrama/s eléctrico/s o número del índice para los planos eléctricos.

- (5) Para envoltentes de equipos del MDC que no sean abastecidos por una acometida, circuito de alimentadores o derivados separados, una referencia al equipo de potencia.

- (6) Nombre o marca comercial del fabricante.

646-6. Conductores de alimentación y protección contra sobrecorriente

(a) Calibre. El calibre del conductor de alimentación debe ser tal que tenga una ampacidad no menor del 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga.

NOTA 1: Ver tablas de ampacidad de 0-2000 volts del Artículo 310 sobre ampacidad de los conductores de 600 volts nominales y menos.

NOTA 2: Ver secciones 430-22(e) y 430-26 sobre requisitos de los ciclos de trabajo.

(b) Protección contra sobrecorriente. Donde la protección contra sobrecorriente para los conductores de alimentación se suministre como parte del MDC, la protección contra sobrecorriente para cada uno de los circuitos de alimentación debe cumplir con lo establecido en las secciones 646-6(b)(1) hasta (b)(2):

(1) Equipo de acometida - Protección contra sobrecorriente. Los conductores de acometida deben estar provistos de protección contra sobrecorriente, de acuerdo con lo establecido en las secciones 230-90 hasta 230-95.

(2) Derivaciones y alimentadores. Donde la protección contra sobrecorriente para los conductores de alimentación sea provista como parte del MDC, según lo permitido en la sección 240-21, la protección contra sobrecorriente debe cumplir con lo siguiente:

- (1) La protección contra sobrecorriente debe consistir en un solo interruptor automático o en un conjunto de fusibles.

- (2) El MDC debe estar marcado con la inscripción: "CON PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE EN LOS TERMINALES DE ALIMENTACIÓN DEL MDC".

- (3) Los conductores de alimentación se deben considerar como alimentadores o derivaciones y deben estar provistos de una protección contra sobrecorriente que cumpla con lo establecido en la sección 240-21.

646-7. Corriente nominal de cortocircuito

(a) Equipos de acometida. El equipo de acometida de un MDC que se conecte directamente a una acometida debe tener una corriente nominal de cortocircuito no menor que la corriente de falla disponible de la acometida.

(b) MDC conectados a circuitos derivados y alimentadores. Los centros de datos modulares que se conectan a un circuito derivado o a un circuito de alimentadores deben tener una corriente nominal de cortocircuito no menor que la corriente de falla disponible del circuito derivado o del alimentador. La corriente nominal de cortocircuito del MDC debe basarse en la corriente nominal de cortocircuito de un MDC aprobado y etiquetado o en la corriente nominal de cortocircuito establecida mediante la aplicación de un método aprobado.

Excepción: Este requisito no se aplica a los equipos aprobados y etiquetados conectados a circuitos derivados ubicados en el interior del envoltente de equipos del MDC.

(c) MDCs alimentados desde envolventes del sistema del MDC separados. Los envolventes de los equipos del centro de datos modular, alimentados desde un envoltorio del sistema del MDC separado que sea parte del sistema específico del MDC deben tener una corriente nominal de cortocircuito coordinada con el módulo de alimentación, de acuerdo con lo establecido en 110-10.

646-8. Compartimientos de cableado de campo. Un compartimiento del cableado de campo en el que se van a hacer las conexiones de la acometida o del alimentador debe estar fácilmente accesible y debe cumplir con lo establecido en las secciones (1) hasta (3), de la siguiente manera:

- (1) Permitir la conexión de los cables de alimentación después de haberse instalado el MDC
- (2) Permitir que la conexión sea introducida y fácilmente efectuada
- (3) Estar ubicado de manera que las conexiones puedan ser fácilmente inspeccionadas después de haberse instalado el MDC

646-9. Cables y cordones de alimentación flexibles para la conexión de los envolventes de los equipos de un sistema del MDC

(a) Usos permitidos. Debe permitirse utilizar cables y cordones de alimentación flexibles para las conexiones entre envolventes de equipos de un sistema del MDC, donde no estén sujetos a daños físicos.

NOTA: Un ejemplo de uso de cordones de alimentación flexibles para conexiones entre envolventes de equipos de un sistema del MDC es la que se hace entre un envoltorio del MDC que contenga solamente servidores y otro que contenga equipos de distribución de energía.

(b) Usos no permitidos. No deben usarse cables y cordones de alimentación flexibles para la conexión con fuentes de energía externas.

NOTA: Son ejemplos de fuentes de energía externas los servicios eléctricos, los alimentadores y los circuitos derivados del establecimiento.

(c) Aprobado. Donde se usen cables o cordones de alimentación flexibles, estos deben estar aprobados como adecuados para uso extrapesado. Donde se utilicen en espacios exteriores, los cables y cordones de alimentación flexibles también deben estar aprobados como adecuados para lugares mojados y deben ser resistentes a la luz del sol.

(d) Cable de un solo conductor. Debe permitirse el uso de cables de alimentación de un solo conductor solamente de calibre 2 AWG o mayor.

Parte B. Equipos

646-10. Alimentación y distribución eléctrica. Los equipos que se utilicen para alimentación y distribución eléctrica en un MDC, entre ellos accesorios, dispositivos, luminarias, aparatos, maquinarias y similares, deben cumplir con lo establecido en las Partes A y B del Artículo 110.

646-11. Transformadores de distribución

a) Transformadores de propiedad de la compañía de electricidad. No debe permitirse el uso de transformadores de distribución de propiedad de la compañía de electricidad en un MDC.

b) Transformadores de las instalaciones que no sean de propiedad de la compañía de electricidad. Los transformadores de distribución de las instalaciones que no sean de propiedad de la compañía de electricidad, instalados en las cercanías de un MDC, deben ser del tipo seco o del tipo de rellenados con un medio dieléctrico no combustible. Dichos transformadores deben instalarse de acuerdo con lo establecido en los requisitos del Artículo 450. No debe permitirse el uso de transformadores de distribución de las instalaciones que no sean de propiedad de la compañía de electricidad en un MDC.

c) Transformadores de potencia. Debe permitirse que los transformadores de potencia que suministran energía solamente al MDC sean instalados en el envoltorio de los equipos del MDC. Debe permitirse que sólo transformadores del tipo seco se instalen en el envoltorio de los equipos del MDC. Dichos transformadores deben ser instalados de acuerdo con lo establecido en los requisitos del Artículo 450.

646-12. Contactos. Debe haber al menos un tomacorriente auxiliar en dúplex de 125 volts c.a., de 15 ó 20 amperes de valor nominal en cada una de las áreas de trabajo del MDC, a fin de facilitar la alimentación de los equipos de prueba y medición que podrían ser requeridos durante el mantenimiento y las reparaciones de rutina, sin tener que direccionar los cordones de alimentación flexibles a través de vanos de puertas o alrededor de dispositivos de alineación de equipos o similares.

646-13. Otros equipos eléctricos. Los equipos eléctricos que sean parte integral del MDC, incluyendo los equipos de tecnología de la información, iluminación, control, energía, HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado), iluminación de emergencia, circuitos de alarma y similares, deben cumplir con los requisitos establecidos para su uso e instalación y deben estar aprobados y etiquetados.

646-14. Instalación y uso. Los equipos aprobados y etiquetados deben ser instalados y utilizados de acuerdo con lo establecido en cualquiera de las instrucciones o limitaciones incluidas en la aprobación.

Parte C. Iluminación

646-15. Iluminación general. Debe proporcionarse iluminación en todas las áreas y espacios de trabajo que se usen para acceso y salida. La iluminación debe estar dispuesta de manera que la falla de una sola unidad de iluminación no provoque la pérdida total del sistema de iluminación.

646-16. Iluminación de emergencia. Las áreas que se usen para el acceso y salida y para la descarga deben estar provistas de iluminación de emergencia. Los sistemas de iluminación de emergencia deben estar conformados por equipos etiquetados, instalados de acuerdo con lo establecido en las instrucciones del fabricante.

646-17. Circuitos de iluminación de emergencia. Ningún electrodoméstico o lámpara, que no sean aquellos especificados como requeridos para uso de emergencia, deben ser alimentados por los circuitos de alimentación de emergencia. Deben instalarse circuitos derivados que alimenten a la iluminación de emergencia para el servicio de las baterías de acumuladores, grupos de generadores, UPS, acometida separada, celdas de combustible o equipos unitarios. Ningún otro equipo debe estar conectado a estos circuitos, a menos que el sistema de iluminación de emergencia incluya un sistema de respaldo donde solamente la iluminación sea alimentada por circuitos de baterías en condiciones de falla de la energía. Todas las cajas y envoltentes (incluidos interruptores de transferencia, generadores y paneles de alimentación) para circuitos de emergencia deben estar marcados para identificarlos como componentes de un sistema o circuito de emergencia.

Parte D. Espacio de trabajo

646-18. Generalidades. El espacio alrededor de los equipos eléctricos debe cumplir con lo establecido en la sección 110-26.

646-19. Entrada y salida del espacio de trabajo. Para equipos de más de 1.8 m de ancho o profundidad, debe haber una entrada y una salida del espacio de trabajo requerido de por lo menos 60 cm de ancho y de 2.0 m de altura en cada extremo del espacio de trabajo. La/s puerta/s se deben abrir en la dirección de salida y deben tener barras de pánico, placas de presión u otros dispositivos que normalmente llevan pestillos, pero que se abren con una presión simple. Debe permitirse una única entrada y salida desde el espacio de trabajo requerido donde se cumpla con alguna de las condiciones establecidas a continuación.

(1) Egreso sin obstrucciones. Donde la ubicación permita una vía de recorrido de egreso continua y sin obstrucciones, debe permitirse una sola entrada al espacio de trabajo.

(2) Espacio de trabajo adicional. Donde la profundidad del espacio de trabajo sea del doble de la requerida en la sección 110-26(a)(1), debe permitirse una sola entrada. Dicha entrada debe estar ubicada de forma tal que la distancia desde el equipo hasta el borde más próximo de la entrada no sea menor que la distancia libre mínima que se especifica en la Tabla 110-26(a)(1) para equipos que funcionan a esa tensión y en esa condición.

646-20. Espacio de trabajo para los ITE

a) Circuitos de baja tensión. No debe requerirse que el espacio de trabajo alrededor de los ITE, donde alguna de las partes vivas que puedan estar expuestas durante los servicios de mantenimiento y reparación de rutina funcionen a no más de 30 volts rms, 42 volts pico o de 60 volts de c.c., cumpla con los requisitos para espacios de trabajo de la sección 646-19.

b) Otros circuitos. Todas las áreas de los ITE que requieran servicios de mantenimiento y reparación de piezas de más de 30 volts rms, 42 volts pico o 60 volts de c.c. deben cumplir con los requisitos para espacios de trabajo de la sección 646-19.

NOTA 1: Por ejemplo, compartimientos con cableado de campo para conexiones de alimentación principal de c.a., unidades de distribución de energía y similares.

NOTA 2: Se presume que los ITE funcionan a tensiones que no excedan de 1000 volts.

646-21. Áreas de trabajo y espacio de trabajo alrededor de baterías. El espacio de trabajo alrededor de un sistema de baterías debe cumplir con lo establecido en la sección 110-26. El espacio libre de trabajo debe medirse desde el borde del bastidor de la batería, bastidores, gabinetes o bandejas.

646-22. Espacio de trabajo para servicios de mantenimiento y reparación de rutina. El espacio de trabajo debe ser provisto para facilitar los servicios de mantenimiento y reparación de rutina (aquellas tareas que incluyen operaciones que puedan ser llevadas a cabo por empleados y en las que no se requiere el extensivo despiece de los equipos). Los servicios de mantenimiento y reparación de rutina deben poder ser llevados a cabo sin exponer al trabajador a un riesgo de choque eléctrico o lesiones personales.

NOTA: Un ejemplo de dicho mantenimiento de rutina es la limpieza o reemplazo de un filtro de aire.

ARTÍCULO 647

EQUIPOS ELECTRÓNICOS SENSIBLES

647-1. Alcance

Este Artículo trata de las instalaciones y alambrado de sistemas derivados separados operando a 120 volts línea a línea y 60 volts a tierra para equipo electrónico sensible.

647-3. Generalidades

Se debe permitir el uso de un sistema derivado separado de 120 volts, monofásico, 3 hilos con 60 volts en cada uno de los dos conductores de fase a un conductor puesta a tierra de equipos, para el propósito de reducir el ruido indeseable en ubicaciones de equipo electrónico sensible, proporcionando las siguientes condiciones aplicables:

- (1) El sistema se instale sólo en lugares industriales o comerciales.
- (2) El uso del sistema está restringido a áreas bajo estricta supervisión por personas calificadas.
- (3) Se cumplan todos los requisitos de 647-4 hasta 647-8.

647- 4. Métodos de alambrado

a) Tableros de alumbrado y control y protección contra sobrecorriente. Se permitirá el uso estándar de tableros de alumbrado y control monofásicos y equipo de distribución con una tensión nominal más alta. El sistema debe estar claramente marcado sobre la cara del tablero o en el interior de las puertas del tablero. Se debe proporcionar interruptores automáticos de dos polos de disparo común o una combinación de medios de desconexión de fusibles de dos polos, que estén identificados para su utilización a la tensión del sistema, para ambos conductores de fase en todos los alimentadores y circuitos derivados. Los circuitos derivados y alimentadores deben tener un medio que desconecte simultáneamente todos los conductores de fase.

b) Cajas de conexión. Todas las tapas de las cajas de conexión se deben marcar claramente para indicar el tablero de distribución y la tensión del sistema.

c) Identificación del conductor. Los conductores de todos los alimentadores y circuitos derivados instalados bajo esta sección se deben identificar como del sistema en todos los empalmes y terminaciones mediante color, marcas, etiquetas o medios igualmente eficaces. El medio de identificación se debe fijar en cada tablero de alumbrado y control del circuito derivado y en el medio de desconexión para el edificio.

d) Caída de tensión. La caída de tensión en cualquier circuito derivado no debe exceder el 1.5 por ciento. La caída combinada de tensión de los conductores del alimentador y del circuito derivado no debe exceder del 2.5 por ciento.

1) Equipo fijo. La caída de tensión en el equipo de alimentación del circuito derivado, conectado utilizando los métodos de alambrado del Capítulo 3, no debe exceder el 1.5 por ciento. La caída combinada de tensión de los conductores del alimentador y del circuito derivado no debe exceder el 2.5 por ciento.

2) Equipo conectado con cordón. La caída de tensión en los circuitos derivados que alimentan a contactos no debe exceder el 1 por ciento. Para los fines de hacer este cálculo, se debe considerar que la carga conectada a la salida del contacto es del 50 por ciento del valor nominal del circuito derivado. La caída combinada de tensión de los conductores del alimentador y del circuito derivado no debe exceder el 2.0 por ciento.

NOTA: El propósito de esta disposición es limitar la caída de tensión a 1.5 por ciento cuando se pueden usar cordones portátiles como un medio de conexión del equipo.

647-5. Sistemas trifásicos

Cuando se suministra alimentación trifásica, un sistema derivado separado de 6 fases en "estrella" con 60 volts a tierra instalado bajo este Artículo, se debe configurar como tres sistemas derivados separados, monofásicos de 120 volts con un total combinado de no más de seis desconectadores.

647-6. Puesta a tierra

a) Generalidades. La derivación central del secundario del transformador del sistema trifilar de 60/120 volts deben ser puesto a tierra como se indica en 250-30.

b) Conductores de puesta a tierra requeridos. El equipo de utilización alambreado permanentemente y contactos deben ser puestos a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos tendido con los conductores del circuito hasta una barra conductora de puesta a tierra de equipos, marcada visiblemente con la inscripción "Puesta a tierra técnica de equipos" en el tablero de alumbrado y control del circuito derivado de origen. La barra conductora de puesta a tierra debe estar conectada al conductor puesto a tierra en el lado de la línea del medio de desconexión del sistema derivado separado. El conductor de puesta a tierra no debe ser menor al que se especifica en la Tabla 250-122 y estar tendido con los conductores del alimentador. No es necesario que la barra conductora de puesta a tierra técnica de equipos esté unida al envolvente del tablero de alumbrado y control. Se permitirán otros métodos de puesta a tierra autorizados en otras partes de esta NOM, cuando la impedancia de la trayectoria de retorno de puesta a tierra no excede la impedancia de los conductores de puesta a tierra de equipos, dimensionados e instalados de acuerdo con este Artículo.

NOTA 1: Ver 250-122 para los requisitos de dimensionamiento del conductor de puesta a tierra de equipos cuando se ajusta el tamaño de los conductores del circuito para compensar por la caída de tensión.

NOTA 2: Estos requisitos limitan la impedancia de la trayectoria de falla a tierra cuando sólo se aplican 60 volts a una condición de falla en lugar de los 120 volts usuales.

647-7. Contactos

a) Generalidades. Cuando se usan contactos como un medio de conexión del equipo, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- (1) Todos los contactos de 15 y 20 amperes deben tener protección con interruptor de circuito por falla a tierra.
- (2) Todas las tiras, adaptadores, tapas y placas frontales de los contactos deben estar marcados con la siguiente inscripción o equivalente:

ADVERTENCIA – POTENCIA TÉCNICA

NO CONECTAR A EQUIPO DE ALUMBRADO.

PARA USO CON EQUIPO ELECTRÓNICO ÚNICAMENTE

60/120 VOLTS. 1 FASE CORRIENTE ALTERNA

PROTEGIDO CON INTERRUPTOR DE CIRCUITO POR FALLA A TIERRA

- (3) Un contacto de 125 volts, monofásico, de 15 ó 20 amperes nominales con uno de sus polos portadores de corriente conectado a un conductor del circuito puesto a tierra se debe ubicar dentro de 1.80 metros de todos los contactos de sistemas técnicos de potencia de 15 ó 20 amperes nominales, 60/120 volts, instalados permanentemente.
- (4) Todos los contactos de 125 volts usados para potencia técnica de 60/120 volts deben tener una configuración única y estar identificados para el uso con esta clase de sistemas.

Excepción: Se permitirán todas las salidas de contactos y clavijas de conexión de 125 volts, monofásicas, de 15 ó 20 amperes nominales y que estén identificados para uso con conductores de circuito puestos a tierra, en cuartos de máquinas, cuartos de control, cuartos de equipos, bastidores de equipos y otros lugares similares restringidos para personal calificado.

b) Contactos de puesta a tierra aislada. Se permitirán contactos de puesta a tierra aislada, tal como se describe en 250-146(d); sin embargo, el conductor de puesta a tierra de equipos del circuito derivado debe estar terminado como se requiere en 647-6 (b).

647-8. Equipo de alumbrado

El equipo de alumbrado instalado bajo este Artículo con el propósito de reducir el ruido eléctrico que se origina en el equipo de alumbrado, se deben cumplir las condiciones siguientes:

a) Medios de desconexión. Todas las luminarias conectadas a sistemas derivados separados que operan a 60 volts a tierra, y el equipo de control asociado, si lo hay, deben tener un medio de desconexión que abra simultáneamente todos los conductores de fase. El medio de desconexión debe estar dentro del alcance de la vista desde la luminaria o debe ser capaz de bloquearse en la posición abierto de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25.

b) Luminarias. Todas las luminarias deben instalarse permanentemente y estar aprobadas para su conexión a un sistema derivado separado de 120 volts de línea a línea y 60 volts a tierra.

c) Casquillo roscado. Las luminarias instaladas bajo esta sección no deben tener expuesto el casquillo roscado de la lámpara.

ARTÍCULO 650

ÓRGANOS TUBULARES

650-1. Alcance. Este Artículo cubre aquellos circuitos eléctricos y partes operadas eléctricamente de órganos tubulares que son empleadas para controlar los teclados de los aparatos de sonido, típicamente llamados órganos.

650-2. Definiciones

Órgano electrónico. Instrumento musical que imita el sonido de un órgano produciendo sonidos electrónicamente.

Órgano. Instrumento musical que produce sonidos pasando aire presurizado (llamado viento) a través de tubos seleccionados con un teclado.

Aparato de sonido. La parte de producción de sonido de un órgano incluyendo, pero no limitando a, tubos, carillones, campanas, el aire presurizado equipo de producción de viento (soplador), controles asociados y equipo de potencia.

650-3. Otros Artículos

a) Equipamiento de órganos electrónicos. Las instalaciones de circuitos y equipos deben cumplir con la sección 650-3(a) y (b), según aplique. Cuando los requerimientos de otros artículos de los Capítulos 1 a 7 de esta Norma difieran, los requerimientos de este Artículo 650, se deben aplicar.

b) Cable de fibra óptica. Instalaciones con cables de fibra óptica deben cumplir con las Partes A y E del Artículo 770.

650-4. Fuente de energía. La potencia de cd debe ser suministrada por una fuente de alimentación con una salida máxima de 30 volts.

650-5. Puesta a tierra o doble aislamiento de la fuente de suministro de corriente continua. La instalación de la fuente de alimentación debe cumplir con cualquiera de lo siguiente:

a) La fuente de alimentación debe estar doblemente aislada.

b) El envolvente metálico de la fuente de alimentación debe estar unido a la entrada del conductor de puesta a tierra de equipos.

650-6. Conductores. Los conductores deben cumplir con los incisos (a) hasta (d).

a) Tamaño. El tamaño mínimo de los conductores no debe ser menor que 0.082 mm² (28 AWG) para circuitos de señales electrónicas y tamaño no menor que 0.128 mm² (26 AWG) para alimentación por válvulas electromagnéticas y similares. El conductor común de retorno en alimentaciones electromagnéticas no debe ser de tamaño menor que 2.08 mm² (14 AWG).

(Continúa en la Octava Sección)

(Viene de la Séptima Sección)

b) Aislamiento. Los conductores deben tener aislamiento termoplástico o termofijo.

c) Los conductores deben ser cableados. Con excepción del conductor común de retorno y los conductores internos del órgano, todos los demás conductores que pertenecen a las secciones del órgano y a la consola de éste deben ser cableados. El conductor común de retorno puede estar dentro de una cubierta adicional que incluya tanto al cable como al conductor de retorno, o puede instalarse como un conductor separado y estar en contacto con el cable.

d) Cubierta del cable. Cada cable debe tener una cubierta exterior, sea total o en cada uno de los subensambles de conductores agrupados. Se permitirá utilizar cinta en lugar de la cubierta. Cuando no estén instalados en canalizaciones metálicas, su cubierta debe ser resistente a la propagación de la flama o los cables o subensambles de cables se deben cubrir con una cinta estrechamente enrollada a prueba de fuego.

650-7. Instalación de conductores. Los cables deben estar sujetos firmemente en su lugar y se pueden fijar directamente a la estructura del órgano, sin soportes aislantes. No se permitirán empalmes encerrados en cajas u otros envoltentes. Se permitirá que los conductores de retorno común que conectan equipos de control y barras colectoras se fijen directamente a la estructura del órgano sin soportes de aislamiento. Se deben identificar con una etiqueta, de suficiente durabilidad para que resista el medio ambiente en que están, los cables abandonados que no terminan en el equipo.

650-8. Protección contra sobrecorriente. Los circuitos se deben arreglar de modo que los conductores de tamaños 0.082 mm² (28 AWG) y 0.128 mm² (26 AWG) estén protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente de valor nominal no mayor a 6 amperes. Los conductores de otros tamaños deben protegerse de acuerdo con su ampacidad. No se requiere que el conductor común de retorno tenga protección contra sobrecorriente.

650-9. Protección contra contacto accidental. El cableado del aparato de sonido debe estar dentro de un envoltente bloqueable (cuerpo del órgano) donde se permitirá que los tubos exteriores formen parte del cuerpo.

ARTÍCULO 660

EQUIPOS DE RAYOS X

Parte A. Disposiciones generales

660-1. Alcance. Este Artículo incluye todo equipo de rayos X que funcione a cualquier frecuencia o tensión, para uso industrial u otras aplicaciones que no sean médicas ni dentales.

NOTA: Para instalación de equipo de rayos X de atención a la salud véase el Artículo 517, Parte E.

Las disposiciones de este Artículo no deben interpretarse como especificaciones para la protección contra la radiación directa o dispersa de los rayos X.

660-2. Definiciones

Móvil. Un equipo de rayos X montado sobre una base permanente, dotado de ruedas o rodillos, que permite moverlo cuando está completamente ensamblado.

Portátil. Un equipo de rayos X diseñado para operarlo con las manos.

Régimen de larga duración: Valor nominal con base en un intervalo de funcionamiento de 5 minutos o más.

Régimen momentáneo. Es un régimen basado en intervalos de funcionamiento que no sobrepasen cinco segundos.

Transportable. Un equipo de rayos X diseñado para ser instalado en un vehículo o que puede ser fácilmente desarmable para ser transportado en un vehículo.

660-3. Áreas peligrosas (clasificadas). No se debe instalar ni hacer funcionar aparatos de rayos X ni equipo conexo en áreas peligrosas (clasificadas), a menos que sean de tipo aprobado e identificado para dichas áreas.

NOTA: Véase el Artículo 517, Parte D.

660-4. Conexión al circuito de alimentación

a) Equipo fijo o estacionario. El equipo de rayos X, fijo o estacionario, se debe conectar a la fuente de alimentación por medio de un método de alambrado que cumpla con los requisitos generales de esta NOM. El equipo debidamente alimentado por un circuito derivado no mayor a 30 amperes puede conectarse mediante una clavija de conexión adecuada con un cable o cordón de uso rudo.

b) Equipo portátil, móvil y transportable. No se requieren circuitos derivados individuales para los equipos de rayos X portátil, móvil y transportable, de una capacidad no mayor que 60 amperes. El equipo de rayos X portátil y móvil de cualquier capacidad debe ser alimentado por medio de cables o cordones de uso rudo aprobados. El equipo transportable de rayos X de cualquier capacidad podrá ser conectado a su fuente de alimentación por medio de conexiones adecuadas y por cable o cordón de uso rudo.

c) Más de 1000 volts nominales. Los circuitos y equipos operados a más de 1000 volts deben cumplir con el Artículo 490.

660-5. Medios de desconexión. Los medios de desconexión deben ser de capacidad adecuada, por lo menos de 50 por ciento de la corriente eléctrica necesaria para el régimen momentáneo o de 100 por ciento de la corriente eléctrica necesaria para el régimen de larga duración del equipo de rayos X, escogiendo el mayor de los valores. Los medios de desconexión se deben instalar en un lugar accesible fácilmente y con manejo desde el control del equipo de rayos X. Para equipo conectado a un circuito derivado de 120 volts, de 30 amperes o menos, se puede utilizar como medio de desconexión un contacto y clavija de tipo con polo a tierra, de capacidad adecuada.

Excepción: El medio de desconexión para el equipo de rayos X no es necesario bajo cualquiera de las condiciones siguientes, siempre que el controlador del medio de desconexión sea bloqueable de acuerdo con la sección 110-25:

- (1) Cuando la ubicación del medio de desconexión del equipo de rayos X no es práctica o implica mayor peligro para las personas o sus propiedades.
- (2) En instalaciones industriales, con procedimientos de seguridad escritos, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas atenderán el equipo.

660-6. Tamaño de los conductores de alimentación y capacidad nominal de la protección contra sobrecorriente

a) Conductores de circuitos derivados. La ampacidad de los conductores de los circuitos derivados y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, no deben ser menores del 50 por ciento del régimen momentáneo o del 100 por ciento del régimen prolongado del equipo de rayos X, el que sea mayor.

b) Conductores del alimentador. La ampacidad de los conductores y la capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de un alimentador para dos o más circuitos derivados que alimenten unidades de rayos X, no deben ser menores del 100 por ciento del régimen momentáneo (como se determinó en el inciso anterior) de los dos aparatos de rayos X más grandes, más el 20 por ciento del régimen momentáneo de los otros aparatos de rayos X.

NOTA: El tamaño mínimo de los conductores para circuitos derivados y alimentadores, se rige también por los requisitos de regulación de tensión. Para una instalación específica, el fabricante generalmente especifica la capacidad mínima del transformador de distribución, el tamaño mínimo de los conductores, capacidad de los medios de desconexión y de protección contra sobrecorriente.

660-7. Terminales de alambrado. Los equipos de rayos X que no se suministran con un cordón o conjunto de cordones unidos permanentemente, deben estar equipados con terminales o puntas de conductores adecuados para la conexión de los conductores de la fuente de alimentación, del tamaño requerido según el valor nominal del circuito derivado para el equipo.

660-9. Tamaño mínimo de conductores. Para los circuitos de control y operación de los equipos de rayos X y de los equipos auxiliares que tengan dispositivos de protección contra sobrecorriente de no más de 20 amperes, se permitirá utilizar alambres para artefactos y cordones flexibles de tamaño 0.824 mm² (18 AWG) o 1.31 mm² (16 AWG), tal como se especifica en 725-49.

660-10. Instalación del equipo. Todo equipo de rayos X para instalaciones nuevas o equipo usado o reacondicionado que se reinstale en un nuevo lugar debe ser aprobado.

Parte B. Control

660-20. Equipo fijo y estacionario.

a) Dispositivo de control separado. Además de los medios de desconexión se debe instalar un dispositivo de control al circuito que alimenta el control del equipo de rayos X o instalarse en el circuito primario del transformador de alta tensión. Este dispositivo debe formar parte del equipo de rayos X, pero puede estar colocado en una envolvente separada, adyacente a la unidad de control de rayos X.

b) Dispositivos de protección. Se debe instalar un dispositivo de protección para controlar la carga ocasionada por una falla en el circuito de alta tensión; se permite que este dispositivo de protección esté incorporado dentro del dispositivo de control separado.

660-21. Equipo portátil y móvil. El equipo portátil y móvil debe cumplir con lo indicado en 660-20, pero el dispositivo de control manual debe estar dentro de o sobre el equipo.

660-23. Equipo de laboratorio comercial e industrial

a) Tipos radiográfico y fluoroscópico. Todo equipo radiográfico o fluoroscópico debe estar encerrado efectivamente o disponer de un sistema de bloqueo eléctrico que desenergice automáticamente el equipo, para prevenir el fácil acceso a las partes vivas portadoras de corriente.

b) Tipos de difracción e irradiación. Los equipos de los tipos de difracción y de irradiación o las instalaciones no encerradas eficazmente o no provistas con bloqueos eléctricos para prevenir el acceso a las partes vivas no aisladas durante la operación deben estar provistos de un sistema efectivo para indicar cuándo están energizados. El indicador puede ser una luz piloto, un medidor de deflexión fácilmente legible o de cualquier medio equivalente.

660-24. Control independiente. Cuando el mismo circuito de alta tensión alimente más de una parte del equipo, cada parte o cada grupo de equipo que formen una unidad deben tener un desconector de alta tensión u otro medio de desconexión equivalente. Estos medios de desconexión deben ser construidos, cubiertos o ubicados de manera que se evite que alguna persona pueda hacer contacto con las partes energizadas.

Parte C. Transformadores y capacitores

660-35. Disposiciones generales. Los transformadores y capacitores que son parte de un equipo de rayos X no necesitan cumplir con los requisitos de los Artículos 450 y 460.

660-36. Capacitores. Los capacitores deben estar montados dentro de envoltentes metálicas puestas a tierra, o hechas de material aislante.

Parte D. Resguardo y puesta a tierra

660-47. Disposiciones generales

a) Partes de alta tensión. Todas las partes de alta tensión, incluyendo los tubos de rayos X, deben estar montadas dentro de envoltentes puestas a tierra. Para aislar las partes de alta tensión de las envoltentes puestas a tierra puede utilizarse aire, aceite, gas u otro medio aislante adecuado. Las conexiones del equipo de alta tensión a los tubos de rayos X y a otros componentes de alta tensión se deben hacer con cables de alta tensión con pantalla.

b) Cable de baja tensión. Los cables de baja tensión que sirven de conexión a unidades con aceite, tales como transformadores, capacitores, enfriadores de aceite y desconectores de alta tensión que no estén completamente sellados, deben tener aislamiento resistente al aceite.

660-48. Puesta a tierra. Las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica de equipo de rayos X y equipo asociado (controles, mesas, soportes de los tubos de rayos X, tanque del transformador, cables con pantalla, cabezales del tubo de rayos X, etc.) deben estar puestos a tierra de la manera especificada en el Artículo 250. El equipo portátil y móvil debe estar provisto de una clavija de tipo polarizado y con medio de puesta a tierra.

Excepción: Equipo que funciona con baterías.

ARTÍCULO 665

EQUIPO DE CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN Y DIELECTRICO

Parte A. Disposiciones generales

665-1. Alcance. Este Artículo trata cubre la construcción e instalación de los equipos de calentamiento por inducción, calentamiento dieléctrico, fusión por inducción y soldadura por inducción y sus accesorios para aplicaciones industriales y científicas. Las aplicaciones médicas o dentales, artefactos o calentamiento por inducción a la frecuencia de línea en oleoductos o barcos, no se tratan en este Artículo.

NOTA: Véase el Artículo 427 Parte E, para calentamiento por inducción en oleoductos y barcos.

665-2. Definiciones

Aplicador. Dispositivo usado para transferir energía entre el circuito de salida y el objeto o la masa que se va a calentar.

Calentamiento dieléctrico. Es el calentamiento de un material nominalmente aislante debido a sus propias pérdidas dieléctricas, cuando el material es colocado dentro de un campo eléctrico variable.

Calentamiento, fusión y soldadura por inducción. El calentamiento, fundido y soldado de un material nominalmente conductor, debido a sus propias pérdidas I^2R , cuando el material es colocado dentro de un campo electromagnético variable.

Dispositivo de conversión. La parte del equipo de calentamiento que convierte la energía eléctrica o mecánica, a la tensión, corriente y frecuencia utilizadas para el aplicador de calentamiento. Un dispositivo de conversión debe constar del equipo que usa la frecuencia del suministro público de energía eléctrica, todos los multiplicadores estáticos, las unidades del tipo oscilador que usan tubos de vacío, inversores que usan dispositivos de estado sólido o equipo motogenerador.

Equipo de calentamiento. El término "Equipo de Calentamiento" como se usa en este Artículo, incluye cualquier equipo usado para propósitos de calentamiento y cuyo calor es generado por métodos de inducción o dieléctricos

665-4. Ubicación en áreas peligrosas (Clasificadas). El equipo de calentamiento no debe ser instalado o ubicado en áreas peligrosas (clasificadas) como las definidas en el Artículo 500 a menos que el equipo y el alambrado estén aprobados e identificados para áreas peligrosas (clasificadas).

665-5. Circuito de salida. El circuito de salida debe incluir todos los componentes de salida externos al dispositivo de conversión, incluyendo contactores, interruptores, barras colectoras y otros conductores. El flujo de corriente desde el circuito de salida a tierra, bajo condiciones de funcionamiento y bajo condiciones de falla a tierra, se debe limitar a un valor tal que no provoque una tensión de 50 volts o más a tierra en ninguna parte accesible del equipo de calentamiento y su carga. Se permitirá que el circuito de salida esté separado de tierra.

665-7. Control remoto.

a) Puntos de control múltiple. Cuando se usan puntos de control múltiples para la energización del aplicador, se debe suministrar y enclavar un medio de modo que el aplicador pueda energizarse desde un solo punto de control cada vez. En cada punto de control se debe proporcionar un medio para desenergizar el aplicador.

b) Interruptores de pie. Los interruptores operados por presión del pie deben tener una guarda sobre el botón de contacto para evitar el cierre accidental del interruptor de pie.

665-10. Ampacidad de los conductores de alimentación. La ampacidad de los conductores de alimentación se debe determinar según los incisos (a) o (b).

a) Valor nominal por placa de datos. La ampacidad de los conductores que alimentan una o más piezas del equipamiento no debe ser inferior a la suma de los valores nominales por placa de datos para el grupo más grande de máquinas capaces de operar simultáneamente, más el 100 por ciento de las corrientes en modo de espera de las máquinas restantes. Cuando en la placa de datos no se indiquen las corrientes en modo de espera, se debe usar el valor nominal de placa como la corriente en modo de espera.

b) Equipo motor-generador. La ampacidad de los conductores de alimentación para un equipo motor-generador se debe determinar según el Artículo 430, Parte B.

665-11. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente para el equipo de calentamiento se debe proporcionar como se especifica en el Artículo 240. Se permitirá que esta protección contra sobrecorriente se suministre separadamente o como una parte del equipo.

665-12. Medios de desconexión. Se deben suministrar medios de desconexión fácilmente accesibles para desconectar cada equipo de calentamiento de su circuito de alimentación. Los medios de desconexión deben estar ubicados al alcance de la vista desde el controlador o deben poderse bloquear en la posición abierta de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25 de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25. El valor nominal de este medio de desconexión no debe ser inferior al valor nominal indicado en la placa de datos del equipo de calentamiento. El equipo del motor-generador debe cumplir con el Artículo 430, Parte I. Se permitirá que el medio de desconexión del circuito de alimentación sirva como el medio de desconexión del equipo de calentamiento cuando se alimenta un solo equipo de calentamiento.

Parte B. Resguardo, puesta a tierra y marcado.

665-19. Interconexión de los componentes. Se deben resguardar todos los componentes de interconexión requeridos para una instalación completa del equipo de calentamiento.

665-20. Envolventes. Los aparatos convertidores (sin incluir los componentes de interconexión) debe estar totalmente contenido dentro de una envoltura o envolturas de materiales no combustible.

665-21. Tableros de control. Todos los tableros de control deben ser de construcción en gabinetes con el frente sin partes conductoras expuestas (frente muerto).

665-22. Acceso a equipo interno. Se deben usar puertas o paneles desmontables para el acceso a las partes internas del equipo de calentamiento. Cuando se usen puertas de acceso a compartimientos internos que contengan equipos operando a tensiones de 150 a 1000 volts corriente alterna o corriente continua, éstas deben poder bloquear cuando están cerradas o deben tener un bloqueo para evitar que el circuito de alimentación sea energizado mientras la puerta esté abierta. Las disposiciones para el candado o para agregar un candado al medio de desconexión deben colocarse sobre o en la puerta de acceso y deben permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté.

Cuando se usen puertas dando acceso a compartimientos internos que contengan equipos operando a tensiones mayores de 1000 volts corriente alterna o corriente continua deben tener un medio de desconexión equipado con bloqueos mecánicos para evitar el acceso mientras el equipo de calentamiento esté energizado, o las puertas de acceso deben poder bloquearse cuando están cerradas y tener un enclavamiento para evitar que el circuito de alimentación se energice mientras la(s) puerta(s) esté(n) abierta(s). Los paneles desmontables no utilizados normalmente para el acceso a esas partes se deben sujetar de modo que resulte inconveniente quitarlos.

665-23. Anuncios de prevención. Se deben fijar al equipo las etiquetas o anuncios de prevención que digan "**Peligro - Alta -Tensión - Manténgase Alejado**" y deben ser claramente visibles para toda persona que pueda entrar en contacto con partes energizadas, cuando las puertas están abiertas o cerradas o se hayan quitado paneles, de los compartimientos que contengan equipos operando a más de 150 volts de corriente alterna o corriente continua.

665-24. Capacitores. Para capacitores con valor nominal de 600 volts y menos, el tiempo y el medio de descarga deben estar de acuerdo con 460-6. Para capacitores con valor nominal de más de 600 volts el tiempo y el medio de descarga deben estar de acuerdo con 460-28. Se permitirán interruptores de presión internos en el capacitor, conectados a un dispositivo de interrupción del circuito como protección contra sobrecorriente del capacitor.

665-25. Blindaje del aplicador de calentamiento dieléctrico. Se deben usar jaulas protectoras o blindaje adecuado para resguardar los aplicadores de calentamiento dieléctrico. Se deben usar interruptores de enclavamiento en todas las puertas de acceso con bisagras, paneles deslizantes u otros medios de acceso fácil al aplicador de calentamiento. Todos los interruptores de enclavamiento deben estar conectados de manera que se quite toda la potencia al aplicador cuando cualquiera de las puertas o paneles de acceso esté abierta.

665-26. Puesta a tierra y unión. Se debe utilizar una unión al conductor de puesta a tierra de equipos o la unión entre unidades, o ambas, siempre que lo requiera el funcionamiento del circuito y para limitar a un valor seguro las tensiones de radiofrecuencia entre todas las partes expuestas no portadoras de corriente de los equipos y la tierra física, lo mismo que entre todas las partes de los equipos y los objetos que los rodean y entre tales objetos y la tierra física. Esta conexión al conductor de puesta a tierra de equipos y la unión debe instalarse de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250, Partes B y E.

NOTA: Bajo ciertas condiciones, el contacto entre el objeto que se calienta y el aplicador resulta en una condición insegura, como por ejemplo la erupción de material caliente. Esta condición insegura se puede evitar poniendo a tierra el objeto que se calienta y equipo de detección de tierra.

665-27. Marcado. Cada equipo de calentamiento debe suministrarse con una placa de datos proporcionando el nombre del fabricante, identificación del modelo y los siguientes datos de entrada: tensión de línea, frecuencia, número de fases, corriente máxima, kVA a máxima carga y factor de potencia a máxima carga. Se permiten datos adicionales en la placa de datos.

ARTÍCULO 668

CELDAS ELECTROLÍTICAS

668-1. Alcance. Este Artículo aplica a la instalación de los componentes eléctricos y accesorios de celdas electrolíticas, líneas de celdas electrolíticas y al suministro de energía a los procesos para la producción de aluminio, cadmio, cloro, cobre, flúor, peróxido de hidrógeno, magnesio, sodio, clorato de sodio y zinc.

Las disposiciones de este Artículo no incluyen a las celdas utilizadas como fuente de energía eléctrica, ni para procesos de galvanoplastia, ni a celdas utilizadas para la producción de hidrógeno.

NOTA: En general, cualquier línea de celdas o grupos de líneas de celdas operadas como una unidad para la producción de un metal, gas o compuestos químicos en particular, pueden diferir de otras líneas de celdas, que produzcan lo mismo, debido a las variaciones en las materias primas utilizadas, en la capacidad de salida, en el uso de métodos patentados y procesos apropiados y otros modificando factores en la medida que los requisitos establecidos en esta NOM resulten excesivamente restrictivos y hacer que no se cumplan los fines propuestos de la NOM.

668-2. Definiciones

Accesorios y equipo auxiliar de línea de celdas. Según lo indicado en este Artículo, los accesorios y equipo auxiliar de una línea de celdas incluyen, pero no están limitadas a: tanques auxiliares, tubería de proceso, ductos de trabajo, soportes estructurales, conductores visibles de la línea de celdas, tubo conduit y otras canalizaciones; bombas, equipo de posicionamiento y equipo de desconexión o de derivación de celdas. El equipo auxiliar incluye herramientas, máquinas para soldar, crisoles y otro equipo portátil usado para la operación y mantenimiento dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas electrolíticas.

En la zona de trabajo de la línea de celdas, el equipo auxiliar incluye las superficies conductoras descubiertas de grúas no puestas a tierra y el equipo montado en las grúas, para dar mantenimiento a las celdas.

Celda electrolítica. Un tanque o recipiente en el cual las reacciones electroquímicas son causadas por la aplicación de energía eléctrica con fines de procesos de refinación o producción de materiales de utilización definida.

Eléctricamente conectado. Una conexión capaz de conducir corriente, lo que la distingue de la conexión por inducción electromagnética.

Línea de Celdas. Un conjunto de celdas electrolíticas interconectadas eléctricamente y alimentadas por una fuente de corriente continua.

Zona de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas. La zona de trabajo de las líneas de celdas es el espacio en el cual normalmente se realiza la operación y el mantenimiento, sobre o cerca de las superficies energizadas descubiertas de las líneas de celdas electrolíticas o sus accesorios.

668-3. Otros Artículos aplicables

a) Alumbrado, ventilación, manejo de materiales. Los Capítulos 1 a 4 deben aplicarse a las acometidas, alimentadores, circuitos derivados y aparatos para suministrar energía a sistemas de alumbrado, de ventilación, manejo de materiales y similares, los cuales están fuera de la zona de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas.

b) Sistemas no conectados eléctricamente. Aquellos elementos de un sistema de suministro de energía a líneas de celdas que no estén conectados eléctricamente al sistema de alimentación de las celdas, tales como el primario de un transformador de dos devanados, el motor de un conjunto motor-generador, alimentadores, circuitos derivados, medios de desconexión, controles de motores y equipo de protección contra sobrecargas, deben cumplir con las disposiciones aplicables de esta NOM.

c) Líneas de celdas electrolíticas. Las líneas de celdas electrolíticas deben cumplir con las disposiciones de los Capítulos 1, 2, 3 y 4 con excepción de lo que se modifica en los incisos (1) a (4) siguientes

1) Conductores. Los conductores de las líneas de celdas electrolíticas no requieren cumplir con las disposiciones de los Artículos 110, 210, 215, 220 y 225 (Véase 668-11).

2) Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los circuitos de energía de los procesos con celdas electrolíticas en corriente continua no requiere cumplir con los requisitos del Artículo 240.

3) Puesta a tierra. El equipo ubicado o usado dentro de la zona de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas o asociado con los circuitos de energía eléctrica en corriente continua de las líneas de celdas, no requieren cumplir con las disposiciones del Artículo 250.

4) Zona de trabajo. Las celdas electrolíticas, sus accesorios y el alambrado de equipo y dispositivos auxiliares que estén dentro de la zona de trabajo de las líneas de celdas no requieren cumplir con las disposiciones de los Artículos 110, 210, 215, 220 y 225 (Véase 668-30).

NOTA: Véase 668-15 para puesta a tierra de equipos, aparatos y componentes estructurales.

668-10. Zona de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas.

a) Área cubierta. El espacio comprendido por la zona de trabajo de las líneas de celdas debe abarcar los espacios que cumplan cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) No menos de 2.50 metros sobre superficies energizadas de líneas de celdas electrolíticas o sobre sus accesorios energizados.
- (2) Abajo de superficies energizadas de líneas de celdas electrolíticas o de sus accesorios energizados, siempre y cuando el espacio libre debajo sea menor de 2.50 metros.

- (3) No menos de 90 centímetros medido horizontalmente desde la superficie energizada de las líneas de celdas electrolíticas o de sus accesorios energizados o desde el espacio comprendido descrito en (1) y (2) inmediatos anteriores.

b) Áreas no cubiertas. No se exigirá que la zona de trabajo de líneas de celdas electrolíticas se extienda más allá de paredes, pisos, techos, cercas o similares.

668-11. Alimentación de corriente continua a las líneas de celdas electrolíticas

a) No puesta a tierra. No se requiere conexión de puesta a tierra de los conductores de alimentación en corriente continua, de líneas de celdas electrolíticas.

b) Puesta a tierra de las envolventes metálicas. Las envolventes metálicas de los aparatos de alimentación en corriente continua en líneas de celdas electrolíticas que operan a una diferencia de potencial entre terminales de más de 50 volts deben ser puestas a tierra por uno de los siguientes medios:

- (1) A través de equipo con relevadores de protección.
- (2) Conductor de cobre de puesta a tierra de tamaño nominal no menor que 67.4 mm^2 (2/0 AWG), o un conductor de igual o mayor conductancia.

c) Requisitos de conexión de puesta a tierra. Las conexiones de puesta a tierra requeridas en (b), deben instalarse de acuerdo con lo indicado en 250-8, 250-10, 250-12, 250-68 y 250-70.

668-12. Conductores de líneas de celdas electrolíticas

a) Aislamiento y material. Los conductores de líneas de celdas electrolíticas deben ser desnudos, cubiertos o aislados; de cobre, aluminio, acero u otro material adecuado.

b) Tamaño. El área de la sección transversal de los conductores de líneas de celdas electrolíticas debe ser tal, que el aumento de temperatura bajo condiciones de carga máxima, a temperatura ambiente máxima, no exceda la temperatura de operación segura del aislamiento del conductor o el material de los soportes del conductor.

c) Conexiones. Los conductores de las líneas de celdas electrolíticas deben empalmarse mediante conectores, que pueden ser atornillados, de grapa, soldados o de compresión.

668-13. Medios de desconexión

a) Más de una fuente de alimentación. Cuando haya más de una fuente de alimentación de corriente continua para una misma línea de celdas electrolíticas debe proveerse de medios de desconexión a cada circuito de cada fuente de alimentación para desconectar ésta de las celdas en línea.

b) Puentes o conductores removibles. Se permite usar puentes o conductores removibles como medios de desconexión.

668-14. Medios de derivación en paralelo

a) Derivación en paralelo parcial o total. Se permite la derivación en paralelo parcial o total de la corriente del circuito en una o más celdas de la línea de celdas electrolíticas.

b) Derivación en paralelo de una o más celdas. Los conductores, desconectores o combinación de conductores y desconectores usados para la derivación en paralelo de una o más celdas, deben cumplir con los requisitos indicados en 668-12.

668-15. Puesta a tierra. El equipo, aparatos y componentes estructurales que requieren ser puestos a tierra según el Artículo 668 deben cumplir con lo establecido en el Artículo 250, excepto que no se requerirá utilizar una tubería de agua como electrodo. Se permite utilizar cualquier electrodo o combinación de electrodos de los descritos en 250-52.

668-20. Equipo eléctrico portátil

a) El equipo eléctrico portátil no debe ser puesto a tierra. Las envolventes y armazones de equipo eléctrico portátil usado dentro de la zona de trabajo de una línea de celdas, no deben ser puestos a tierra.

Excepción 1: Cuando la tensión del circuito de la línea de celdas no exceda 200 volts corriente continua, se permitirá poner a tierra dichas envolventes y armazones.

Excepción 2: Se permitirá que las envolventes y armazones sean puestas a tierra cuando estén protegidas.

b) Transformadores de aislamiento. El equipo portátil conectado eléctricamente mediante cordón flexible, de uso manual, con envoltentes y armazones no puestos a tierra, usado dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas, se deben conectar a contactos que tengan solamente conductores de fase, tal como un circuito derivado alimentado por un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra.

c) Marcado. El equipo eléctrico portátil no puesto a tierra debe marcarse de manera distintiva y emplear clavija y contactos de configuraciones tales que eviten la conexión de este equipo a contactos con puesta a tierra, y que eviten el intercambio inadvertido entre equipo eléctrico portátil puesto a tierra y equipo no puesto a tierra.

668-21. Circuitos de equipo eléctrico portátil

a) Circuitos aislados. Los circuitos que suministran energía a contactos no puestos a tierra para equipo conectado con cordón deben aislarse eléctricamente de cualquier sistema de distribución que suministre a áreas diferentes de la zona de trabajo de la línea de celdas y no deben estar puestos a tierra. La energía para estos circuitos debe ser suministrada a través de transformadores de aislamiento. El primario de estos transformadores debe operar a no más de 1000 volts entre conductores y debe estar provisto de una adecuada protección contra sobrecorriente. La tensión del secundario de los transformadores de aislamiento no debe exceder 300 volts entre conductores y ninguno de los circuitos del secundario debe ser puesto a tierra; todos los circuitos deben tener dispositivos adecuados contra sobrecorriente de una capacidad apropiada a cada conductor.

b) No intercambiables. Los contactos y clavijas que hagan juego, para equipo no puesto a tierra, no deben tener previsiones para un conductor de puesta a tierra, y deben ser de una configuración que evite su uso en equipos que requieran ser puestos a tierra.

c) Marcado. Los contactos de los circuitos alimentados por un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra deben estar marcados en forma distintiva y no deben usarse en otros lugares de la planta.

668-30. Equipo eléctrico fijo y portátil

a) Equipo que no requiere ser puesto a tierra. Los sistemas de corriente alterna que alimenten a equipo eléctrico fijo y portátil dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas no requieren ser puestos a tierra.

b) Superficies conductoras descubiertas que no requieren ser puestas a tierra. Las superficies conductoras descubiertas, como cubiertas de equipo eléctrico, envoltentes, cajas, motores, canalizaciones y similares, que estén dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas en, no requieren ser puestas a tierra.

c) Método de alambrado. Los dispositivos eléctricos auxiliares como motores, transductores, sensores, dispositivos de control y alarmas, montados sobre una celda electrolítica u otras superficies energizadas, deben conectarse al sistema de alambrado de la planta por alguno de los siguientes medios:

(1) Un cordón multiconductor de uso rudo.

(2) Alambre o cable en canalizaciones adecuadas, charolas portacables metálicas o no metálicas. Si se utiliza tubo conduit metálico, charolas portacables, cables armados o sistemas metálicos similares, se deben instalar con barreras aislantes, de manera que no causen una condición potencialmente peligrosa.

d) Protección de circuitos. No se requiere la protección de circuitos para sistemas de control e instrumentación que estén totalmente dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas.

e) Unión. Se permite hacer uniones del equipo eléctrico fijo con las superficies conductoras de la línea de celdas, sus accesorios o aditamentos auxiliares. Cuando el equipo eléctrico fijo esté montado sobre una superficie conductiva energizada, el equipo debe unirse a esa superficie.

668-31. Conexiones auxiliares no eléctricas. Las conexiones auxiliares no eléctricas a una celda electrolítica, tales como mangueras de aire, mangueras de agua y similares, sus accesorios o equipo auxiliar, no deben tener como refuerzo alambres, blindajes o mallas conductoras. Las mangueras deben ser de material no conductor.

668-32. Grúas y montacargas

a) Superficies conductoras que deben aislarse de tierra. Las superficies conductoras de grúas y montacargas que entran en la zona de trabajo de la línea de celdas no requieren ser puestas a tierra.

b) Condiciones eléctricas peligrosas. Los controles remotos de grúas y montacargas que puedan introducir condiciones eléctricas peligrosas dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas deben emplear uno o más de los siguientes sistemas:

- (1) Circuito de control separado y no puesto a tierra, de conformidad con lo indicado en 668-21 (a).
- (2) Cable no conductor del operador para soporte de accesorios de control remoto.
- (3) Estación de botones colgante con medios de soporte no conductores y que tengan superficies no conductoras o superficies conductoras descubiertas no puestas a tierra.
- (4) Radiocomunicación.

668-40. Envoltentes. Cuando exista un sistema de ventilación de corriente de aire natural que prevenga la acumulación de gases, se permitirá utilizar envoltentes de uso general para equipos eléctricos.

ARTÍCULO 669

GALVANOPLASTIA

669-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a las instalaciones de los componentes eléctricos y equipos accesorios que suministran energía y control para galvanización, anodización, electropulido y separación de metales por medios electrolíticos. Para los propósitos de este Artículo, el término galvanoplastia se usa para identificar cualquiera de estos procesos.

669-3. Disposiciones generales. Los equipos utilizados en procesos de galvanoplastia deben identificarse para tal servicio.

669-5. Conductores de circuitos derivados. Los conductores de los circuitos derivados que alimenten a una o más unidades deben tener una ampacidad no menor que 125 por ciento de la carga total conectada. La ampacidad de las barras colectoras debe cumplir con lo establecido en 366-23.

669-6. Métodos de alambrado. Los conductores que conecten el equipo del tanque del electrolito al equipo de conversión deben ser como en (a) y (b).

a) Sistemas de hasta 60 volts en corriente continua. Se permite el tendido de conductores aislados sin soportes aislados, si están protegidos contra daño físico. Se permiten conductores desnudos de cobre o de aluminio cuando estén soportados sobre aisladores.

b) Sistemas de más de 60 volts en corriente continua. Se permite el tendido de conductores aislados sobre soportes aislados, si están protegidos contra daño físico. Se permiten conductores desnudos de cobre o de aluminio cuando estén soportados sobre aisladores y resguardados contra contactos accidentales hasta el punto de terminación, de acuerdo con lo indicado en 110-27.

669-7. Anuncios de advertencia. Se deben colocar avisos de advertencia para indicar la presencia de conductores desnudos.

669-8. Medios de desconexión

a) Más de una fuente de alimentación. Cuando más de una fuente de alimentación alimenta el mismo sistema de corriente continua, se debe proveer de un medio de desconexión en el lado de corriente continua de cada fuente de alimentación.

b) Puentes o conductores removibles. Se permiten puentes o conductores removibles como medios de desconexión.

669-9. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de corriente continua deben protegerse contra sobrecorriente por uno o más de los medios siguientes:

- (1) Fusibles o interruptores automáticos,
- (2) Un dispositivo sensor de corriente eléctrica que accione un medio de desconexión,
- (3) Otros dispositivos aprobados.

ARTÍCULO 670

MAQUINARIA INDUSTRIAL

670-1. Alcance. Este Artículo cubre las definiciones de, los datos de placa de maquinaria industrial, y el tamaño y protección contra sobrecorriente de los alimentadores para maquinaria industrial.

NOTA: Para información sobre los requisitos de los espacios de trabajo para equipos que contienen terminales de los conductores de alimentación, véase la sección 110-26.

670-2. Definición de maquinaria industrial (Máquina). Para el propósito de este Artículo, la maquinaria industrial es un equipo (o un grupo de máquinas trabajando juntas, en una forma coordinada), accionado por energía eléctrica, que no se puede transportar manualmente mientras está funcionando que se utiliza para procesar materiales mediante corte, formado, presión laminado; técnicas eléctricas, térmicas u ópticas; o una combinación de estos procesos. Se puede incluir al equipo asociado utilizado para transferir material o las herramientas, incluyendo sus accesorios para el ensamble/desensamble, para inspección o pruebas o para empacar. (El equipo eléctrico asociado, incluyendo los controladores lógicos y su programación asociada, junto con los actuadores y sensores se considera parte de la máquina industrial).

670-3. Placas de datos de la máquina

a) Placa de datos permanente. Se debe fijar sobre la envolvente del control del equipo, o en la misma máquina, en un lugar que sea fácilmente visible después de la instalación, una placa de datos permanente en la que se indique lo siguiente:

- (1) Tensión de alimentación, número de fases, frecuencia y corriente a plena carga.
- (2) Corriente nominal máxima de los dispositivos de protección contra fallas a tierra y cortocircuito.
- (3) Corriente nominal del motor más grande (de la placa de datos del motor) o de la carga.
- (4) Corriente de cortocircuito del panel de control de la máquina industrial con base en uno de los siguientes:
 - a. Corriente de cortocircuito marcada en la envolvente del control o ensamble de la máquina.
 - b. Corriente de cortocircuito establecida utilizando un método aprobado.
- (5) Número del diagrama eléctrico o número del índice de los diagramas eléctricos.

La corriente a plena carga indicada en la placa de datos no debe ser menor que la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores y de otro equipo, que pudieran estar operando al mismo tiempo bajo condiciones normales de uso. Cuando cargas o ciclos de trabajo no usuales requieran conductores de mayor o de menor tamaño, la capacidad requerida debe incluirse en la corriente de plena carga marcada. Cuando haya más de un circuito de alimentación, la placa de datos debe de llevar la información anterior, para cada circuito.

b) Protección contra sobrecorriente. Cuando se suministre protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 670-4(c), la máquina se debe marcar "Protección contra sobrecorriente en las terminales de alimentación de la máquina".

670-4. Conductores alimentadores y protección contra sobrecorriente

a) Tamaño. El tamaño de los conductores de alimentación debe ser tal que tenga una ampacidad no menor que 125 por ciento de la corriente a plena carga de las cargas de calentamiento resistivas, más 125 por ciento del motor más grande, más la suma de todas las corrientes a plena carga de los restantes motores y aparatos conectados, basados en su régimen de trabajo y que puedan operar al mismo tiempo.

NOTA 1: Ver las Tablas de ampacidad de 0 a 2000 volts del Artículo 310 para ampacidad de los conductores de 600 volts y menos.

NOTA 2: Ver 430-22(e) y 430-26 para requerimientos de régimen de trabajo.

b) Medios de desconexión. Una máquina debe ser considerada como una sola unidad, por lo tanto, debe tener un medio de desconexión. Este medio de desconexión se permite que sea alimentado por circuitos derivados protegidos por fusibles o por interruptores automáticos. El medio de desconexión no requiere de protección contra sobrecorriente.

c) Protección contra sobrecorriente. Cuando forme parte de la máquina, la protección contra sobrecorriente para cada circuito de alimentación, debe consistir de un interruptor automático o de un juego de fusibles. La máquina debe tener los datos requeridos en 670-3 y los conductores de alimentación se consideran como alimentadores o como derivaciones, según se indica en 240-21.

El valor nominal o ajuste de la protección contra sobrecorriente para el circuito que alimenta a la máquina, no debe ser mayor que la suma del valor nominal o ajuste más alto del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra suministrado con la máquina, más 125 por ciento de la corriente a plena carga de todas las cargas de calentamiento resistivas, más la suma de todas las corrientes a plena carga de todos los demás motores y aparatos que puedan funcionar al mismo tiempo.

Excepción: Cuando uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores contra cortocircuito de motores se utilice para protección de circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra de motores, según se permite en 430-52(c), el procedimiento anterior se aplicará con la siguiente condición: para propósitos de cálculo, cada interruptor automático de disparo instantáneo o protector contra cortocircuito de motor, debe tener un valor nominal que no exceda el máximo por ciento de la corriente del motor a plena carga permitido en la Tabla 430-52 para el tipo de dispositivo de protección utilizado en el circuito de alimentación de la máquina.

Cuando no se proporciona con la máquina el dispositivo de protección contra falla a tierra y contra cortocircuito del circuito derivado, el valor nominal o el ajuste de disparo del dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe basar en lo indicado en 430-52 o 430-53, según sea aplicable.

670-5. Capacidad de cortocircuito.

(1) No se debe instalar maquinaria industrial cuando la corriente disponible de cortocircuito que se puede presentar exceda la corriente de corto circuito marcada de acuerdo con 670-3(a)(4)

(2) La maquinaria industrial debe estar marcada en campo de una manera legible, con la corriente máxima disponible de cortocircuito. Las marcas en campo deben incluir la fecha del cálculo de la corriente de cortocircuito y ser de suficiente durabilidad para que resista el medio ambiente involucrado.

670-6. Protección contra sobretensiones. La maquinaria industrial con circuitos de seguridad bloqueables debe tener instalada protección contra sobretensiones.

ARTÍCULO 675**MÁQUINAS DE RIEGO OPERADAS O CONTROLADAS ELÉCTRICAMENTE****Parte A. Disposiciones generales**

675-1. Alcance. Este Artículo se aplica a máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente, así como a los circuitos derivados y controladores ese equipo.

675-2. Definiciones

Anillos colectores. Son un ensamble de anillos deslizantes para transferir energía eléctrica de un elemento estacionario a un elemento rotatorio.

Máquina de riego. Máquina que se opera o controla eléctricamente, con uno o más motores y que es usada principalmente para transportar y distribuir agua para propósitos agrícolas.

Máquina de riego con pivote central. Máquina con varios motores que gira alrededor de un eje central y emplea interruptores de alineamiento o dispositivos similares para el control individual de los motores.

675-4. Cables para máquinas de riego

a) Construcción. Los cables para interconectar envolventes en la estructura de una máquina de riego deben ser un ensamble de conductores aislados y trenzados con relleno no higroscópico, con núcleo de material no metálico, con un relleno higroscópico y no absorbente en un núcleo de material no metálico resistente a la humedad y a las llamas, superpuesto con una cubierta y forrado con material no metálico resistente a la humedad, a la corrosión y a los rayos solares.

El aislamiento de los conductores debe ser cualquier tipo incluido en la Tabla 310-104(a) para una temperatura de operación de 75 °C y para uso en lugares húmedos. El material aislante del núcleo debe tener un espesor no menor a 0.76 milímetros y el recubrimiento metálico debe tener un espesor no menor a 0.20 milímetros. El espesor del material de la cubierta no debe ser menor a 1.27 milímetros.

Se permite en el mismo cable una combinación de conductores de fuerza, control y puesta a tierra.

b) Métodos alternativos de alambrado. Se permitirá instalar otros cables que cumplan con los requisitos de construcción del inciso anterior.

c) Soportes. El cable de riego debe soportarse por medio de abrazaderas, cintillas o accesorios similares diseñados para este propósito e instalados de tal manera que no dañen el cable. El cable debe soportarse a intervalos no mayores a 1.20 metros.

d) Accesorios. Se deben instalar herrajes en todos los puntos de terminación del cable de riego. Los herrajes deben estar diseñados para uso con el tipo de cable y ser adecuados para las condiciones de servicio.

675-5. Más de tres conductores en una canalización o cable. Los conductores de señalización y control en un ducto o en un cable, no deben ser tomados en consideración para propósitos de ajuste de ampacidad como se requiere en 310-15(b)(3)(a).

675-6. Marcado en el panel de control principal. El panel de control principal debe tener una placa de datos con la siguiente información:

- (1) Nombre del fabricante, tensión nominal, número de fases y frecuencia.
- (2) Corriente nominal de la máquina.
- (3) Capacidad del medio de desconexión principal y el valor de la protección contra sobrecorriente requerida.

675-7. Valores equivalentes de corriente. Cuando la operación de la máquina no sea intermitente, se deben utilizar las disposiciones del Artículo 430 para determinar los valores de los controladores, medios de desconexión y conductores. Cuando la máquina de riego es de operación intermitente, se deben hacer las siguientes consideraciones para determinar los valores equivalentes de corriente.

a) Valor de corriente en operación continua. El valor equivalente de corriente en operación continua para la selección de los conductores en circuitos derivados y protección contra sobrecorriente, debe ser de 125 por ciento de la corriente de placa a plena carga del motor de mayor capacidad, más la suma de las corrientes de placa a plena carga de todos los motores del circuito, multiplicados por el máximo porcentaje del régimen de trabajo al cual ellos pueden operar continuamente.

b) Corriente de rotor bloqueado. La corriente equivalente a rotor bloqueado debe ser igual a la suma de las corrientes a rotor bloqueado de los dos motores de mayor capacidad, más 100 por ciento de la suma de las corrientes de placa a plena carga de todos los motores restantes del circuito.

675-8. Medios de desconexión

a) Controlador principal. El controlador utilizado para arranque y paro de toda la máquina debe cumplir los siguientes requisitos:

- (1) Una corriente de operación continua no menor que los valores especificados en 675-7(a) ó 675-22(a).
- (2) Un valor en HP no menor que los valores indicados en la Tabla 430-251 (a) y Tabla 430-251 (b) basados en la corriente equivalente a rotor bloqueado especificada en 675-7(b) y 675-22(b).

Excepción: Un interruptor de caja moldeada no necesita que se especifique su valor nominal en HP.

b) Medio de desconexión principal. El medio de desconexión principal de la máquina debe proporcionar protección contra sobrecorriente, debe estar en el punto de conexión de la alimentación a la máquina o estar a la vista y a no más de 15.00 metros de la máquina, y debe ser de fácil y rápido acceso y poderse bloquear en la posición de abierto de acuerdo con lo establecido en la sección 110-25. Este medio de desconexión debe tener una corriente nominal y una potencia nominal (en HP) no inferiores a las exigidas para el controlador principal.

Excepción: Los interruptores automáticos que no indican su capacidad de potencia en HP se permiten si están de acuerdo con lo indicado en 430-109.

Excepción: Un interruptor de caja moldeada no necesita que se especifique su valor nominal en HP.

c) Medios de desconexión para controladores y motores individuales. Se debe proveer un medio de desconexión para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase de cada motor y controlador, y debe localizarse como lo requiere el Artículo 430 Parte I. Este medio de desconexión no tiene que ser de fácilmente accesible.

675-9. Conductores del circuito derivado. Los conductores del circuito derivado deben tener una ampacidad no menor que la que se especifica en 675-7(a) ó 675-22(a).

675-10. Varios motores en un circuito derivado.

a) Protección requerida. Se permitirá instalar varios motores que no excedan de 1.50 kW (2 HP), siempre y cuando el circuito de la máquina de riego esté protegido a no más de 30 amperes en 1000 volts o menos, siempre que cumplan las siguientes condiciones:

- (1) La corriente a plena carga de cualquier motor en el circuito no supere 6 amperes.
- (2) Cada motor en el circuito debe tener protección contra sobrecarga de acuerdo con 430-32.
- (3) Las derivaciones a cada motor individual no deben ser de tamaño menor a 2.08 mm² (14 AWG) y con una longitud que no exceda 7.00 metros.

b) Protección individual no requerida. No se requiere protección contra cortocircuito en el circuito derivado para motores y controladores, cuando se ha cumplido con lo establecido en 675-10(a).

675-11. Anillos colectores.

a) Transmisión de corriente para propósitos de potencia. El anillo colector debe soportar una corriente no menor que 125 por ciento de la corriente de plena carga del mayor dispositivo alimentado más 100 por ciento de la corriente de plena carga de todos los demás dispositivos alimentados o como se indica en 675-7(a) o 675-22(a).

b) Para propósitos de señal o control. Los anillos colectores para señalización y control deben tener una ampacidad no menor que 125 por ciento de la corriente del mayor dispositivo alimentado, más la suma de las corrientes de plena carga de todos los demás dispositivos alimentados.

c) Puesta a tierra. El anillo colector para la puesta a tierra debe tener una capacidad no menor que la determinada de acuerdo con 675-11(a).

d) Protección. Los anillos colectores deben protegerse contra las condiciones ambientales y de contacto accidental por medio de envoltentes adecuadas.

675-12. Conexión de puesta a tierra. El siguiente equipo debe tener conexión de puesta a tierra:

- (1) Todo equipo eléctrico en la máquina de riego.
- (2) Todo equipo eléctrico asociado con la máquina de riego.
- (3) Todas las cajas metálicas de empalmes y envoltentes.
- (4) Los tableros de control o equipo de control para el suministro o control del equipo eléctrico en la máquina de riego.

Excepción: La conexión de puesta a tierra no se requiere en máquinas donde se han cubierto los siguientes requisitos:

- a. Si la máquina es controlada eléctricamente, pero no es impulsada eléctricamente.
- b. La tensión de control es de 30 volts o menos.
- c. Los controladores o señales son de corriente limitada de acuerdo con lo especificado en el Capítulo 10, Tablas 11(a) y 11(b).

675-13. Método de puesta a tierra. Las máquinas que requieren de conexión de puesta a tierra deben tener un conductor de puesta a tierra de equipo, no conductor de corriente, como parte integral de cada cordón, cable o canalización. Este conductor de puesta a tierra debe dimensionarse, de manera que no sea menor que el mayor conductor portador de corriente en cada cordón, cable o canalización. Los conductores del alimentador para una máquina de riego deben tener un conductor de puesta a tierra de equipo de tamaño determinado como se establece en la Tabla 250-122.

675-14. Conexión de puesta a tierra. Cuando se requiere conexión de puesta a tierra en una máquina de riego, la estructura metálica de la máquina, las canalizaciones metálicas y la pantalla metálica del cable deben estar conectadas al conductor de puesta a tierra. Se debe considerar como una trayectoria aceptable de unión el contacto de metal a metal con una parte que esté conectada eléctricamente al conductor de puesta a tierra y a las partes no conductoras de corriente de la máquina.

675-15. Protección contra descargas atmosféricas. Si una máquina de riego tiene un punto estacionario, se debe colocar un electrodo de puesta a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250 Parte C, en ese punto, como medio de protección contra descargas atmosféricas.

675-16. Suministro con más de una fuente de alimentación. El equipo dentro de una misma envoltente que recibe energía eléctrica de más de una fuente no requiere medios de desconexión para la fuente adicional, cuando la tensión suministrada es 30 volts o menos y cumple con los requerimientos del Artículo 725 Parte C.

675-17. Conectores. Las clavijas y conectores exteriores sobre el equipo deben ser a prueba de intemperie.

A menos a que se suministren únicamente para que cumplan con lo establecido en el Artículo 725 Parte C, las clavijas y conectores deben ser construidos como se especifica en 250-124(a).

B. Máquinas de riego con pivote central

675-21. Generalidades. Las disposiciones de esta parte cubren requerimientos especiales adicionales que son peculiares a las máquinas de riego con pivote central. Véase 675-2 para la definición de máquinas de riego con pivote central.

675-22. Valores de corriente equivalentes. Para establecer los valores de capacidad de conducción de corriente de controladores, medios de desconexión y ampacidad de conductores para el trabajo intermitente de este tipo de máquinas, se debe considerar lo siguiente:

a) Operación continua. La corriente equivalente de funcionamiento continuo para la selección de los conductores y de los dispositivos del circuito derivado debe ser igual al 125 por ciento de la corriente nominal a plena carga de la placa de datos del motor más grande, más el 60 por ciento de la suma de todas las corrientes a plena carga de la placa de datos del resto de los motores del circuito.

b) Corriente a rotor bloqueado. La corriente equivalente a rotor bloqueado debe ser igual a la suma de dos veces la corriente a rotor bloqueado del motor más grande, más 80 por ciento de la suma de las corrientes a plena carga de todos los demás motores conectados al circuito.

ARTÍCULO 680**ALBERCAS, FUENTES E INSTALACIONES SIMILARES****Parte A. Disposiciones generales**

680-1. Alcance. Este Artículo se aplica a la construcción e instalación del sistema de alambrado eléctrico para equipo situado dentro o adyacente a las albercas de natación, terapéuticas y decorativas, chapoteaderos, fuentes de ornato, bañeras térmicas y fuentes de aguas termales, bañeras de hidromasaje, tanto si están instaladas permanentemente o son almacenables, y a todo equipo metálico auxiliar tales como bombas, filtros y equipo similares. El término cuerpo de agua que se usa a lo largo de la Parte A se aplica a todos los cuerpos de agua tratados en este alcance, a menos que se modifique en contrario.

680-2. Definiciones

Alberca. Equipo fabricado o construido en sitio, diseñado para contener agua en forma permanente o semipermanente y que se usa para natación, chapotear, inmersión o terapéuticas.

Albercas de natación, de inmersión, chapoteadero o terapéutica, instaladas permanentemente. Son aquellas que están construidas en el piso o parcialmente sobre el piso y que sean capaces de contener agua con una profundidad mayor de 1.00 metro y todas las albercas instaladas dentro de un inmueble, independientemente de la profundidad, esté o no alimentada por circuitos eléctricos de cualquier naturaleza.

Albercas de natación, de inmersión o chapoteadero desmontables. Son aquellas que están construidas en el piso, o parcialmente sobre el piso y que sean capaces de contener agua con una profundidad mayor de 1.00 metro, o una alberca con paredes no metálicas o de polímero moldeado o inflable con paredes de tela, sin importar sus dimensiones.

Ascensor eléctrico para piscina. Un ascensor eléctrico para piscina que proporciona accesibilidad a o de la alberca o spa para personas con discapacidad.

Cubierta de alberca eléctricamente accionada. Equipo accionado con motor, diseñado para cubrir y descubrir la superficie del agua de una alberca por medio de una cubierta flexible o de estructura rígida.

Cubierta porta-luminaria. Estructura diseñada para contener una luminaria de nicho húmedo y destinado para instalarse en una alberca o en la estructura de una fuente.

Ensamble de equipos para tina de hidromasaje. Unidad ensamblada en fábrica consistente en circuladores de agua, calentadores y equipo de control montados en una base común, destinada para operar una tina de hidromasaje. El equipo puede incluir bombas, sopladores de aire, calentadores, luces, controles, generadores de desinfectante y otros.

Ensamble de equipos para tina terapéutica o tanque hidroterapéutico. Unidad auto-contenida ensamblada en fábrica consistente en circuladores de agua, calentadores y equipo de control montados en una base común, destinada para operar una tina terapéutica o tanque hidroterapéutico. El equipo puede incluir bombas, sopladores de aire, calentadores, luces, controles, generadores de desinfectante y otros.

Ensamble de iluminación a través de la pared. Un ensamble de iluminación para instalarse a nivel, sobre o a través de la pared de una alberca, que consiste en dos grupos de componentes interconectados, separados por la pared de la alberca.

Equipo de iluminación conectado con cordón y clavija. Es un ensamble de iluminación que consiste en una luminaria destinada para montarse en la pared de una tina de hidromasaje, o alberca almacenable y un transformador conectado con cordón y clavija.

Equipo estacionario. Equipo que no se puede mover fácilmente de un lugar a otro en uso normal.

Equipo fijo. Equipo que está sujeto o asegurado con otro medio en un lugar específico.

Equipo portátil. Equipo que es efectivamente se mueve o que puede ser fácilmente movido de un lugar a otro durante el uso normal.

Fuente. Fuentes, albercas decorativas, albercas de exhibición, y espejos de agua. Esta definición no incluye los bebederos de agua.

Fuentes y espejos de agua decorativos instalados permanentemente. Las que están construidas en la tierra o sobre ella o en un inmueble, de manera que la fuente no pueda ser fácilmente desarmada para almacenarla, esté o no alimentada por circuitos eléctricos de cualquier naturaleza. Estas unidades están construidas principalmente por su valor estético y no para nadar o chapotear.

Límite de baja tensión de contacto. Una tensión que no supera los siguientes valores:

- (1) 15 volts (rms) para corriente alterna senoidal
- (2) 21.2 volts pico para corriente alterna no senoidal
- (3) 30 volts continuos para corriente continua.
- (4) 12.4 volts pico para corriente continua que es interrumpida dentro de un rango de 10 a 200 hertz

Luminaria de nicho húmedo. Luminaria para ser instalada en una cubierta porta-luminaria colocada en una alberca o estructura de fuente, donde la luminaria está completamente rodeada completamente por agua.

Luminaria de nicho seco. Luminaria para ser instalada en el piso o en las paredes de una alberca, una tina de hidromasaje o una fuente, en un nicho que está sellado contra la entrada de agua.

Luminaria sin nicho: Es un equipo de iluminación diseñado para instalarse sin un nicho encima o debajo del agua.

Nivel máximo de agua. Nivel más alto que puede alcanzar el agua antes de derramarse.

Tina de hidromasaje. Una tina instalada permanentemente, equipada con un sistema de tubería de recirculación, bomba y equipo asociado, diseñada de manera que pueda recibir, circular y descargar agua después de cada uso.

Alberca de hidromasaje. Una alberca de hidromasaje para uso recreacional o terapéutico, no localizada en instalaciones de cuidado de la salud, diseñada para la inmersión de personas y que tiene un filtro, calentador y sopladores de aire accionados por motor. Estas albercas se pueden instalar dentro de un local, a la intemperie, sobre el piso o una estructura de soporte. Generalmente una tina de hidromasaje no está diseñada o prevista para que su contenido sea vaciado después de cada uso.

Tina de hidromasaje autocontenida. Unidad prefabricada que consta de un recipiente para tina de hidromasaje, con todo el equipo de circulación del agua, calefacción y control como parte integral de la unidad. El equipo puede incluir bombas, sopladores de aire, calentadores, luces, controles, generadores de desinfectante y otros.

Tina terapéutica o tanque hidroterapéutico autocontenidos. Unidad prefabricada que consta de una tina terapéutica o tanque hidroterapéutico, con todo el equipo de circulación del agua, calefacción y control como parte integral de la unidad. El equipo puede incluir bombas, sopladores de aire, calentadores, controles de luces, generadores de desinfectante y otros.

680-4. Aprobación del equipo. Todo equipo eléctrico instalado en el agua, en las paredes, en las banquetas, de albercas, fuentes e instalaciones similares, debe cumplir con las disposiciones de este Artículo.

680-5. Interruptores de circuito por falla a tierra. Los interruptores de circuito por falla a tierra deben ser unidades autocontenidas, de tipo interruptor automático, contacto, u otros aprobados.

680-6. Puesta a tierra. El equipo eléctrico debe estar puesto a tierra de acuerdo con las Parte E, F y G del Artículo 250 y conectado con métodos de alambrado del Capítulo 3, excepto lo modificado por este Artículo. Los siguientes equipos deben estar puestos a tierra:

- (1) Ensamblajes de iluminación a través de la pared y luminarias bajo el agua, diferentes de aquellos productos de alumbrado de baja tensión aprobados para usarlos sin un conductor de puesta a tierra.
- (2) Todo el equipo eléctrico ubicado dentro de una distancia de 1.50 metros de la pared interior del cuerpo de agua especificado.
- (3) Todo el equipo eléctrico asociado con el sistema de recirculación de agua del cuerpo de agua especificado.
- (4) Cajas de empalme
- (5) Envolventes de transformadores y los equipos de suministro de energía
- (6) Interruptores de circuito contra fallas a tierra
- (7) Tableros de distribución que no forman parte del equipo de acometida y que alimentan a cualquier equipo eléctrico asociado con el cuerpo de agua especificado.

680-7. Terminales de puesta a tierra y unión.

Las terminales de puesta a tierra y unión deben estar identificadas para uso en un medio ambiente mojado y corrosivo. La conexión en campo de puesta a tierra y unión instalada en un medio ambiente húmedo, mojado o corrosivo debe estar compuesta de cobre, aleación de cobre o acero inoxidable. Deben estar aprobadas para estar enterradas.

680-8. Equipo conectado con cordón y clavija. Los equipos fijos o estacionarios, para una alberca permanente que no sean aparatos de alumbrado bajo el agua, pueden conectarse con un cordón flexible y clavija, para facilitar su remoción o desconexión para mantenimiento o reparación.

a) Longitud. En albercas que no sean almacenables, el cordón flexible no debe tener más de 90 centímetros de longitud.

b) Puesta a tierra de equipos. El cordón flexible debe tener un conductor de puesta a tierra de equipos, de cobre y dimensionado de acuerdo con 250-122 pero de tamaño mínimo de 3.31 mm² (12 AWG). El cordón debe terminar en una clavija de conexión del tipo puesta a tierra.

c) Construcción. Los conductores de puesta a tierra de equipos deben estar conectados a una parte metálica fija del ensamble. La parte removible se debe montar sobre la parte metálica fija o se debe unir a ella.

680-9. Separación de conductores aéreos. Los conductores aéreos deben cumplir con los requisitos de separación de esta sección. Cuando se indica una separación mínima desde el nivel del agua, la medición se debe hacer desde el nivel máximo de agua del cuerpo de agua especificado.

a) Fuerza. Con respecto a los conductores de bajada de acometida, conductores de acometida aérea, alambrado aéreo a la vista, las albercas de natación e instalaciones similares deben cumplir con la distancia mínima que se establece en la Tabla 680-9(a) y se ilustra en la Figura 680-9(a).

NOTA: El alambrado aéreo a la vista, tal como se usa en este Artículo, por lo general se refiere al conductor o conductores que no están en una canalización cerrada.

b) Sistemas de comunicaciones. Los cables coaxiales de comunicaciones, radio y televisión dentro del alcance de los Artículos 800 hasta 820 se permitirán a una altura mínima de 3.00 metros por encima de las albercas de natación y chapoteaderos, trampolines y torres o plataformas de observación.

c) Sistemas de comunicaciones de banda ancha accionadas por red. Las distancias mínimas para los conductores aéreos de sistemas de comunicaciones de banda ancha accionadas por red con respecto a las albercas o fuentes deben cumplir con las disposiciones de la Tabla 680-9(a) para conductores operando de 0 a 750 volts a tierra.

680-10. Calentadores eléctricos de agua para alberca. Todos los calentadores eléctricos de agua para alberca deben tener los elementos calentadores divididos en cargas que no excedan 48 amperes y protegidos a no más de 60 amperes. La ampacidad de los conductores de circuito derivado y la capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor que 125 por ciento de la carga total de la placa de datos.

Tabla 680-9(a).- Libramientos para conductores aéreos

Parámetros de libramiento	Suministro de 0-750 volts a tierra, con conductores aislados soportados por un cable mensajero desnudo puesto a tierra eficazmente o conductor neutro puesto a tierra eficazmente	Todos los demás conductores de tensión a tierra	
		0-15 kV	Mayor que 15 a 50 kV
	Metros		
A. Espacios libres en cualquier dirección al nivel del agua, borde de la superficie del agua o base de la plataforma de clavados o balsa permanentemente anclada.	6.90	7.50	8.00
B. Espacios libres en cualquier dirección del lugar de observación o de la plataforma de clavados.	4.40	5.20	5.50
C. Límite horizontal del libramiento medido desde la pared interior de la alberca	Este límite se debe extender borde exterior de las estructuras mencionadas en (a) y (b) anteriores, pero no debe ser menor que 3.00 metros.		

680-11. Alambrado subterráneo. Se permite el alambrado subterráneo cuando se instale en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido de cloruro de polivinilo, tubo conduit reforzado de resina termofija o cable del tipo MC, apropiados para las condiciones del lugar. No se permite el alambrado subterráneo bajo la alberca a menos que sea necesario para alimentar equipos de la alberca permitidos en este Artículo. Las profundidades mínimas deberán ser las dadas en la Tabla 300-5.

680-12. Cuartos y fosas para equipos. El equipo eléctrico no debe instalarse en locales cuyo drenaje no sea adecuado para prever acumulaciones de agua durante operaciones normales o de mantenimiento de filtros. Los equipos deben ser adecuados para este medio de acuerdo con la sección 300-6.

680-13. Medio de desconexión. Se debe proporcionar uno o más medios que desconecten simultáneamente todos los conductores de fase para todo equipo de utilización diferente al de alumbrado. Cada medio debe ser fácilmente accesible y estar ubicado al alcance de la vista desde el equipo que controla y se debe ubicar a una distancia mínima de 1.50 metros medidos horizontalmente desde las paredes interiores de la alberca o tina de hidromasaje, a menos que esté separado del cuerpo de agua por una barrera instalada permanentemente que asegure una trayectoria de 1.50 metros o más. Esta distancia horizontal se debe medir desde el borde del agua por el camino más corto para alcanzar el desconectador.

680-14. Ambientes corrosivos.

a) Generalidades. En las áreas donde se almacenan los productos químicos de saneamiento de piscinas, así como las áreas de bombas de circulación, cloradores automáticos, filtros, áreas abiertas bajo las cubiertas adyacentes a o apoyando la estructura de la piscina, y ubicaciones similares deben ser consideradas como ambientes corrosivos. El aire en tales áreas debe ser considerado estar cargado con ácido, cloro y vapores de bromo, o cualquier combinación de ácido, cloro o vapores de bromo, y cualquier líquido o condensación en esas áreas debe ser considerado estar cargadas con ácido, cloro y vapores de bromo o cualquier combinación de ácido, cloro, o vapores de bromo.

b) Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado en las áreas descritas en el inciso a) anterior deben estar identificados y aprobados para utilizarse en tales áreas. El tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido de cloruro de polivinilo, tubo conduit reforzado de resina termofija deben ser considerados resistentes a los ambientes corrosivos descritos en el inciso a) anterior.

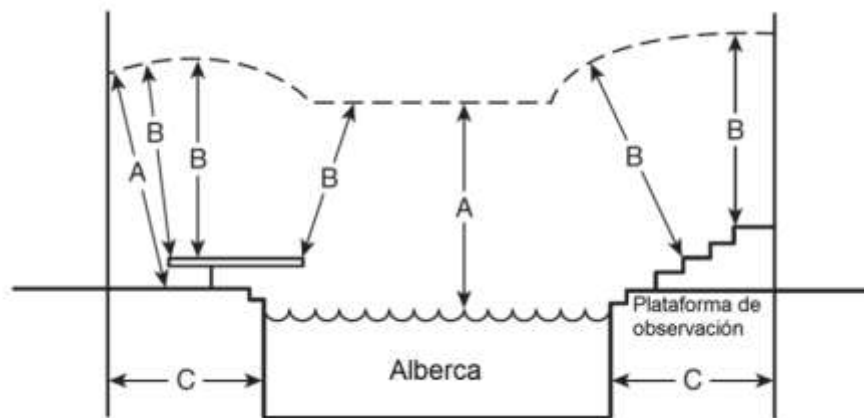


Figura 680-9(a).- Distancias desde las estructuras de la alberca Parte B. Albercas permanentes

680-20. Disposiciones generales. Las instalaciones eléctricas en albercas permanentes deben cumplir con las disposiciones de la Parte A y de la Parte B de este Artículo.

680-21. Motores.

a) Métodos de alambrado. El alambrado para un motor asociado con una alberca debe cumplir lo indicado en el inciso (1), a menos que sea modificado para circunstancias específicas por cualquiera de los incisos (2) hasta (5).

1) Generalidades. Los métodos de cableado instalados en ambientes corrosivos descritos en la sección 680-14 deben cumplir con la sección 680-14(b) o deben ser cables Tipo MC aprobados para esos lugares. Cualquier método de alambrado utilizado debe tener un conductor de cobre aislado de puesta a tierra de equipos, dimensionado de acuerdo con 250-122, pero de tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG) cuando menos.

Cuando se instalen los circuitos derivados en ambientes no corrosivos, deben cumplir con los requerimientos generales del Capítulo 3.

2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles en o junto al motor, se permitirá usar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.

3) Conexiones con cordón y clavija. Se permitirá que los motores asociados con albercas utilicen conexiones con cordón y clavija. El cordón flexible no debe exceder de 90 centímetros de longitud. El cordón flexible debe incluir un conductor de cobre de puesta a tierra de equipos dimensionado de acuerdo con 250-122, pero de tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG) cuando menos. El cordón debe terminar en una clavija de conexión puesta a tierra.

b) Bombas con doble aislamiento para albercas. Una bomba para albercas, conectada con cordón y clavija, que incorpore un sistema aprobado de doble aislamiento que proporcione un medio para puesta a tierra únicamente de las partes metálicas no portadoras de corriente, internas y no accesibles de la bomba, se debe conectar a cualquier método de alambrado reconocido en el Capítulo 3 que sea adecuado para el lugar. Cuando la malla de unión está conectada al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito del motor, de acuerdo con el segundo párrafo de 680-26(b)(6)(a), el alambrado del circuito derivado debe cumplir con el inciso (a) de esta sección.

c) Protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra (GFCI). Las salidas para alimentar motores de bombas para albercas conectadas a un circuito derivado de una fase, 120 hasta 240 volts, de 15 ó 20 amperes, se deberán proveer con interruptores de circuito contra fallas a tierra tipo contacto o directamente conectado, para protección de las personas.

680-22. Iluminación, contactos y equipos.

a) Contactos.

1) (1) Ubicación de los contactos requeridos. Donde haya una piscina instalada de manera permanente, debe haber por lo menos un contacto de 125 volts, de 15 o 20 amperes en un circuito derivado para fines generales, ubicado como mínimo a 1.83 m desde la pared interior de la piscina, y a un máximo de 6.0 m. Este contacto debe estar ubicado a no más de 2.0 m por encima del piso, plataforma o nivel del terreno de acceso a la piscina.

2) Ubicación del sistema de circulación y purificación del agua. Los contactos que alimentan motores de bombas de agua, u otras cargas directamente relacionadas con el sistema de circulación y purificación del agua, deben estar ubicados a una distancia mínima de 3.00 metros desde las paredes interiores de la alberca o cuando menos a 1.85 metros de las paredes interiores de la alberca. Estos contactos deben tener protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra GFCI y ser del tipo de puesta a tierra.

3) Ubicación de otros contactos. Cualquier otro contacto debe estar cuando menos a 1.85 metros de las paredes interiores de la alberca.

4) Protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra (GFCI). Todos los contactos monofásicos de 120 volts, de 15 ó 20 amperes, ubicados a una distancia máxima de 6.00 metros de las paredes interiores de la alberca deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

5) Mediciones. Para determinar las medidas exigidas en esta sección con respecto a la separación de los contactos, la distancia que se debe medir debe ser la trayectoria más corta que seguiría el cordón de alimentación de un artefacto conectado al contacto sin perforar el piso, la pared, el techo, los claros de las puertas con bisagras o deslizantes, las aberturas de ventanas u otras barreras eficaces permanentes.

b) Salidas para alumbrado, luminarias y ventiladores de techo.

1) Distancias para instalaciones nuevas en exteriores. En las áreas de albercas exteriores, las salidas para alumbrado, luminarias y los ventiladores de techo sobre las albercas o sobre el área que se extiende 1.50 metros horizontalmente desde las paredes interiores de la alberca, deben estar instaladas a una altura mínima de 3.70 metros por encima del nivel máximo de agua de la alberca.

2) Distancias en interiores. Para instalaciones en áreas de albercas interiores, las distancias deben ser las mismas que para albercas exteriores, a menos que este párrafo las modifique. Si el circuito derivado que alimenta al equipo está protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra, se permitirá usar los siguientes equipos a una altura mínima de 2.30 metros por encima del nivel máximo del agua de la alberca:

- (1) Luminarias totalmente encerradas.
- (2) Ventiladores de techo identificados para uso debajo de las estructuras del plafón como las de los porches o los patios.

3) Instalaciones existentes. Las luminarias y salidas de alumbrado existentes ubicadas a menos de 1.50 metros medidos horizontalmente desde las paredes interiores de la alberca deben estar a no menos de 1.50 metros por encima de la superficie del nivel máximo del agua, deben estar fijadas rígidamente a la estructura existente y protegidas con un interruptor de circuito por falla a tierra.

4) Protección con un interruptor de circuito por falla a tierra en áreas adyacentes. Las luminarias, salidas de alumbrado y ventiladores de techo instalados en el área que se prolonga entre 1.50 y 3.00 metros horizontalmente desde las paredes interiores de una alberca deben estar protegidas por un interruptor de circuito por falla a tierra, a menos que se instalen a una distancia mínima de 1.50 metros por encima del nivel máximo del agua y estén fijadas rígidamente a la estructura adyacente a, o que encierre la alberca.

5) Luminarias conectadas con cordón y clavija. Las luminarias conectadas con cordón y clavija deben cumplir con los requisitos de 680-7 cuando se instalan dentro de una distancia de 4.90 metros de cualquier punto sobre la superficie del agua, medidos radialmente.

6) Luminarias de baja tensión. Debe permitirse que las luminarias de baja tensión, que no requieran ser puestas a tierra, que no excedan el límite de contacto de baja tensión y alimentadas por transformadores o fuentes de energía que cumplan con lo establecido en la sección 680-23(a)(2), estén ubicadas a menos de 1.5 m de las paredes interiores de la piscina.

7) Luminarias de gas de baja tensión, chimeneas de gas, fogatas y equipos similares. Las luminarias de gas de baja tensión, chimeneas de gas, fogatas y equipos similares que usan encendedores de baja tensión que no requieren estar puestos a tierra, y están alimentados por transformadores o fuentes de energía que cumplen con la sección 680-23(a)(2) que salidas que no exceden el límite del contacto de baja tensión se permitirá que estén localizadas a menos de 1.5 m de las paredes interiores de la alberca. Los equipos metálicos deben estar unidos de acuerdo con los requerimientos de la sección 680-26(b). Los transformadores o fuentes de energía que alimenten este tipo de equipos deben estar instaladas de acuerdo con los requerimientos de la sección 680-24. La tubería metálica de gas debe de estar unida de acuerdo con los requerimientos de las secciones 250-104(b) y 680-26(b)(7).

c) Dispositivos de interrupción. Los dispositivos de interrupción deben estar ubicados como mínimo a una distancia horizontal de 1.50 metros de las paredes interiores de la alberca, a menos que estén separados de ella por una valla sólida, pared u otra barrera permanente. Como alternativa, se permitirá un interruptor aprobado para usarse dentro de una distancia de 1.50 metros.

d) Otras salidas. Otras salidas no deben estar a menos de 3.00 metros desde las paredes interiores de la alberca. Las mediciones se deben determinar de acuerdo con el inciso (a)(5) de esta sección.

NOTA: En otras salidas pueden incluir, pero no se limitan a, circuitos de control remoto, señalización, alarma contra incendios y circuitos de comunicaciones.

680-23. Luminarias bajo el agua. Los párrafos (a) hasta (d) de esta Sección se aplican a las luminarias instaladas por debajo del nivel máximo del agua de la alberca.

a) Disposiciones generales.

1) Diseño de la luminaria para funcionamiento normal. El diseño de una luminaria bajo el agua alimentada por un circuito derivado ya sea directamente o a través de un transformador que cumpla los requisitos de esta sección debe ser tal que, cuando la luminaria esté debidamente instalada sin un interruptor de circuito por falla a tierra, no haya riesgo de descarga eléctrica con cualquier combinación probable de condiciones de falla durante su uso normal (se exceptúa el cambio de lámparas).

2) Transformadores y suministros de energía. Los transformadores y los suministros de energía usados para alimentar luminarias bajo el agua, junto con el envoltorio del transformador o suministro de energía, deben estar aprobados para uso en alberca de natación o tina de hidromasaje. El transformador o suministro de energía deben incorporar ya sea, un transformador del tipo de devanados separados con el secundario no puesto a tierra y que tenga una barrera metálica puesta a tierra entre los devanados primario y secundario, o uno que incorpore un sistema de doble aislamiento entre los devanados primario y secundario.

3) Protección con un interruptor de circuito por falla a tierra GFCI para el cambio, reemplazo y mantenimiento de lámparas. Se debe instalar un interruptor de circuito por falla a tierra en el circuito derivado que alimenta las luminarias que funcionan a tensiones mayores que el límite de baja tensión de contacto.

4) Limitación de tensión. No se deben instalar luminarias que funcionen conectadas a circuitos de más de 150 volts entre conductores.

5) Ubicación de las luminarias montadas en la pared. Las luminarias montadas en las paredes se deben instalar de modo que la parte superior de su lente quede como mínimo a 45 centímetros por debajo del nivel normal del agua de la alberca, a menos que la luminaria esté identificada para uso a menores profundidades. No se permitirá instalar ninguna luminaria a menos de 10 centímetros por debajo del nivel normal del agua de la alberca.

6) Luminarias montadas en el fondo. Las luminarias orientadas hacia arriba deben cumplir lo indicado en los numerales (1) o (2):

- (1) La lente debe estar resguardada para prevenir cualquier contacto con las personas.
- (2) Deben ser para uso sin resguardo.

7) Dependencia de la inmersión. Las luminarias que dependan de estar sumergidas para funcionar con seguridad deben estar auto protegidas contra sobrecalentamiento cuando no están sumergidas.

8) Conformidad. La conformidad con estos requisitos se logra con el uso de luminarias para uso bajo el agua y la instalación de un interruptor de circuito por falla a tierra en el circuito derivado o un transformador o un suministro de energía para luminarias que funcionan a no más que el límite de baja tensión de contacto.

b) Luminarias de nicho húmedo.

1) Cascos formados. Para el montaje de todas las luminarias bajo el agua del tipo de nicho húmedo se deben instalar cascos moldeados que deben tener las previsiones para la entrada de los conduit. Las partes metálicas de la luminaria y del casco que están en contacto con el agua de la alberca deben ser de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión. Todos los cascos formados usados con sistemas de tubo conduit no metálico, diferentes de aquellos que forman parte de un sistema de alumbrado de baja tensión que no requiere de puesta a tierra, deben incluir medios para la terminación de un conductor de cobre de tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG).

2) Alambrado que se prolonga directamente hasta el casco formado. El tubo conduit se debe instalar desde el casco formado hasta una caja de empalmes u otro envolvente conforme a los requisitos de 680-24. El tubo conduit debe ser metálico pesado, metálico semipesado, no metálico flexible hermético a los líquidos o de cloruro de polivinilo.

a) Tubo conduit metálico. El tubo conduit metálico debe estar aprobado y debe ser de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión.

b) Tubo conduit no metálico. Cuando se use tubo conduit no metálico, en este tubo conduit se debe instalar un puente de unión, de cobre trenzado o sólido, aislado y de tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG), a menos que se use un sistema de alumbrado de baja tensión que no requiere de puesta a tierra. El puente de unión debe terminar en el casco formado, en la caja de empalmes o en el envolvente del transformador o del interruptor de circuito por falla a tierra. La terminación del puente de unión del 8.37 mm^2 (8 AWG) en el casco formado se debe encapsular o cubrir con un compuesto de revestimiento que proteja la conexión de los posibles efectos deteriorantes del agua de la alberca.

3) Disposiciones para la puesta a tierra de equipos de los cordones. Las luminarias, excepto las que son del tipo de baja tensión que no requiere puesta a tierra de nicho mojado alimentados por un cordón o cable flexible deben tener todas sus partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, puestas a tierra mediante un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre y aislado que forme parte integral del cordón o del cable. Este conductor de puesta a tierra se debe conectar a una terminal de puesta a tierra en la caja de empalmes de la alimentación, el envolvente del transformador u otro envolvente. El conductor de puesta a tierra no debe tener un tamaño inferior al de los conductores de alimentación y no debe ser inferior al 1.31 mm^2 (16 AWG).

4) Terminaciones de puesta a tierra de las luminarias. El extremo de la cubierta del cordón flexible y las terminaciones del conductor del cordón flexible dentro de una luminaria deben estar cubiertos o encapsulados con un compuesto de revestimiento adecuado para prevenir la entrada de agua en la luminaria a través del cordón o de sus conductores. Si hay conexión de puesta a tierra dentro de una luminaria, ésta se debe tratar de manera similar para proteger dicha conexión contra el efecto deteriorante del agua de la alberca en el caso de que entre agua en la luminaria.

5) Unión de la luminaria. La luminaria se debe fijar y unir al casco formado mediante un dispositivo de apriete firme que asegure un contacto de baja resistencia y que se requiera de herramientas para separar la luminaria del casco formado. No se exigirá unión en luminarias listadas para esta aplicación, que no tengan partes metálicas no portadoras de corriente.

6) Mantenimiento. Todas las luminarias de nicho húmedo se deben poder retirar del agua para inspección, cambio de lámparas u otro mantenimiento. La ubicación del casco formado y la longitud del cordón en dicho casco deben permitir que el personal coloque la luminaria retirada sobre la plataforma u otro lugar seco para realizar el mantenimiento. El lugar para el mantenimiento de la luminaria debe ser accesible sin entrar o estar en el agua de la alberca.

c) Luminarias de nicho seco.

1) Construcción. Una luminaria de nicho seco debe tener un medio para drenar el agua. Cualquier luminaria que no sea del tipo de baja tensión que no requiere puesta a tierra, deberá tener medios para conectar un conductor de puesta a tierra de equipos por cada entrada de conduit.

2) Caja de empalme. No se exigirá una caja de empalme, pero si se usa, no se exigirá que esté elevada ni ubicada tal como se especifica en 680-24(a)(2), si la luminaria está específicamente identificada para ese propósito.

d) Luminarias sin nicho. Una luminaria sin nicho debe cumplir con los requisitos del inciso (b)(3) anterior y se debe instalar de acuerdo con los requisitos de todo el inciso (b) anterior. Cuando se especifica una conexión con un casco moldeado, la conexión se debe hacer al soporte de montaje.

e) Ensamble de iluminación a través de la pared. Un ensamble de iluminación a través de la pared debe estar equipado con una entrada con rosca o concentrador, o con un concentrador no metálico con el fin de acomodar la terminación del tubo conduit de alimentación. El ensamble de iluminación a través de la pared debe cumplir con los requisitos del inciso (b)(3) anterior y se debe instalar de acuerdo con los requisitos de esta sección. Cuando se especifica la conexión con el casco moldeado, la conexión se debe hacer hasta el punto de terminación del conduit.

f) Alambrado del circuito derivado.

1) Métodos de alambrado. Donde el alambrado del circuito derivado en el lado de la alimentación de los envolventes y cajas de empalme conectados a los conduit tendidos hasta luminarias de nicho húmedo y sean instaladas en ambientes corrosivos como se describe en 680-14 el método de alambrado de la porción del circuito derivado debe ser como lo requiere la sección 680-14(b) o debe ser tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos. Los métodos de alambrado instalados en ambientes corrosivos como se describe 680-14 deben tener un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122, pero no debe ser inferior al tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG).

Cuando se instalen circuitos derivados en ambientes no corrosivos deben cumplir con los requerimientos generales del Capítulo 3.

Excepción: Cuando las luces de la alberca se conecten a transformadores o fuentes de energía se permitirá usar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos. La longitud no debe exceder 1.80 metros para ningún tramo, ni exceder 3.00 metros de longitud total utilizada.

2) Puesta a tierra de equipos. Excepto las luminarias que son del tipo de baja tensión que no requiere puesta a tierra, todos los ensambles de iluminación a través de la pared, las luminarias de nicho húmedo, de nicho seco o sin nicho se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre aislado, instalado con los conductores del circuito. El conductor de puesta a tierra de equipos se debe instalar sin empalmes ni amarres, excepto lo permitido en los subincisos (a) y (b) siguientes. El conductor de puesta a tierra de equipos se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250-122, pero no debe ser inferior al tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG).

Excepción: El conductor de puesta a tierra de equipos entre la cámara de alambrado del secundario de un transformador y una caja de empalme, se debe dimensionar de acuerdo con el dispositivo de protección contra sobrecorriente utilizado en este circuito.

- a. Si más de una luminaria bajo el agua están alimentadas por el mismo circuito derivado, se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos, instalado entre las cajas de empalme, los envolventes de los transformadores u otros envolventes en el circuito de alimentación a las luminarias de nicho húmedo, o entre los compartimientos del alambrado de campo de las luminarias de nicho seco, termine en las terminales de puesta a tierra.
- b. Si la luminaria bajo el agua está alimentada por un transformador, un interruptor de circuito por falla a tierra, un interruptor operado por reloj o un interruptor manual de acción rápida localizado entre el panel de distribución y una caja de empalme conectada al tubo conduit que se prolonga directamente hasta la luminaria bajo el agua, se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos termine en los terminales de puesta a tierra del transformador, el interruptor de circuito por falla a tierra, el envoltorio del interruptor operado por reloj o una caja de salida utilizada para encerrar un interruptor manual de acción rápida.

3) Conductores. Los conductores en el lado de carga de un interruptor de circuito por falla a tierra o de un transformador, usados para cumplir las disposiciones de (a)(8) de esta misma sección, no deben ocupar canalizaciones, cajas ni envolventes que contengan otros conductores, a menos que se aplique una de las siguientes condiciones:

- (1) Los otros conductores están protegidos por interruptores de circuito contra fallas a tierra.
- (2) Los otros conductores sean conductores de puesta a tierra de equipos y puentes de unión como se requiere en 680-23(b)(2)(b).
- (3) Los otros conductores sean de alimentación para un interruptor de circuito por falla a tierra del tipo pasante.
- (4) Se permitirán interruptores de circuito contra fallas a tierra en un panel de distribución que contenga circuitos protegidos por otros interruptores diferentes de los interruptores de circuito contra fallas a tierra.

680-24. Cajas de empalmes y envolventes para transformadores o para interruptores de circuito por falla a tierra.

a) Cajas de empalmes. Toda caja de empalmes conectada a un tubo conduit que se extienda hasta casco moldeado o un soporte de montaje o una luminaria sin nicho, debe cumplir los requisitos de esta sección.

1) Construcción. La caja de empalmes debe estar aprobada etiquetada e identificada como caja de empalmes para albercas de natación y debe cumplir con las siguientes condiciones:

- (1) Estar equipada con entradas o coples roscados o con un cople no metálico.
- (2) Estar compuesta de cobre, bronce, plástico adecuado u otro material resistente a la corrosión.
- (3) Ofrecer continuidad eléctrica entre cada tubo conduit metálico conectado y los terminales de puesta a tierra, mediante conexiones de cobre, bronce u otro metal resistente a la corrosión que forme parte integral de la caja.

2) Instalación. Cuando la luminaria opera sobre el límite de baja tensión de contacto, la ubicación de la caja de empalmes debe cumplir con (a) y (b). Cuando la luminaria funciona al límite de baja tensión de contacto, se permitirá que la ubicación de la caja de empalmes cumpla con (c) siguiente.

- a. Separación vertical. La caja de empalmes debe estar ubicada a no menos de 10 centímetros, medidos desde el interior de la parte inferior de la caja, sobre el nivel del suelo o de la plataforma de la alberca, o a una distancia no menor a 20 centímetros sobre el nivel máximo del agua de la alberca, la que brinde mayor elevación.
- b. Separación horizontal. La caja de empalmes debe estar ubicada a no menos de 1.20 metros desde la pared interior de la alberca, a menos que esté separada de la alberca por una valla sólida, pared u otra barrera permanente.
- c. Caja a nivel con la plataforma. Se permitirá usar una caja a nivel de la plataforma de la alberca si se utiliza en un sistema de alumbrado que funciona al límite de baja tensión de contacto y se cumplen las condiciones siguientes:
 - (1) Se emplea un compuesto aprobado para rellenar la caja con el fin de evitar la entrada de humedad.
 - (2) La caja a nivel de la plataforma está ubicada como mínimo a 1.20 metros de la pared interior de la alberca.

b) Otras envolventes. La envolvente de un transformador, de un interruptor de circuito por falla a tierra o de un dispositivo similar, conectada a un tubo conduit que se acople directamente a una cubierta porta-luminaria debe cumplir las condiciones siguientes:

1) Construcción. El envolvente debe estar marcado para el propósito y cumplir los siguientes requisitos:

- (1) Estar equipada con entradas o coples roscados o con un cople no metálico.
- (2) Estar compuesta de cobre, bronce, plástico adecuado u otro material resistente a la corrosión.
- (3) Tener un sello aprobado, tal como un sello de ducto en la conexión del tubo conduit que prevenga la circulación de aire entre el tubo conduit y los envolventes.
- (4) Debe haber continuidad eléctrica entre cada tubo conduit metálico conectado y las terminales de puesta a tierra de cobre, bronce u otro metal resistente a la corrosión que forme parte integral de la caja.

2) Instalación.

a) Separación vertical. El envolvente debe estar ubicado a no menos de 10 centímetros, medidos desde el interior de la parte inferior de la caja, sobre el nivel del suelo o de la plataforma de la alberca, o a una distancia no menor a 20 centímetros sobre el nivel máximo del agua de la alberca, la que brinde mayor elevación.

b) Separación horizontal. El envolvente debe estar ubicada a no menos de 1.20 metros desde la pared interior de la alberca, a menos que esté separada de la alberca por una valla sólida, pared u otra barrera permanente.

c) Protección. Las cajas de empalmes y envolventes instaladas en el nivel del piso terminado de la acera alrededor de la alberca no deben estar colocadas en la acera misma, a menos que estén provistas de protección adicional, por ejemplo, colocándolas debajo de los trampolines, adyacentes a las estructuras fijas o por medios similares.

d) Terminales de puesta a tierra. Las cajas de empalmes, envolventes de transformadores, envolventes de suministro y envolventes de interruptores de circuito por falla a tierra, conectadas a un tubo conduit que se extienda directamente hasta el casco formado o al soporte de montaje de o a una luminaria sin nicho, deben estar provistas de terminales de puesta a tierra en cantidad no menor que el número de tubos que entren más uno, así como se debe hacer uso de los accesorios correspondientes.

e) Alivio de la tensión mecánica. La terminación de un cordón flexible de una luminaria bajo el agua dentro de una caja de empalmes, de una envolvente de transformador de una envolvente de suministro, de un interruptor de circuito por falla a tierra u otras envolventes, deben estar provistas de un mecanismo aliviar la tensión mecánica.

f) Puesta a tierra. Los terminales del conductor de puesta a tierra de equipos de una caja de empalmes, un envolvente de transformador u otro envolvente en el circuito de alimentación a una luminaria de nicho húmedo o sin nicho y la cámara de alambrado en sitio de una luminaria de nicho seco, se deben conectar a la terminal de puesta a tierra de equipos del panel de distribución. Esta terminal se debe conectar directamente al envolvente del panel de distribución.

680-25. Alimentadores. Estas disposiciones se deben aplicar a cualquier alimentador en el lado de la alimentación de los tableros de distribución que alimentan los circuitos derivados para el equipo de la alberca del que trata la Parte B de este Artículo y en el lado de carga del equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado separado.

a) Alimentadores. Cuando los alimentadores sean instalados en ambientes corrosivos como se describe en la sección 680-14, el método de alambrado de esa porción del alimentador debe ser como se requiere en 680-14(b) o ser tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos. Los métodos de alambrado instalados ambientes corrosivos como se describe en la sección 680-14 deben tener **un** conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122, pero no debe ser inferior al tamaño 3.31 mm² (12 AWG).

Cuando se instalen alimentadores en ambientes no corrosivos deben cumplir con los requerimientos generales del Capítulo 3.

b) Tubo conduit de aluminio. El tubo conduit de aluminio no está permitido en el área de la alberca cuando esté sujeto a corrosión.

680-26. Puentes de unión equipotencial.

a) Desempeño. La unión exigida en esta sección se debe instalar para reducir los gradientes de tensión en el área de la alberca.

b) Partes unidas. Las partes que se especifican en (b)(1) hasta (b)(7) siguientes se deben unir entre sí usando conductores sólidos de cobre, aislados, cubiertos o desnudos, de tamaño no inferior al 8.37 mm² (8 AWG) o con tubo conduit metálico pesado de bronce u otro metal identificado como resistente a la corrosión. Las conexiones a las partes unidas se deben hacer de acuerdo con 250-8. No se exigirá que un conductor de unión del 8.37 mm² (8 AWG) o más grande, de cobre sólido, suministrado para reducir los gradientes de tensión en el área de la alberca se prologue o se una a los tableros de distribución remotos, al equipo de acometida o a los electrodos.

1) Cascos conductores de la alberca. La unión a los cascos de la alberca se debe hacer como se especifica en (b)(1)(a) o (b)(1)(b). El concreto vertido, el concreto aplicado de forma neumática o rociada y los bloques de concreto con cubiertas pintadas o de yeso se deben considerar materiales conductores debido a la porosidad y a la permeabilidad al agua. Los revestimientos de vinilo y los cascos compuestos de fibra de vidrio se deben considerar materiales no conductores.

- a. Acero estructural de refuerzo. El acero estructural de refuerzo no encapsulado se debe unir en conjunto mediante los alambres de acero de amarre o un equivalente. Cuando el acero estructural de refuerzo está encapsulado en un compuesto no conductor, se debe instalar una parrilla conductora de cobre, de acuerdo con (b)(1)(b).
- b. Parrilla conductora de cobre. Se debe suministrar una parrilla conductora de cobre que cumpla con (1) hasta (4) siguientes.
 - (1) Estar construida de conductores de cobre sólido, desnudos, con tamaño mínimo del 8.37 mm² (8 AWG), unidos entre sí en todos los puntos de cruce. La unión deberá estar de acuerdo con 250-8 u otros medios idóneos.
 - (2) Seguir el contorno de la alberca.
 - (3) Estar armada por una cuadrícula de conductores de 30 x 30 centímetros, en un patrón de parrilla perpendicular con separaciones uniformes y con una tolerancia de 10 centímetros.
 - (4) Estar asegurada en o bajo la alberca a no más de 15 centímetros desde el contorno exterior del casco de la alberca.

2) Superficies del perímetro. La superficie del perímetro a ser unida se debe extender 90 centímetros horizontalmente más allá de las paredes interiores de la alberca y debe incluir las superficies sin pavimentar, así como las superficies de concreto vertido y otros tipos de pavimento. Las superficies separadas de la alberca por una pared o edificio permanente de 1.50 o más metros de altura requieren ser una unión equipotencial solamente en el lado de la alberca del edificio o pared. La unión a las superficies del perímetro se debe hacer como se especifica en (2)(a) o (2)(b) siguientes y se debe unir a la parrilla de conductores de cobre o al acero de refuerzo de la alberca por lo menos en cuatro (4) puntos separados uniformemente alrededor del perímetro de la alberca. Para los cascos no conductores de albercas, no se exigirá la unión en los cuatro puntos.

- a. Acero estructural de refuerzo. El acero estructural de refuerzo se debe unir de acuerdo con el inciso (b)(1)(a) anterior.
- b. Medios alternativos. Cuando el acero de refuerzo estructural no está disponible o está encapsulado en un compuesto no conductor, se debe utilizar un conductor o conductores de cobre si se cumplen los siguientes requisitos:
 - (1) Debe haber por lo menos un conductor de cobre sólido, desnudo con tamaño mínimo de 8.37 mm² (8 AWG).
 - (2) Los conductores deben seguir el contorno del perímetro de la superficie.
 - (3) Se permitirán únicamente empalmes aprobados.
 - (4) El conductor exigido debe estar de 45 a 60 centímetros medidos desde las paredes interiores de la alberca.
 - (5) El conductor exigido debe estar sujeto dentro o bajo la superficie del perímetro de 10 a 15 centímetros por debajo del subsuelo.

3) Componentes metálicos. Todas las partes metálicas de la estructura de la alberca, incluso los refuerzos metálicos, no tratados en el inciso (b)(1)(a) anterior se deben unir. Cuando el acero de refuerzo está encapsulado con un compuesto no conductor, no se exigirá que el acero de refuerzo esté unido.

4) Iluminación bajo el agua. Todos los cascos formados y soportes de montaje metálicos de las luminarias sin nicho se deben unir.

Excepción: No se exigirá unión para los sistemas de iluminación de baja tensión aprobados, con cascos formados no metálicos.

5) Accesorios metálicos. Todos los accesorios metálicos dentro o fijados a la estructura de la alberca se deben unir. No se exigirá que las partes separadas que no tengan más de 10 centímetros en cualquier dimensión y que no penetren la estructura de la alberca más de 2.50 centímetros estén unidas.

6) Equipo eléctrico. Las partes metálicas del equipo eléctrico asociado con el sistema de circulación de agua de la alberca, incluyendo los motores de las bombas y las partes metálicas del equipo asociado con la cubierta de la alberca, incluyendo los motores eléctricos, se deben unir.

Excepción: Las partes metálicas de los equipos que incorporan un sistema aprobado de doble aislamiento pueden no estar unidas.

- a. Motores con doble aislamiento para bombas de agua. Cuando se instala un motor con doble aislamiento para la bomba de agua según las disposiciones de esta sección, un conductor sólido de cobre de tamaño 8.37 mm² (8 AWG) de longitud suficiente para hacer la unión a un motor de reemplazo, se debe prolongar desde la parrilla de unión hasta un punto accesible en la cercanía del motor de la bomba de la alberca. Cuando no hay conexión entre la parrilla de unión de la alberca de natación y el sistema de puesta a tierra de equipos para el inmueble, este conductor de unión se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito del motor.
- b. Calentadores para el agua de la alberca. Para los calentadores para el agua de la alberca con más de 50 amperes y con instrucciones específicas para puesta a tierra y unión, únicamente las partes destinadas para ser unidas se deben unir y únicamente las partes destinadas para ser puestas a tierra se deben poner a tierra.

7) Partes metálicas fijas. Todas las partes metálicas fijas se deben unir, incluyendo, pero no limitando a, cables con armadura metálica y canalizaciones, tuberías metálicas, toldos metálicos, cercas metálicas, puertas metálicas y marcos de ventanas.

Excepción 1: No se exigirá unión para aquellas partes metálicas fijas separadas de la alberca por una barrera permanente que prevenga el contacto de las personas con esas partes.

Excepción 2: No se exigirá unión para aquellas partes metálicas fijas separadas más de 1.50 metros horizontalmente desde las paredes interiores de la alberca.

Excepción 3: No se exigirá unión para aquellas partes metálicas fijas separadas a más de 3.70 metros, medidos verticalmente desde el máximo nivel de agua de la alberca, o medidos verticalmente por encima de cualquier torre, plataforma o puesto de observación o estructuras de trampolines.

c) Agua de la alberca. Donde ninguna de las partes unidas esté en conexión directa con el agua de la piscina, el agua de la piscina debe estar en contacto directo con una superficie conductora, resistente a la corrosión, que expone no menos de 58 cm² del área de la superficie al agua de la piscina en todo momento. La superficie conductora debe estar ubicada donde no quede expuesta a daños físicos ni a desplazamientos durante las actividades habituales que se llevan a cabo en la piscina y debe estar unida de acuerdo con lo establecido en el inciso b) anterior.

680-27. Equipo especializado para alberca.

a) Equipo de sonido bajo el agua. Todo equipo de sonido bajo el agua debe estar identificado para este propósito.

1) Altavoces. Cada bocina debe estar montada dentro de una cubierta de metal aprobado, cuyo frente sea cerrado por una malla metálica cautiva, o equivalente, que esté unida y asegurada a la cubierta mediante un dispositivo de apriete firme que asegure un contacto de baja resistencia y que se requiera de herramientas para la instalación o mantenimiento. La cubierta debe instalarse en un nicho en la pared o en piso de la alberca.

2) Métodos de alambrado. Se debe tender desde la cubierta de la bocina hasta una caja de empalmes adecuada u otra envolvente, tubo conduit metálico tipo pesado o semipesado de bronce u otros metales resistentes a la corrosión, o tubo conduit no metálico tipo pesado, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit rígido de cloruro de polivinilo o tubo conduit reforzado de resina termofija, como se indica en 680-24. Cuando se use tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit rígido de cloruro de polivinilo o tubo conduit reforzado de resina termofija, se debe instalar en el tubo conduit un conductor de unión aislado de cobre de 8.37 mm² (8 AWG), con terminales apropiadas para rematar en la cubierta de la bocina. La terminación del conductor en la cubierta de la bocina debe protegerse o encapsularse con un adecuado compuesto resinoso, para proteger esta conexión contra el efecto deteriorante del agua de la alberca.

3) Cubierta de la bocina y pantalla de metal. La cubierta de la bocina y la pantalla de metal deben ser de bronce u otro metal resistente a la corrosión. Todas las cubiertas de bocina deben tener provisiones para conectar un conductor de cobre de 8.37 mm² (8 AWG).

b) Cubiertas de albercas accionadas eléctricamente

1) Motores y controladores. Los motores eléctricos, controladores y alambrados, deben estar ubicados por lo menos a 1.50 metros de la pared interna de la alberca, a menos que estén separados de ésta por una pared, cubierta u otra barrera permanente. Los motores eléctricos instalados por debajo del nivel de la alberca deben ser del tipo totalmente cerrado. El dispositivo que controla el funcionamiento del motor para una cubierta de alberca accionada eléctricamente se debe ubicar de forma tal que el operario tenga una vista total de la alberca.

Excepción: Se permitirá que los motores que sean parte de un sistema aprobado con rangos que no excedan el límite de contacto de baja tensión, que son alimentados por un transformador o fuente de energía que cumpla con la sección 680-23(a)(2), se localicen a menos de 1.5 m de las paredes internas de la alberca.

2) Protección. Los motores y controladores eléctricos se deben conectar a un circuito derivado protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.

c) Calefacción en el área de la plataforma. Las disposiciones de esta sección se aplican a todas las áreas de la plataforma de la alberca, incluso en las albercas cubiertas, cuando haya unidades de calefacción operadas eléctricamente instaladas a menos de 6.00 metros de la pared interior de la alberca.

1) Unidades de calefacción. Las unidades calefacción deben estar montadas rígidamente a la estructura y deben ser del tipo totalmente encerrado o resguardado. No se deben montar unidades calentadoras sobre la alberca ni dentro del área que se prolonga hasta 1.50 m horizontalmente desde cualquier pared interior de la alberca.

2) Calefactores por radiación alambrados permanentemente. Los calentadores eléctricos de radiación deben estar debidamente resguardados y asegurados firmemente a sus dispositivos de montaje. Los calentadores no se deben instalar sobre la alberca ni dentro del área que se prolonga hasta 1.50 metros medidos horizontalmente desde las paredes interiores de la alberca y deben estar montados como mínimo a 3.70 metros verticalmente sobre la plataforma de la alberca, excepto si se aprueba otra cosa.

3) Prohibición de uso de cables de calefacción por radiación. No se permitirá instalar cables de calefacción por radiación incrustados o debajo de la plataforma de la alberca.

680-28. Calentador de gas. Los circuitos que alimentan los calentadores de la alberca y del spa que operen a tensiones por arriba del límite de contacto de baja tensión deben de estar provistos de protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra (GFCI) para las personas.

Parte C. Albercas desmontables, jacuzzis desmontables y bañeras térmicas desmontables

680-30. Generalidades. Las instalaciones eléctricas en albercas desmontables, jacuzzis desmontables y bañeras térmicas desmontables deben cumplir con las disposiciones de la Parte A y la Parte C de este Artículo.

680-31. Bombas. Una bomba para filtro de alberca conectada con cordón debe incorporar un sistema aprobado de doble aislamiento o su equivalente y tener un medio que permita poner a tierra únicamente las partes metálicas internas no portadoras de corriente y no accesibles del aparato.

El medio de puesta a tierra debe ser un conductor de puesta a tierra de equipos, tendido junto con los conductores de alimentación en el cordón flexible, que debe terminar adecuadamente en una clavija del tipo de puesta a tierra que tenga un elemento de contacto fijo para ese fin.

Las bombas para filtro de la alberca conectadas con cordón deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra que sea parte integral de la clavija de conexión o que esté en el cordón de alimentación, a no más de 30 centímetros de la clavija de conexión.

680-32. Interruptores de circuitos por falla a tierra exigidos. Todo equipo eléctrico, incluyendo los cordones de alimentación, utilizado en albercas desmontables, debe protegerse con interruptores de circuito por falla a tierra.

Todos los contactos de 120 ó 127 volts, de 15 y 20 amperes que estén a una distancia no mayor de 6.00 metros de las paredes interiores de una alberca desmontable, jacuzzis desmontables y bañeras térmicas desmontables, se deben proteger con interruptor de circuito por falla a tierra. Para determinar las medidas exigidas en esta sección con respecto a la separación de los contactos, la distancia que se debe medir debe ser la trayectoria más corta que seguiría el cordón de alimentación de un aparato conectado al contacto sin perforar el piso, la pared, el techo, los claros de las puertas con bisagras o deslizantes, las aberturas de ventanas u otras barreras eficaces permanentes.

NOTA: Cuando se utilicen cordones flexibles, véase 400-4.

680-33. Luminarias. Una luminaria bajo el agua, si está instalada, deberá colocarse en o sobre la pared de una alberca desmontable, jacuzzis desmontables y bañeras térmicas desmontables y debe cumplir con (a) o (b) siguientes:

a) Dentro del límite de baja tensión de contacto. Las luminarias deben formar parte integral de un ensamble de alumbrado conectado con cordón y clavija. Este ensamble debe estar aprobado para ese propósito y tener las siguientes características de construcción:

- (1) No tener partes metálicas expuestas.
- (2) Tener una lámpara que sea adecuada para operar a la tensión suministrada.
- (3) Tener una envolvente polimérica resistente al impacto para el transformador, lentes y cuerpo de la luminaria.
- (4) Tener un transformador o alimentación que cumpla lo requerido en 680-23(a)(2) con una tensión en el primario de no más de 150 volts.

b) Más del límite de baja tensión de contacto, pero no más de 150 volts. Se permitirá que un ensamble de iluminación sin transformador o alimentación y con lámpara o lámparas que operen a no más de 150 volts se pueda conectar con cordón y clavija, si el ensamble está listado para ese propósito. La instalación debe cumplir con 680-23(a)(5) y el ensamble debe tener las siguientes características de construcción:

- (1) No tiene partes metálicas expuestas.
- (2) Tener la una envolvente polimérica resistente al impacto para los lentes y cuerpo de la luminaria.
- (3) Como parte integral del ensamble debe estar provisto de un interruptor de circuito por falla a tierra con protección de neutro abierto.
- (4) La lámpara de la luminaria debe estar permanentemente conectada al interruptor de circuito por falla a tierra con protección de neutro abierto.
- (5) Cumple con lo requerido en 680-23(a).

680-34. Ubicación de contactos

Los contactos no deben ser ubicados a menos de 1.83 metros desde las paredes interiores de las albercas desmontables, jacuzzis desmontables y bañeras térmicas desmontables. En la determinación de estas dimensiones, la distancia a medir será el camino más corto hacia el cable de alimentación de un aparato conectado al contacto sin perforar el piso, pared, techo, entrada con puertas abatibles o correderas, ventana abiertas, o de otro tipo barrera permanentemente eficaz.

Parte D. Albercas y tinas de hidromasaje

680-40. Disposiciones generales. Las instalaciones eléctricas de albercas y tinas de hidromasaje deben cumplir con las disposiciones de las Partes A y D de este Artículo.

680-41. Interruptor de emergencia para alberca o tina de hidromasaje. Se debe instalar un interruptor de emergencia o un interruptor de control claramente marcados, en un punto fácilmente accesible a los que las usan y a una distancia de por lo menos 1.50 metros, adyacente a la alberca o tina de hidromasaje y al alcance de la vista desde las mismas, con el fin de detener el motor o motores que alimentan el sistema de recirculación y el sistema de chorro. Este requisito no se debe aplicar en viviendas unifamiliares.

680-42. Instalaciones en exteriores. Una alberca o tina de hidromasaje instalada al aire libre debe cumplir las disposiciones de las Partes A y B de este Artículo, excepto en lo permitido en (a) y (b), que podrían de otra manera aplicarse a albercas instaladas en exteriores.

a) Conexiones flexibles. Se permitirá que los ensambles de equipos de las unidades integrales aprobadas en albercas o tinas de hidromasaje, que emplean un panel de distribución o un panel de control instalado o ensamblado en fábrica, usen conexiones flexibles como las tratadas en (1) y (2) siguientes.

1) Conduit flexible. Se permitirá tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos en longitudes máximas de 1.80 metros afuera del envoltorio más la longitud necesaria para hacer las conexiones dentro.

2) Conexiones con cordón y clavija. Se permitirán conexiones con cordón y clavija, con una longitud máxima del cordón de 4.60 metros, si se protegen mediante un interruptor de circuito por falla a tierra.

b) Unión. Se permitirá que la unión sea a través del montaje metal a metal sobre un bastidor o base común. Se permitirá que arillo o flejes metálicos utilizados para sujetar los travesaños de madera no estén unidos según los requisitos de 680-26.

No debe requerirse la unión equipotencial de las superficies perimetrales, de acuerdo con lo establecido en la sección 680-26(b)(2) en jacuzzis ni en bañeras térmicas, donde se apliquen todas las condiciones siguientes:

- (1) El jacuzzi o la bañera térmica deben ser jacuzzis integrados para uso sobre la superficie del terreno.
- (2) La bañera de hidromasajes o la bañera térmica no deben estar identificadas como aptas solamente para uso interior.
- (3) La instalación debe cumplir con lo establecido en las instrucciones del fabricante y debe estar situada sobre o por encima del nivel del terreno.
- (4) El borde superior del jacuzzi o de la bañera térmica debe estar a al menos 71 cm por encima de todas las superficies perimetrales que estén dentro de los 76 cm, medidos horizontalmente desde el jacuzzi o desde la bañera térmica. No debe aplicarse la altura de los escalones externos no conductores

c) Alambrado interior para instalaciones en exteriores. En el interior de una vivienda unifamiliar o en el interior de otra estructura o edificio asociado con la vivienda unifamiliar, se permitirá usar cualquiera de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3 de esta NOM, que contenga un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre, aislado o encerrado en el recubrimiento externo del método de alambrado y cuyo tamaño no sea inferior al 3.31 mm² (12 AWG), para la conexión a las cargas del motor, la calefacción y el control que forman parte de una alberca o tina de hidromasaje autocontenida o de un paquete o ensamble de equipo de alberca de hidromasaje. El alambrado para una luminaria subacuática debe cumplir con 680-23 ó 680-33.

680-43. Instalaciones interiores. Las instalaciones interiores de una alberca de hidromasaje o tina deben estar conformes con los requisitos de las Partes A y B de este Artículo, excepto lo que se modifica en esta sección y deberá estar de acuerdo con los métodos de alambrado del Capítulo 3.

Excepción 1: En los ensambles de alberca o tina de hidromasaje, de capacidad de 20 amperes o menos, se permite conectar por medio de cordón y clavija para facilitar la remoción o desconexión de la unidad para mantenimiento y reparación.

Excepción 2: No se aplican los requisitos de unión equipotencial para las superficies perimetrales de 680-26(b)(2) en los ensambles aprobados de alberca o tina de hidromasaje instalados sobre un piso acabado.

Excepción 3: Sólo para una o más unidades de vivienda, donde se instale en su interior un jacuzzi o una bañera térmica, deben también aplicarse los requisitos para el método de cableado descritos en la sección 680-42(c).

a) Contactos. Debe haber por lo menos un contacto de 120 volts, 15 ó 20 amperes de un circuito derivado de propósito general, ubicado a un mínimo de 1.80 y un máximo de 3.00 metros desde la pared interior de la alberca o tina de hidromasaje.

1) Ubicación. Los contactos deben estar ubicados al menos a 1.80 metros medidos horizontalmente desde las paredes interiores de la alberca o tina de hidromasaje.

2) Protección. Los contactos a 125 volts y 30 amperes o menos ubicados a menos de 3.00 metros de las paredes interiores de una alberca o tina de hidromasaje deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

3) Protección para los contactos de alimentación de la alberca de hidromasaje y jacuzzi. Los contactos a los que se puedan conectar la alberca o tina de hidromasaje deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

4) Medidas. Al determinar las dimensiones en esta sección con respecto a las separaciones de los contactos, la distancia que se va a medir debe ser la trayectoria más corta que seguiría el cordón de alimentación de un aparato conectado al contacto sin perforar el piso, la pared, el techo, los claros de las puertas con bisagras o deslizantes, las aberturas de ventanas u otras barreras eficaces permanentes.

b) Instalación de luminarias, salidas de luminarias y ventiladores de techo.

1) Elevación. Las luminarias, excepto las mencionadas en el siguiente subinciso (2) salidas para luminarias y ventiladores de techo localizados sobre alberca o tina de hidromasaje, ubicados dentro de 1.50 metros medidos horizontalmente desde el interior de las paredes de la alberca de hidromasaje y jacuzzi, deben cumplir con los libramientos indicados en los siguientes incisos:

- a. Sin Interruptor de circuito por falla a tierra. Cuando no se instala protección por Interruptor de circuito por falla a tierra, la altura de montaje no debe ser inferior a 3.70 metros.
 - b. Con Interruptor de circuito por falla a tierra. Cuando se instala protección por Interruptor de circuito por falla a tierra, se permitirá que la altura de montaje no sea inferior a 2.30 metros.
 - c. Por debajo de 2.30 metros. Se permitirá que las luminarias que satisfagan los requisitos de los numerales (1) o (2) siguientes y estén protegidas por un interruptor de circuito por falla a tierra se instalen a menos de 2.30 metros sobre la alberca o tina de hidromasaje.
- (1) Las luminarias empotradas con un lente plástico o de vidrio y un armazón no metálico o armazón metálico aislado eléctricamente, son adecuadas para usarse en lugares húmedos.
 - (2) Las luminarias montadas en la superficie con un globo plástico o de vidrio, un cuerpo no metálico o un cuerpo metálico que evite el contacto son adecuadas para usarse en lugares húmedos.

2) Aplicaciones bajo el agua. Los aparatos de alumbrado bajo el agua deben cumplir con las disposiciones de 680-23 y 680-33.

c) Desconectores. Los desconectores deben estar localizados a no menos de 1.50 metros medidos horizontalmente desde el interior de la pared de la alberca o tina de hidromasaje

d) Unión. Las siguientes partes deben unirse entre sí:

- (1) Todos los accesorios metálicos dentro o fijos a la estructura de la alberca o tina de hidromasaje.
- (2) Las partes metálicas del equipo eléctrico asociado al sistema de circulación del agua de la alberca o tina de hidromasaje, incluyendo motores y bombas, a menos que sea una parte auto contenida de la alberca o tina de hidromasaje.
- (3) Canalizaciones metálicas y tuberías metálicas que estén a menos de 1.50 metros de las paredes internas de la alberca o tina de hidromasaje y que no estén separadas de la alberca o tina de hidromasaje y por una barrera permanente.
- (4) Todas las superficies metálicas que estén dentro de 1.50 metros de la pared interna de la alberca o tina de hidromasaje y que no estén separadas de éstas por una barrera permanente.

Excepción: No se exigirá unir las superficies conductoras pequeñas no susceptibles de energizarse tales como las boquillas de agua y de aire, accesorios de drenaje que no estén conectados a tubería metálica, toalleros, marcos de espejos y equipo no eléctrico similar.

- (5) Dispositivos y controles eléctricos no asociados con la alberca o tina de hidromasaje y que están localizados a menos de 1.50 metros de las unidades, de lo contrario deben unirse a la alberca o tina de hidromasaje.

e) Métodos de conexión de puentes de unión. Todas las partes metálicas asociadas con la alberca o tina de hidromasaje deben unirse por cualquiera de los siguientes métodos:

- (1) La interconexión de tubería y accesorios metálicos roscados,
- (2) Montaje de metal a metal sobre una estructura o base común,
- (3) Por la provisión de un puente de unión de cobre aislado, cubierto o desnudo, no menor que 8.37 mm² (8 AWG).

f) Puesta a tierra. El siguiente equipo debe estar puesto a tierra:

- (1) Todo equipo eléctrico localizado dentro de 1.50 metros de la pared interior de la alberca o tina de hidromasaje.
- (2) Todo equipo eléctrico asociado al sistema de circulación del agua de la alberca o tina de hidromasaje.

g) Equipo de audio bajo el agua. El equipo de audio bajo el agua debe cumplir con lo dispuesto en la Parte B de este Artículo.

680-44. Protección. Excepto como se dispone de otro modo en esta sección, la salida o salidas que alimenten una alberca o tina de hidromasaje autocontenida o un ensamble de equipo integral de alberca o tina de hidromasaje, o una alberca o tina de hidromasaje ensamblada en campo deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

a) Unidades aprobadas. Se permitirá instalar sin protección adicional con un Interruptor con protección de falla a tierra, una unidad autónoma aprobada o un conjunto de equipo integrado aprobado y marcado para indicar que incluyen protección con un interruptor de circuito por falla a tierra integral para todas las partes eléctricas dentro de la unidad o ensamble (como bombas, ventiladores, calentadores, luces, controles, equipo de purificación, alambrado, etc.).

b) Otras unidades. No se exigirá que la alimentación de un ensamble de alberca o tina de hidromasaje ensamblada en campo, que sea trifásica o con una tensión nominal de más de 250 volts o con una carga de calefacción de más de 50 amperes, esté protegida con un interruptor contra fallas a tierra.

NOTA. Ver en 680-2 las definiciones de alberca de hidromasaje y jacuzzi (autocontenido) y de un ensamble de alberca o tina de hidromasaje.

Parte E. Fuentes

680-50. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte A y de la Parte E de este Artículo deben aplicarse a todas las fuentes que están definidas en 680-2. Las fuentes que utilicen agua de una alberca deben cumplir adicionalmente con los requisitos de la Parte B de este Artículo. Las fuentes portátiles autocontenidas no están cubiertas por la Parte E y éstas deben cumplir con las Partes B y C del Artículo 422.

680-51. Luminaria, bombas y otros equipos sumergibles.

a) Interruptores de circuito por falla a tierra. Las luminarias, bombas sumergibles y otros equipos sumergibles, a menos que estén marcados para funcionar a baja tensión de contacto o menos y estén alimentados por un transformador o una alimentación que cumpla lo establecido en 680-23(a) (2), deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

b) Tensión de operación. Todas las luminarias deben instalarse para operar a 150 volts o menos entre conductores. Las bombas y equipos sumergibles deben operar a 300 volts o menos entre conductores.

c) Lentes de luminarias. Las luminarias deben instalarse con la parte superior del lente por debajo del nivel normal de agua de la fuente, a menos que estén aprobados para ser colocados por encima. Una luminaria montada instalada hacia arriba debe cumplir con una de las siguientes condiciones:

- (1) Tener la lente resguardada para prevenir que cualquier persona haga contacto.
- (2) Estar aprobada para usarse sin protección.

d) Protección contra aumentos de temperatura. El equipo eléctrico cuyo funcionamiento seguro depende de la condición de estar sumergido, debe protegerse contra el sobrecalentamiento mediante un desconectador por bajo nivel de agua u otro medio aprobado cuando no estén sumergidos.

e) Alambrados. El equipo debe estar provisto de entradas para tubo conduit roscado o para cordones flexibles adecuados. La longitud máxima de cordón expuesto dentro de la fuente debe estar limitada a 3.00 metros. Los cordones que se prolonguen más allá del perímetro de la fuente deben estar dentro de un ducto aprobado para alambrado. Las partes metálicas de equipo que estén en contacto con el agua deben ser de bronce o de otro metal aprobado como resistente a la corrosión.

f) Mantenimiento. El equipo debe poder sacarse del agua para cambio de lámparas o para el mantenimiento normal. Las luminarias no deben estar permanentemente empotradas en la estructura de la fuente, de manera que sea necesario reducir el nivel del agua o drenar la fuente para cambiar las lámparas, para mantenimiento o para inspección.

g) Estabilidad. El equipo debe ser estable por sí mismo o estar asegurado firmemente en su sitio.

680-52. Cajas de empalmes y otras envolventes.

a) Disposiciones generales. Las cajas de empalmes y otras envolventes que se utilicen para instalaciones que no sean bajo el agua, deben cumplir con lo indicado en 680-24.

b) Cajas de empalmes u otras envolventes bajo el agua. Las cajas de empalmes y otras envolventes bajo el agua deben cumplir los siguientes requisitos:

1) Construcción.

- a. Deben estar equipadas con entradas para tubo conduit roscado, con casquillos de compresión o sellos para la entrada de cordones.
- b. Deben ser sumergibles, de cobre, bronce u otro material resistente a la corrosión.

2) Instalación.

- a. Deben sellarse con un compuesto aprobado para prevenir la entrada de humedad.
- b. Deben estar firmemente fijadas a los soportes o directamente a la superficie de la fuente y unidas cuando se requiera. Cuando la caja de empalmes está soportada solamente por tubos conduit de acuerdo con 314-23(e) y (f), los tubos deben ser de cobre, bronce, acero inoxidable u otro material resistente a la corrosión. Cuando la caja esté unida a un tubo no metálico debe tener soportes y sujetadores adicionales de cobre, bronce u otro metal resistente a la corrosión.

680-53. Uniones. Todos los sistemas de cañerías o tuberías metálicas asociadas con la fuente deben unirse sólidamente (puentes de unión) al conductor de puesta a tierra del equipo, del circuito derivado que alimenta a la fuente.

NOTA: Véase 250-122 para dimensionamiento de los conductores.

680-54. Puesta a tierra. El siguiente equipo debe estar puesto a tierra:

- (1) Todo equipo eléctrico, con excepción de luminarias de baja tensión que no requieren ponerse a tierra, localizado dentro de la fuente o hasta 1.50 metros de la pared interna de la misma.
- (2) Todo equipo relacionado con el sistema de recirculación de agua de la fuente.
- (3) Los tableros de alumbrado y control que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico relacionado con la fuente.

680-55. Método de puesta a tierra.

a) Disposiciones que se deben aplicar. Se deben aplicar las disposiciones de 680-21(a), 680-23 (b)(3), 680-23 (f)(1) y (f)(2), 680-24(f) y 680-25.

b) Alimentados por un cordón flexible. El equipo eléctrico que esté alimentado por un cordón flexible debe tener todas las partes metálicas descubiertas y que no transportan corriente eléctrica puestas a tierra por medio de un conductor de cobre aislado, que sea parte integral del cordón. El conductor de puesta a tierra se debe conectar a una terminal de puesta a tierra en la caja de empalmes del alimentador, en la envolvente del transformador, en la envolvente de alimentación o en otra envolvente.

680-56. Equipo conectado por cordón y clavija.

a) Interruptores de circuito por falla a tierra. Todo equipo eléctrico, incluyendo los cordones de alimentación, debe estar protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.

b) Tipos de cordones. Los cordones flexibles sumergibles o expuestos al agua, deben ser para uso extrapesado, como se establece en la Tabla 400-4 y deberán ser del tipo denominado con el sufijo "W".

c) Sello. El extremo del aislamiento y las terminales del cordón flexible del conductor dentro del equipo y su conexión a tierra, deben ser cubiertos con, o encapsulados en, con un sellador de relleno adecuado para prevenir la entrada de agua en el equipo a través del cordón o sus conductores. Además, la conexión de puesta a tierra dentro del equipo se debe tratar de modo similar para protegerla de los efectos deteriorantes del agua que pudiera entrar en el equipo.

d) Terminales. Las conexiones con cordón flexible deben ser permanentes, excepto cuando se usen clavijas y contactos del tipo de puesta a tierra para facilitar el retiro o desconexión de equipo fijo o estacionario para su mantenimiento, reparación o almacenamiento y cuando dichos dispositivos no estén ubicados en cualquier parte de la fuente que contenga agua.

680-57. Anuncios.

a) Disposiciones generales. Esta sección cubre los anuncios eléctricos instalados dentro de una fuente o a una distancia máxima de 3.00 metros del borde de la fuente.

b) Protección para el personal mediante interruptor de circuito por falla a tierra. Todos los circuitos derivados o alimentadores que abastecen el anuncio deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra para proteger al personal.

c) Ubicación.

1) Fijo o estacionario. Un anuncio eléctrico fijo o estacionario instalado dentro de una fuente debe estar cuando menos a 1.50 metros dentro de la fuente, medidos desde el borde exterior de la fuente.

2) Portátil. No se debe colocar un anuncio eléctrico portátil dentro de una fuente ni a una distancia menor de 1.50 metros medidos horizontalmente desde las paredes interiores de la fuente.

d) Desconexión. El anuncio debe tener un medio de desconexión local de acuerdo con 600-6 y 680-12.

e) Unión y Puesta a tierra. El anuncio debe estar puesto a tierra y unido de acuerdo con 600-7.

680-58. Protección con Interruptor de circuito por falla a tierra para salidas adyacentes de contactos. Todos los contactos de 15 o 20 amperes, monofásicos y de 120 hasta 250 volts, ubicados a 6.00 metros o menos del borde de una fuente deben tener protección con Interruptor de circuito por falla a tierra.

Parte F. Albercas y tinas para uso terapéutico

680-60. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte A y Parte F de este Artículo deben aplicarse a albercas y tinas para uso terapéutico en lugares para el cuidado de la salud, gimnasios, salas de entrenamiento de atletas y áreas similares. Los aparatos eléctricos terapéuticos portátiles deben cumplir con las Partes B y C del Artículo 422.

NOTA: Véase Sección 517-2 para definición de lugares para el cuidado de la salud.

680-61. Albercas terapéuticas instaladas permanentemente. Las albercas terapéuticas instaladas a en el piso, sobre el piso o en una edificación, de forma que no puedan ser fácilmente desmontadas, deben cumplir con las Partes A y B de este Artículo.

Excepción: Las limitaciones indicadas en 680-22(b)(1) a (c)(4) no se aplican cuando todas las luminarias son del tipo totalmente cerrado.

680-62. Tinas terapéuticas (tanques hidroterapéuticos). Las tinas terapéuticas usadas para la inmersión y tratamiento de pacientes, que no se pueden mover fácilmente de un lugar a otro en uso normal o que estén aseguradas de cualquier manera en un lugar específico, incluyendo el sistema de tubería asociado, deben estar en conformidad con esta Parte F de este Artículo.

a) Protección. A menos que en otra parte de esta sección se exija otra cosa, las tinas o tanques terapéuticos y hidroterapéuticos deben estar protegidos con un interruptor de circuito por falla a tierra.

1) Unidades aprobadas. Se permitirá instalar sin protección adicional con un Interruptor con protección de falla a tierra, una unidad autónoma aprobada o un conjunto de equipo integrado aprobado y marcado para indicar que incluyen protección con un interruptor de circuito por falla a tierra integral para todas las partes eléctricas dentro de la unidad o ensamble (como bombas, ventiladores, calentadores, luces, controles, equipo de purificación, alambrado, etc.).

2) Otras unidades. No se exigirá que la alimentación de un ensamble de una tina terapéutica o un tanque hidroterapéutico, que sea trifásica o con una tensión de más de 250 volts o con una carga de calefacción de más de 50 amperes, esté protegida con un interruptor contra fallas a tierra.

b) Unión. Las siguientes partes se deben unir entre sí:

- (1) Todos los accesorios metálicos dentro o fijos a la estructura de la tina.
- (2) Partes metálicas de equipo eléctrico asociado con el sistema de circulación del agua de la bañera, incluyendo los motores de bombas.

- (3) Cables con cubierta de metal, canalizaciones y tubería metálica que estén dentro de una distancia de 1.50 metros desde la pared interna de la tina y no separados de la tina por una barrera permanente.
- (4) Todas las superficies metálicas que estén dentro de una distancia de 1.50 metros de la pared interna de la tina y no separada de ésta por una barrera permanente.
- (5) Los dispositivos y controles eléctricos no asociados a la bañera terapéutica deben estar alejados a un mínimo de 1.50 m de ésta, o se deben conectar al sistema de puentes de unión de tinas terapéuticas.

Excepción: No se exigirá unir las superficies conductoras pequeñas no susceptibles de energizarse tales como las boquillas de agua y de aire, accesorios de drenaje, que no estén conectados a tubería metálica, toalleros, marcos de espejos y equipo no eléctrico similar.

c) Método de conexión de los puentes de unión. Todas las partes metálicas asociadas con la bañera deben ser conectadas por alguno de los siguientes métodos:

- (1) La interconexión de tubería y accesorios metálicos roscados.
- (2) En montajes de metal a metal sobre una estructura o base común.
- (3) Conexiones con empalmes metálicos adecuados tales como grapas y/o abrazaderas.
- (4) Por medio de un puente de unión de cobre aislado o desnudo no menor que 8.37 mm^2 (8 AWG).

d) Puesta a tierra.

1) Equipo fijo o estacionario. El siguiente equipo eléctrico se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

- a. Ubicación. Todo equipo eléctrico localizado dentro de 1.50 metros de las paredes internas de la bañera.
- b. Sistema de circulación. Todo equipo eléctrico asociado al sistema de circulación de agua de la tina.

2) Equipo portátil. Los aparatos terapéuticos portátiles deben cumplir los requisitos de puesta a tierra de 250-114.

e) Contactos. Todos los contactos dentro de 1.80 metros alrededor de una tina terapéutica deben protegerse con un interruptor de circuito por falla a tierra.

f) Luminarias. Todas las luminarias usadas en áreas de tinas terapéuticas deben ser del tipo totalmente cerrado.

Parte G. Tinas de hidromasaje

680-70. Generalidades.

Las tinas de hidromasajes, definidas en 680-2 deben cumplir con esta parte del Artículo 680 y no se exigirá que se cumplan otras partes del mismo Artículo.

680-71. Protección. Las tinas de hidromasaje y sus componentes eléctricos asociados deben estar en un circuito (s) derivado individual y protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra fácilmente accesible. Todos los contactos monofásicos a 120 volts que no excedan los 30 amperes y que estén ubicados a una distancia máxima de 1.80 metros, medidos horizontalmente de las paredes interiores de la tina de hidromasaje, se deben proteger con un interruptor de circuito por falla a tierra.

680-72. Otro equipo eléctrico. Las luminarias, desconectores, contactos y otros equipos eléctricos ubicados en el mismo cuarto y que no estén directamente asociados con una tina de hidromasaje, se deben instalar de acuerdo con los requisitos de los Capítulos 1 a 4 de esta NOM, que cubren la instalación de ese equipo en los cuartos de baño.

680-73. Accesibilidad. El equipo eléctrico de la tina de hidromasaje debe ser accesible sin causar daño a la estructura o al acabado del edificio. Cuando la tina de hidromasaje se conecta con cordón y clavija al contacto de alimentación que es accesible solamente a través de una abertura de acceso para mantenimiento, el contacto se debe instalar de tal modo que el frente sea visible y esté colocado a no más de 30 centímetros de la abertura.

680-74. Unión.

a) Generalidades. Las partes siguientes deben estar unidas entre sí:

- (1) Todas las partes metálicas dentro o junto a la estructura de la tina de hidromasaje que estén en contacto con el agua circulante

(2) Partes metálicas del equipo eléctrico asociado con el sistema de agua circulante de la tina de hidromasaje, incluyendo los motores de la bomba y sopladores

(3) Cables con armadura metálica y canalizaciones y tubería de metal que estén dentro de 1.5 m de las paredes internas de la tina de hidromasaje y no estén separadas de la tina por una barrera permanente

(4) Todas las superficies metálicas expuestas que estén dentro de los 1.5 m de las paredes internas de la tina de hidromasaje y no estén separadas de la tina por una barrera permanente

(5) Dispositivos eléctricos y controles que no estén asociados con las tinas de hidromasaje y que estén ubicados dentro de los 1.5 m de tales tinas

Excepción 1: No se requiere que sean unidas las superficies conductoras pequeñas que no es probable que se energicen, como son los surtidores de aire y agua, ensambles de válvulas de suministro, accesorios de desagüe no conectados a la tubería metálica, toalleros, marcos de espejos y equipos similares no eléctricos ni conectados a marcos de metal.

Excepción 2: No se requiere que sean unidos los motores y ventiladores doblemente aislados.

b) Todas las partes metálicas que esta sección especifique sean unidas, deben unirse entre sí, empleando un puente de unión de cobre, sólido, aislado, cubierto o desnudo no menor al 8.37 mm² (8 AWG). Se exigirá el puente de unión para la unión equipotencial en el área de la tina de hidromasajes, y no se exigirá que se prolongue o se una a ningún panel remoto de distribución, equipo de acometida, ni a ningún electrodo. El puente de unión deberá ser suficientemente largo para llegar a los motores no con doble aislamiento de la bomba de reemplazo o soplador y debe conectarse al conductor de unión de equipos del circuito derivado del motor, cuando se usa un motor con doble aislamiento de la bomba de circulación o del soplador.

Parte H. Ascensores eléctricos para piscina

680-80. Generalidades. Los ascensores eléctricos para piscina como están definidos en la sección 680-2 deben cumplir con la Parte H de este artículo. No se requerirá que cumplan con otras partes de este Artículo.

680-81. Aprobación del equipo. Los ascensores deben estar aprobados, etiquetados e identificados para uso en albercas y spa.

Excepción 1: No se requerirá que los ascensores donde la batería sea removida a otro lugar para cargarse y tenga un valor inferior o igual al límite de contacto de baja tensión, sean aprobados y etiquetados.

Excepción 2: No se requerirá que los ascensores operados por energía solar o con cargador solar donde el panel solar está unido al ascensor y la batería tenga un valor inferior o igual al límite de contacto de baja tensión, sean aprobados y etiquetados.

Excepción 3: No se requerirá que los ascensores que estén alimentados por una fuente que no exceda el límite de contacto de baja tensión y los alimentados por transformadores o fuentes de energía que cumplan con la sección 680-23 (a)(2), sean aprobados y etiquetados.

680-82. Protección. Los ascensores para piscinas Conectado al cableado de los locales y operado arriba del límite de contacto de baja tensión deberán estar provistos de protección GFCI para el personal.

680-83. Unión. Los ascensores deben estar unidos de acuerdo con la sección 680-26(b)(5) y (b)(7).

680-84. Dispositivos de conmutación. Los interruptores y dispositivos de conmutación que son operados por arriba del límite de contacto de baja tensión deben cumplir con la sección 680-22(c).

680-85. Placa. Los ascensores eléctricos para piscina deben estar provistos con una placa con el nombre de identificación, modelo, rango en volts y en amperes o en volts y watts. Si el elevador va a ser usado en alguna frecuencia o frecuencias específicas, deben estar indicadas. Los ascensores alimentados por baterías deben indicar la referencia del tipo de batería o paquete de baterías a ser usadas. Las baterías y los paquetes de baterías deben estar provistos de la referencia del tipo de batería y el rango de tensión.

ARTÍCULO 682

CUERPOS DE AGUA NATURALES Y ARTIFICIALES

Parte A. Disposiciones generales

682-1. Alcance. Este Artículo se aplica a la instalación del alambreado eléctrico y equipo en, o adyacente a, cuerpos de agua naturales o artificiales no cubiertos en otros Artículos de esta NOM, tales como pero no limitados a, estanques de aireación, estanques para piscicultura, cuencas para retención de tormentas, estanques de tratamiento, instalaciones de irrigación (canales).

682-2. Definiciones.

Cuerpos de agua artificiales. Cuerpos de agua que han sido contruidos o modificados con un propósito ornamental o comercial tales como pero no limitados, estanques de aireación, estanques para piscicultura, estanques para retención de tormentas, estanques de tratamiento, instalaciones de irrigación (canales). La profundidad del agua puede variar con las estaciones o ser controlada.

Plano de referencia eléctrico. Tal como se usa en este Artículo, el plano de referencia eléctrico se define de la siguiente manera:

- (1) En áreas terrestres sujetas a fluctuación de la marea, el plano de referencia eléctrico es un plano horizontal a 60 centímetros por encima del nivel más alto de la marea, que se presenta en circunstancias normales en el área, es decir, la marea más alta.
- (2) En áreas terrestres no sujetas a fluctuación de la marea, el plano de referencia eléctrico es un plano horizontal a 60 centímetros por encima del nivel más alto del agua, que se presenta en circunstancias normales en el área.
- (3) En áreas terrestres expuestas a inundaciones, el plano de referencia eléctrico con base en los numerales (1) o (2) anteriores, es un plano horizontal a 60 centímetros por encima del punto identificado como la marca alta de agua vigente o una marca de referencia equivalente, basada en los registros de inundaciones estacionales o provocadas por tormentas.
- (4) El plano de referencia eléctrico para estructuras flotantes y plataformas flotantes de embarcaderos que (1) están instalados para permitirles subir y bajar como respuesta al nivel del agua, sin movimiento lateral, y (2) que están equipados de manera que se pueden elevar hasta el plano de referencia establecido para (1) o (2), es un plano horizontal a 75 centímetros por encima del nivel del agua en la estructura flotante o en la plataforma flotante y a una distancia mínima de 30 centímetros por encima del nivel del embarcadero.

Plano equipotencial. Área en la cual una malla de alambre u otros elementos conductores está sobre, empotrada en o debajo de la superficie para caminar, a una distancia máxima de 7.50 centímetros, unida a todas las estructuras metálicas y al equipo no eléctrico fijo que se pueda energizar, y conectada al sistema de puesta a tierra para prevenir que se establezca una diferencia de potencial dentro del plano.

Cuerpos de agua naturales. Cuerpos de agua tales como lagos, arroyos, estanques, ríos y otros cuerpos de agua que se forman naturalmente, cuya profundidad puede variar a lo largo del año.

Línea costera. Extensión más alejada de agua en reposo, bajo las condiciones aplicables, que determina el plano de referencia eléctrico para el cuerpo de agua especificado.

682-3. Otros Artículos. Si hay tráfico de embarcaciones en el agua, el alambrado debe cumplir lo especificado en 555-13 (b).

Parte B. Instalación.

682-10. Equipo eléctrico y transformadores. El equipo eléctrico y los transformadores, incluyendo sus envolventes, deben estar específicamente aprobados para el lugar previsto. Ninguna parte de un envolvente para equipo eléctrico, no identificado para operar mientras está sumergido, se debe ubicar por debajo del plano de referencia eléctrico.

682-11. Ubicación del equipo de acometida. En tierra, el equipo de acometida para estructuras flotantes y equipo eléctrico sumergible se deben ubicar a una distancia no inferior a 1.50 metros horizontalmente desde la línea costera y las partes vivas deben tener una altura mínima de 30 centímetros sobre el plano de referencia eléctrico. El equipo de acometida se debe desconectar cuando el nivel del agua alcanza la altura del plano de referencia eléctrico establecido.

682-12. Conexiones eléctricas. Todas las conexiones eléctricas no previstas para funcionar sumergidas se deben ubicar por lo menos a 30 centímetros por encima de la cubierta de una estructura fija o flotante, pero no por debajo del plano de referencia eléctrico.

682-13. Métodos de alambrado e instalación. Se permitirá utilizar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados para los alimentadores y cuando se exijan conexiones flexibles para las acometidas. Cuando se exige flexibilidad para un alimentador o un circuito derivado, se permitirá usar cable de fuerza portátil, de uso extra rudo aprobado para lugares mojados y resistentes a la luz solar. Cuando no se exige flexibilidad se permitirá instalar otros métodos de alambrado adecuados para el lugar. Se permitirá alambrado temporal, de acuerdo con 590-4.

682-14. Conexión(es) de fuerza para equipo eléctrico flotante o sumergible. El equipo flotante o sumergible debe ser conectado con cordón y clavija, usando cordones para uso extrapesado, como se establece en la Tabla 400-4 y ser del tipo denominado con el sufijo "W". La combinación de clavija y contacto debe la adecuada para su ubicación, mientras esté en uso. Se deben instalar medios de desconexión para aislar cada equipo sumergible o flotante de la fuente de alimentación, sin que se requiera desenchufar la clavija del contacto.

Excepción: Se permite usar los métodos de alambrado cubiertos por 682-13 en la conexión de equipos aprobados para conexión directa y equipos anclados en su lugar que no se mueven con las corrientes de agua o viento.

a) Tipo y marcado. Los medios de desconexión deben consistir en interruptores automáticos, desconectores o ambos, o un desconector en envolvente moldeada y deben estar específicamente marcados para indicar cual contacto u otra salida controlan.

b) Ubicación. Los medios de desconexión deben ser fácilmente accesibles en tierra y se deben localizar a no más de 75 centímetros del contacto que controla y se debe ubicar en el circuito de alimentación antes del contacto. El medio de desconexión debe estar al alcance de la vista desde, pero no más cerca de 1.50 metros de la línea costera y estará levantado cuando menos 30 centímetros por encima del plano de referencia eléctrico.

682-15. Protección con interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI). Los contactos monofásicos de 15 y 20 amperes y de 120 hasta 250 volts, instalados en exteriores y dentro o sobre edificios flotantes o estructuras dentro del plano de referencia eléctrico, que se usan para almacenamiento, mantenimiento o reparación, utilizando herramientas eléctricas portátiles manuales, equipo eléctrico de diagnóstico o equipo de iluminación portátil, deben tener protección con Interruptor con protección para el personal de falla a tierra. El dispositivo de protección con Interruptor con protección de falla a tierra debe estar ubicado a no menos de 30 centímetros por encima del plano de referencia eléctrico establecido.

Parte C. Puesta a tierra y unión.

682-30. Puesta a tierra. El alambrado y el equipo dentro del alcance de este Artículo se debe poner a tierra tal como se especifica en la Parte C de 553, 555-15 y con los requisitos de esta parte.

682-31. Conductores de puesta a tierra de equipos.

a) Tipo. Los conductores de puesta a tierra de equipos deben ser conductores de cobre, aislados, dimensionados de acuerdo con 250-122, pero su tamaño no debe ser menor a 3.31 mm² (12 AWG).

b) Alimentadores. Cuando un alimentador sirve a un panel de distribución remoto u otro equipo de distribución, se debe tender un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos, desde una terminal de puesta a tierra en la acometida hasta la terminal de puesta a tierra y la barra colectora en el panel de distribución remoto o en otro equipo de distribución.

c) Circuitos derivados. El conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos para los circuitos derivados debe terminar en una terminal de puesta a tierra en un panel de distribución remoto o en otro equipo de distribución, o en la terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida.

d) Aparatos conectados con cordón y clavija. Cuando estén puestos a tierra, los aparatos conectados con cordón y clavija se deben poner a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos en el cordón y una clavija de conexión puesta a tierra.

682-32. Unión de las partes metálicas no portadoras de corriente. Todas las partes metálicas en contacto con el agua, todas las tuberías metálicas, los tanques y todas las partes metálicas no portadoras de corriente que puedan llegar a energizarse se deben unir a la terminal de puesta a tierra en el panel de distribución.

682-33. Planos equipotenciales y unión de los planos equipotenciales. Se debe instalar un plano equipotencial donde así se exija en esta sección para mitigar las tensiones de paso y de contacto en el equipo eléctrico.

a) Áreas que requieren planos equipotenciales. Los planos equipotenciales se deben instalar junto a todo el equipo de acometida exterior o a los medios de desconexión que controlen equipos dentro o sobre el agua, que tengan envolvente metálico y controles accesibles al personal, y que puedan llegar a energizarse. El plano equipotencial debe abarcar el área alrededor del equipo y se debe prolongar hacia afuera no menos de 90 centímetros, en todas las direcciones en las que una persona pudiera estar de pie y entrar en contacto con el equipo.

b) Áreas que no requieren planos equipotenciales. No se exigirán planos equipotenciales para el equipo controlado y alimentado por el equipo de acometida o el medio de desconexión. Todos los circuitos con valor nominal de no más de 60 amperes y de 120 hasta 250 volts, monofásicos, deben tener protección con Interruptor con protección de falla a tierra.

c) Unión. Los planos equipotenciales se deben unir al sistema eléctrico de puesta a tierra. El conductor de unión debe ser sólido, de cobre, aislado, recubierto o desnudo y con tamaño no inferior al 8.37 mm² (8 AWG). Las conexiones se deben hacer mediante soldadura exotérmica o mediante conectores de presión o grapas que estén etiquetados como adecuados para el propósito y son de acero inoxidable, bronce, cobre o aleación de cobre.

ARTÍCULO 685

SISTEMAS ELÉCTRICOS INTEGRADOS

Parte A. Disposiciones generales.

685-1. Alcance. Este Artículo cubre sistemas eléctricos integrados, que no sean un equipo integrado, en los cuales sea necesaria una interrupción programada para lograr una operación segura. Un sistema eléctrico integrado como el indicado en este Artículo, es un segmento unitario de un sistema de alambrado industrial, cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (1) Cuando se requiera una interrupción programada para minimizar peligro a personas y daños a equipo.
- (2) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas dan servicio al sistema.
- (3) Cuando se han establecido y mantenido salvaguardas efectivas.

685-3. Aplicación de otros Artículos. Los Artículos/secciones de la siguiente Tabla se aplican a casos particulares de instalación de conductores y equipo, donde hay requisitos para una interrupción programada, que son complementarios a aquellos de este Artículo o modificaciones de ellos.

Parte B. Interrupción programada.

685-10. Ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente en el local. La ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que son críticos en sistemas eléctricos integrados, debe estar en áreas accesibles, con las alturas de montaje permitidas para asegurar una operación segura por personal no calificado.

685-12. Puesta a tierra en sistemas de corriente continua. Se permite que los circuitos de corriente continua de dos hilos no estén puestos a tierra.

685-14. Circuitos de control no puestos a tierra. Cuando se requiera continuidad operacional, se permite que no sean puestos a tierra los circuitos de control de 150 volts o menos de sistemas derivados separados.

Tabla 685.-3. Aplicación de otros Artículos.

Conductor/equipo	Sección
Coordinación de Sistemas Eléctricos	240-12
Desconexión	430-75 Excepciones 1 y 2
Más de una fuente de energía	430-113 Excepciones 1 y 2
Más de un edificio u otra estructura	225, Parte B
Medios de desconexión	645-10 Excepción
Medios de desconexión a la vista del controlador	430-102(a) Excepción 2
Parada programada	430-44
Protección de conductores	240-4
Protección de equipo	427-22
Protección por falla a tierra del equipo	230-95, Excepción
Protección por falla a tierra del equipo	240-13(1),
Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna de 50 hasta menos de 1000 volts.	250-21
Punto de conexión	705-12
Suministro de energía ininterrumpible	645-11(1)

ARTÍCULO 690**SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS****Parte A. Disposiciones generales.**

690-1. Alcance. Este Artículo aplica a sistemas eléctricos de energía solar fotovoltaica (FV), distintos de los cubiertos en el Artículo 691, incluya a los circuitos de inversores y controladores para dichos sistemas [Ver las Figuras 690-1(a) y (b)]. Los sistemas cubiertos por este Artículo pueden ser interactivos con otras fuentes de producción de potencia eléctrica o autónomos o ambos y pueden estar o no estar conectados a un sistema de almacenamiento de energía, tal como baterías. Estos sistemas fotovoltaicos pueden tener salidas de utilización de corriente alterna o de corriente continua.

NOTA: El Artículo 691 cubre la instalación de centrales de generación de energía fotovoltaica a gran escala

690-2. Definiciones.

Arreglo: Ensamble mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura y bases de soporte, sistema de orientación y otros componentes, según se necesite para formar una unidad de generación de energía eléctrica de corriente continua o corriente alterna.

Arreglo fotovoltaico bipolar: Arreglo fotovoltaico que tiene dos salidas, cada una con polaridad opuesta con respecto a un punto común de referencia o derivación central.

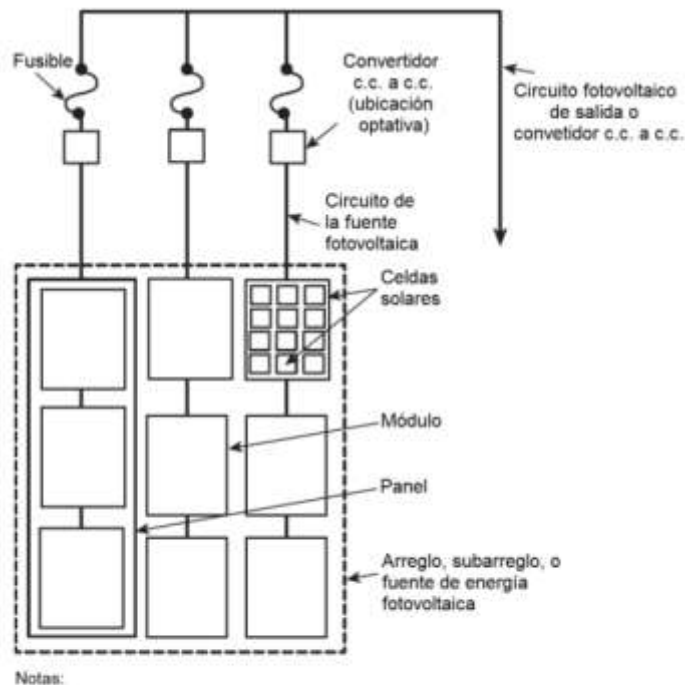
Capacidad de generación. La suma de la potencia de salida máxima continua a 40°C en kilowatts de los inversores conectados en paralelo.

Celda solar: Dispositivo fotovoltaico básico que genera electricidad cuando está expuesto a la luz.

Circuito de entrada del inversor: Conductores conectados a la entrada de c.c. de un inversor

Circuito fotovoltaico de c.c. Cualquier conductor de c.c. alimentado por una fuente fotovoltaica, incluyendo los circuitos de la fuente fotovoltaica, circuitos de salida fotovoltaica, circuitos de la fuente del convertidor de c.c. a c.c. o circuitos de salida del convertidor de c.c. a c.c.

Circuito de la fuente fotovoltaica: Los conductores entre módulos y desde los módulos hasta el o los puntos de conexión común del sistema de corriente continua.



Notas:

1. El propósito de estos diagramas es servir como un medio de identificación de los componentes, circuitos y conexiones de una fuente de energía fotovoltaica.
2. Se producen diseños de fuentes de energía fotovoltaica personalizados, y algunos componentes son opcionales.

Figura 690-1(a).- Identificación de los componentes de un sistema solar fotovoltaico

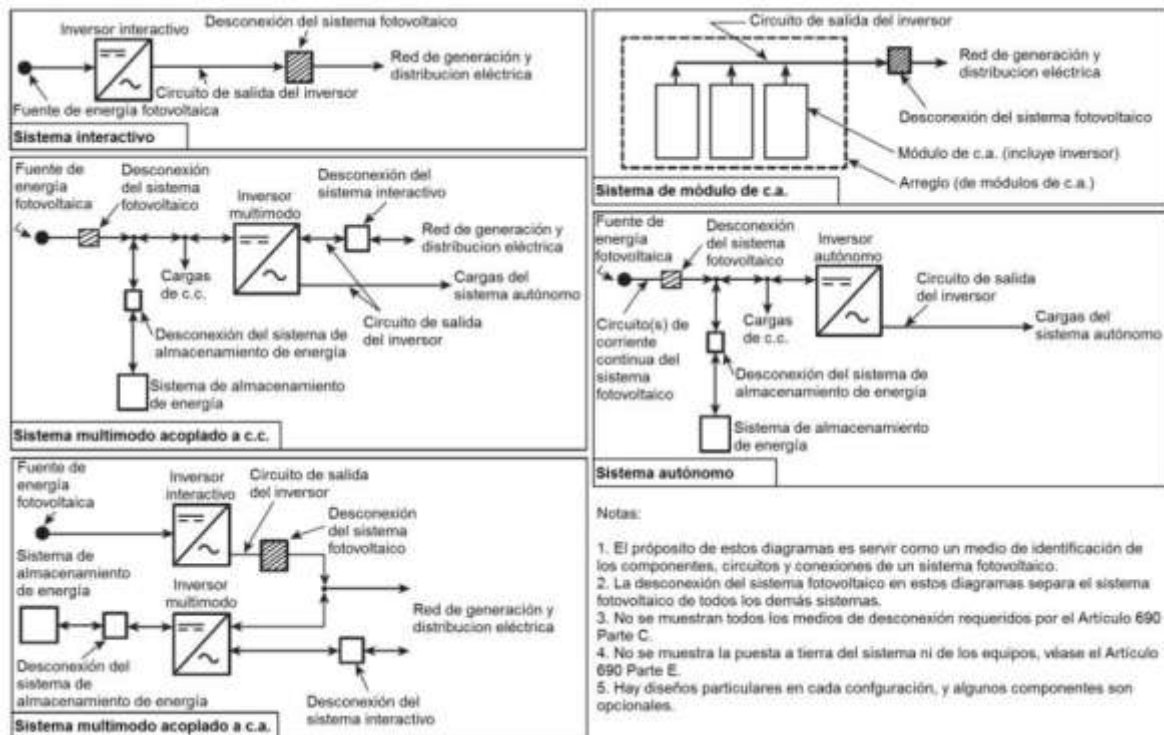


Figura 690-1(b).- Identificación de los componentes de un sistema solar fotovoltaico en configuraciones comunes del sistema.

Circuito de la fuente del convertidor de c.c. a c.c. Circuitos entre los convertidores de c.c. a c.c. y desde los convertidores de c.c. a c.c. al punto de conexión común del sistema de c.c.

Circuito de salida del convertidor de c.c. a c.c. Conductores del circuito entre el circuito de la fuente del convertidor c.c. a c.c. y el inversor o el equipo de utilización de c.c.

Circuito de salida del inversor: Conductores conectados a la salida de c.a. de un inversor.

Circuito de salida del inversor interactivo. Los conductores entre el inversor interactivo y el equipo de acometida u otra red de producción y distribución de energía eléctrica.

Circuito de salida fotovoltaica. Los conductores del circuito entre el o los circuitos de la fuente fotovoltaica y el inversor o el equipo de utilización de corriente continua.

Controlador de desviación de carga. Equipo que regula el proceso de carga de una batería, desviando la potencia del sistema de almacenamiento a las cargas de corriente alterna o de corriente continua o al servicio público interconectado.

Convertidor de c.c. a c.c. Dispositivo instalado en el circuito de la fuente fotovoltaica o en el circuito fotovoltaico de salida que puede generar una tensión de salida de corriente continua y de la corriente a un valor más alto o más bajo que la corriente y la tensión de entrada de corriente continua.

Dispositivo de combinación de corriente continua (c.c.). Dispositivo utilizado en la fuente fotovoltaica y en los circuitos fotovoltaicos de salida para combinar dos o más entradas de circuitos de corriente continua y proporcionar una salida para el circuito de corriente continua.

Inversor. Equipo que se utiliza para cambiar el nivel de tensión o la forma de onda, o ambas, de la energía eléctrica. En general un inversor es también un dispositivo que cambia una entrada de corriente continua en una salida de corriente alterna. Los inversores también pueden funcionar como cargadores de baterías que emplean la corriente alterna de otra fuente y la convierten en corriente continua para cargar las baterías.

Inversor multimodo. Equipo con las capacidades del inversor interactivo y las del inversor autónomo.

Módulo. Unidad completa protegida ambientalmente, que consta de celdas solares, óptica y otros componentes, sin incluir los sistemas de orientación, diseñada para generar energía de corriente continua cuando es expuesta a la luz solar.

Módulo de corriente alterna (Módulo fotovoltaico de corriente alterna). Unidad completa protegida ambientalmente, que consta de celdas solares, óptica, inversor y otros componentes, sin incluir los de sistemas de orientación, diseñada para generar corriente alterna cuando se expone a la luz solar.

Panel. Conjunto de módulos unidos mecánicamente, alambrados y diseñados para formar una unidad para instalarse en campo.

Red de generación y distribución de energía eléctrica. Sistema de generación, distribución y utilización de energía, tal como el sistema de una red pública y las cargas conectadas, que es externo y no controlado por el sistema de energía fotovoltaica.

Sistema autónomo. Sistema solar fotovoltaico que suministra energía eléctrica independientemente de cualquier red de producción y distribución de energía eléctrica.

Sistema Fotovoltaico Solar. El total de componentes y subsistemas que, combinados, convierten la energía solar en energía eléctrica adecuada para la conexión a una carga de utilización.

Sistema fotovoltaico con puesta a tierra funcional. Un sistema que tiene una referencia eléctrica a tierra que no está sólidamente conectado a tierra.

NOTA: Un sistema funcional fotovoltaico con sistema a tierra a menudo es conectado a tierra a través de un fusible, un corta circuitos, una resistencia, un circuito de corriente alterna conectado a tierra sin aislamiento, o medios electrónicos que son parte de un sistema de protección aprobado contra fallas a tierras. Los conductores de este sistema que están normalmente al potencial de tierra pueden tener tensión a tierra durante una condición de falla.

Sistema interactivo. Sistema solar fotovoltaico que funciona en paralelo con una red de generación y distribución de energía eléctrica, a la que puede entregar potencia.

Subarreglo. Un subconjunto eléctrico de un arreglo fotovoltaico.

690-3. Otros Artículos. Cuando los requisitos de otros Artículos de esta NOM y el Artículo 690 difieran, deben aplicarse los requisitos indicados en el Artículo 690 y, si el sistema funciona en paralelo con una fuente primaria de energía eléctrica, se deben aplicar los requisitos de 705-14, 705-16, 705-32 y 705-143.

Excepción: Los sistemas solares fotovoltaicos, los equipos o el alambrado instalados en un lugar peligroso (clasificado) también deben cumplir con las partes aplicables de los Artículos 500 hasta 516.

690-4. Requisitos generales.

a) Sistema fotovoltaico. Se permite que un sistema solar fotovoltaico suministre energía eléctrica a una edificación u otra estructura, en adición a cualquier otro sistema de suministro de electricidad.

b) Equipo. Los inversores, motogeneradores, módulos fotovoltaicos, paneles fotovoltaicos, módulos fotovoltaicos de corriente alterna, dispositivos de combinación de c.c., convertidores de c.c. a c.c. y controladores de carga, destinados para usarse en sistemas de energía fotovoltaica deben estar aprobados e identificados para esa aplicación.

c) Personal calificado. La instalación de los equipos y de todo el alambrado y las interconexiones relacionados debe ser llevada a cabo sólo por personas calificadas.

NOTA: Ver el Artículo 100 para la definición de persona calificada.

d) Sistemas fotovoltaicos múltiples. Se permitirá que se instalen sistemas fotovoltaicos múltiples en o sobre un solo edificio o estructura. Cuando los sistemas fotovoltaicos estén localizados remotamente uno del otro, se debe colocar un directorio, de acuerdo con 705-10, en el medio de desconexión de cada sistema fotovoltaico.

e) Ubicaciones no permitidas. Los equipos de un sistema fotovoltaico y los medios de desconexión no deben estar instalados en los baños.

690-6. Módulos de corriente alterna.

a) Circuitos de una fuente fotovoltaica. Para los módulos de corriente alterna, no se deben aplicar los requisitos del Artículo 690 relacionados con los circuitos de una fuente fotovoltaica. El circuito de una fuente fotovoltaica, los conductores y los inversores, deben considerarse como alambrado interno de un módulo de corriente alterna.

b) Circuito de salida del inversor. La salida de un módulo de corriente alterna debe considerarse como circuito de salida del inversor.

Parte B. Requisitos para los circuitos

690-7. Tensión máxima. La tensión máxima de los circuitos de c.c. de un sistema fotovoltaico debe ser la tensión más alta entre dos conductores de circuito o cualquier conductor y tierra. Los circuitos de c.c. de un sistema fotovoltaico sobre o en una vivienda se debe permitir que tenga una tensión máxima de 600 volts o menor. Los circuitos de c.c. de un sistema fotovoltaico sobre o en otro tipo de edificios se permitirá tengan una tensión máxima de 1000 volts o menor. Cuando los equipos de c.c. fotovoltaicos no estén ubicados sobre o en edificios con un rango máximo de tensión de 1500 volts o menor, no se requerirá que cumplan con las Partes B y C del Artículo 490.

a) Circuitos de fuente y salida fotovoltaica. En un circuito de fuente fotovoltaica de corriente continua. o un circuito de salida, la tensión máxima del sistema fotovoltaico para ese circuito se debe calcular de conformidad con uno de los siguientes métodos:

(1) Instrucciones en la placa del módulo: La suma de la tensión de circuito abierto de los módulos fotovoltaicos conectados en serie, corregido para la más baja temperatura ambiente esperada usando los coeficientes para la tensión nominal de circuito abierto de acuerdo con las instrucciones incluidas en la placa del módulo.

(2) Módulos cristalinos y multicristalinos: Para módulos de silicio cristalino y multicristalino, se debe multiplicar la tensión nominal de circuito abierto del módulo fotovoltaico por el factor de corrección para la temperatura más baja esperada, proporcionado en la Tabla 690-7(a).

(3) Sistemas fotovoltaicos de 100 kW o mayores: Para sistemas fotovoltaicos con capacidad de generación de 100 kW o mayor, se permitirá un diseño de sistema fotovoltaico documentado usando un método industrial normalizado y proporcionado por un ingeniero electricista con Cédula Profesional.

Esta tensión se debe usar para determinar la tensión nominal máxima de conductores, cables, desconectores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otros equipos.

b) Circuitos de la fuente del convertidor de c.c. a c.c. del circuito de salida. En un circuito de la fuente del convertidor de c.c. a c.c. y un circuito de salida la tensión máxima debe ser calculada de acuerdo con (1) o (2) siguientes.

(1) Convertidor sencillo c.c. a c.c. Para circuitos conectados a la salida de un convertidor sencillo, la tensión máxima debe ser la máxima tensión nominal del convertidor c.c. a c.c.

(2) Dos o más convertidores de c.c. a c.c. conectados en serie. Para circuitos conectados en la salida de dos o más de convertidores de c.c. a c.c. conectados en serie, la tensión máxima debe ser determinada de acuerdo con las instrucciones del fabricante incluidas en la placa del convertidor. Si estas instrucciones no establecen la tensión nominal de los convertidores de c.c. a c.c. conectados en serie, la tensión máxima debe ser la suma de la máxima tensión nominal de salida de los convertidores c.c. a c.c. en serie.

c) Circuitos de fuentes bipolares de salida. Para circuitos de 2 hilos conectados a arreglos fotovoltaicos bipolares, la tensión máxima debe ser la mayor tensión entre los conductores del circuito de 2 hilos donde un conductor del circuito de 2 hilos está conectado a una tierra funcional (tap central). Para prevenir sobretensiones en caso de una falla a tierra o falla de arco, el arreglo debe estar aislado de la referencia a tierra y aislado en los dos circuitos de 2 hilos.

Tabla 690-7(a).- Factores de corrección de la tensión para módulos de silicio cristalino y multicristalino

Factores de corrección para temperaturas ambiente menores a 25 °C (Se multiplica la tensión nominal de circuito abierto por el factor de corrección aplicable que se muestra a continuación)	
Temperatura ambiente (°C)	Factor
24 a 20	1.02
19 a 15	1.04
14 a 10	1.06
9 a 5	1.08
4 a 0	1.10
-1 a -5	1.12
-6 a -10	1.14
-11 a -15	1.16
-16 a -20	1.18
-21 a -25	1.20
-26 a -30	1.21
-31 a -35	1.23
-36 a -40	1.25

690-8. Dimensionamiento y corriente de los circuitos.

a) Cálculo de la corriente máxima del circuito. La corriente máxima para un circuito específico se debe calcular de acuerdo con (1) hasta (6) siguientes.

NOTA: Cuando se aplican los requisitos de (a)(1) y (b)(1), el factor de multiplicación resultante es del 156 por ciento.

1) Corrientes del circuito de la fuente fotovoltaica. La corriente máxima debe ser calculada por uno de los métodos siguientes:

(1) La suma de la corriente de cortocircuito de los módulos en paralelo, multiplicado por el 125 por ciento.

(2) Para sistemas fotovoltaicos con capacidad de generación de 100 kW o más, se permitirá un diseño de sistema fotovoltaico documentado usando un método estándar de la industria y desarrollado por un ingeniero electricista. El cálculo del valor de la corriente máxima se basará en el promedio de tres horas de mayor corriente que resulte de la simulación de irradiación local de un arreglo fotovoltaico tomando en cuenta orientación y elevación. El valor de la corriente usado por este método no deberá ser menor al 70 por ciento del calculado usando el método de 690-8 (a)(1)(1).

2) Corrientes del circuito fotovoltaico de salida. La corriente máxima debe ser la suma de las corrientes máximas de los circuitos de las fuentes en paralelo, como se calcula en el inciso (1) anterior.

3) Corriente del circuito de salida del inversor. La corriente máxima debe ser la corriente permanente de salida del inversor.

4) Corriente del circuito de entrada de un inversor autónomo. La corriente máxima debe ser la corriente permanente de entrada del inversor autónomo, cuando el inversor esté produciendo su potencia nominal a la tensión más baja de entrada.

5) Corriente del circuito fuente del convertidor de c.c. a c.c. La corriente máxima debe ser la corriente nominal continua de salida del convertidor de c.c. a c.c.

6) Corriente del circuito de salida del convertidor de c.c. a c.c. La corriente máxima deberá ser la suma de las corrientes de los circuitos de las fuentes en paralelo conectadas al convertidor, como se calcula en el inciso (5) inmediato anterior.

b) Ampacidad de los conductores. Se considerarán como constantes las corrientes de los sistemas fotovoltaicos. Los conductores del circuito se deben dimensionar para portar un valor no menor que el mayor valor establecido en los incisos (1) o (2) siguientes o cuando esté protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente electrónico ajustable de acuerdo con 690-9(b)(3), no menor que la corriente en 690-8(b)(3).

1) Antes de aplicar los factores de ajuste y corrección. Ciento veinticinco por ciento de las corrientes máximas calculadas en 690-8 (a) antes de aplicar el ajuste y los factores de corrección.

Excepción: Se permitirá usar al 100 por ciento de su valor nominal, en los circuitos que contengan un ensamble con los dispositivos de protección contra sobrecorriente integrados y que estén etiquetados para funcionamiento continuo al 100 por ciento de su valor nominal.

2) Después de aplicar los factores de ajuste y corrección. Las corrientes máximas calculadas según la sección 690-8(a) después de aplicar los factores de ajuste y corrección.

3) Dispositivo de protección contra sobrecorriente electrónico ajustable. El valor nominal o la configuración de un dispositivo de protección contra sobrecorriente electrónico ajustable instalado de acuerdo con 240-6.

c) Sistemas con múltiples tensiones de corriente continua. Para una fuente fotovoltaica de potencia, que tiene circuitos de múltiples tensiones de salida y que usa un conductor común de retorno, la ampacidad de dicho conductor no debe ser menor a la suma de las corrientes nominales de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos individuales de salida.

d) Dimensionamiento de los conductores de interconexión del módulo. Cuando un sólo dispositivo de sobrecorriente es utilizado para proteger un conjunto de dos o más circuitos de módulos conectados en paralelo, la ampacidad de cada uno de los conductores de interconexión del módulo no deberá ser menor a la suma del valor nominal del único dispositivo contra sobrecorriente, más el 125 por ciento de la corriente de cortocircuito de los otros módulos conectados en paralelo.

690-9. Protección contra sobrecorriente.

a) Circuitos y equipos. Los conductores y equipos del circuito de un sistema de corriente continua fotovoltaico y el circuito de salida del inversor deben estar protegidos contra sobrecorrientes. No se requerirán dispositivos de protección para circuitos con suficiente ampacidad para la mayor corriente disponible. Los circuitos conectados a alimentaciones de corriente limitada (como módulos fotovoltaicos, convertidores c.c. a c.c., circuitos de salida de los inversores interactivos) y conectados también a fuentes con disponibilidad de corriente más alta (como cadenas de módulos en paralelo, energía de la red pública), deben estar protegidos en la conexión de la fuente de corriente más alta.

Excepción. No será requerido un dispositivo de sobrecorriente para módulos fotovoltaicos o conductores del circuito de fuentes fotovoltaicas seleccionados de acuerdo con 690-8(b), cuando una de las siguientes condiciones aplica:

- (1) No existen fuentes externas tales como circuitos de una fuente conectados en paralelo, baterías o retroalimentación desde inversores.
- (2) Las corrientes de corto circuito de todas las fuentes no exceden la ampacidad de los conductores, o el máximo valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente especificado en la placa de datos del módulo fotovoltaico.

NOTA: Los circuitos de c.c. del sistema fotovoltaico son circuitos de corriente limitada que únicamente requieren protección de sobrecorriente cuando están conectados en paralelo a fuentes de mayor corriente. El dispositivo de sobrecorriente es frecuentemente instalado al final del circuito de la fuente de mayor corriente.

b) Valor nominal de los dispositivos contra sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecorriente utilizados en los circuitos c.c. del sistema FV deben estar aprobados para uso en sistemas FV. Los dispositivos contra sobrecorriente, cuando se requieran, deben ser designados de acuerdo con uno de los siguientes:

- (1) No debe ser menor del 125 por ciento de las corrientes máximas calculadas en la sección 690-8(a).
- (2) Debe permitirse utilizar al 100 por ciento de su valor nominal los circuitos que contengan un ensamble, junto con su(s) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente, que sean adecuados para su funcionamiento continuo al 100 por ciento de su valor nominal.
- (3) Dispositivos de protección contra sobrecorriente electrónico ajustable designado o ajustado de acuerdo con 240-6.

NOTA: Algunos dispositivos electrónicos de protección contra sobrecorrientes previenen las corrientes de retroalimentación.

c. Fuente fotovoltaica y circuitos de salida. Se permitirá una sola protección contra sobrecorriente, cuando se requiera, para proteger los conductores y módulos fotovoltaicos de cada circuito de fuente o los conductores de cada circuito de salida. Donde se utilizan un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente para proteger la fuente fotovoltaica o los circuitos de salida, se deben poner todos los dispositivos de sobrecorriente en la misma polaridad para todos los circuitos en un sistema fotovoltaico. Los dispositivos contra sobrecorriente deben ser accesibles, aunque no debe requerirse que sean fácilmente accesibles.

NOTA: Debido a la mejora de la protección contra falla a tierra en sistemas fotovoltaicos por 690-41b), un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente en cualquiera de los conductores positivo o negativo de un sistema fotovoltaico en combinación con esta protección contra falla a tierra provee una adecuada protección contra sobrecorriente.

d) Transformadores de potencia. Se proporcionará protección contra sobrecorriente para un transformador con una fuente o fuentes a cada lado de acuerdo con lo establecido en la sección 450-3, considerando primero uno de los lados del transformador como el primario y después el otro lado.

Excepción: Debe permitirse un transformador de potencia cuya corriente nominal en el lado conectado a la salida del inversor interactivo que no sea inferior a la corriente nominal de salida continua del inversor.

690-10. Sistemas autónomos. El sistema de alambrado conectado a un sistema autónomo se deberá instalar de acuerdo con la sección 710-15.

690-11. Protección de falla por arco (Corriente continua). Los sistemas fotovoltaicos que operan a 80 volts de corriente continua o más entre cualquiera de los dos conductores deben estar protegidos por un interruptor (corriente continua) de falla por arco, aprobado, tipo fotovoltaico u otros componentes del sistema que provean una protección equivalente. El sistema debe detectar e interrumpir fallas por arco resultantes de una falla en la continuidad esperada de un conductor, conexión, módulo u otro componente del sistema, en los circuitos de c.c. de sistemas fotovoltaicos.

Excepción: Para sistemas fotovoltaicos que no estén instalados sobre o dentro de edificios, se permitirá que no tengan protección del circuito por falla a tierra los circuitos de salida fotovoltaicos y los circuitos de salida del convertidor c.c. a c.c. que están directamente enterrados, instalados en canalizaciones metálicas o instalados en bandejas de cable metálicas cerradas. Las estructuras separadas que tienen el solo propósito de contener el equipo del sistema fotovoltaico que tienen el solo propósito de contener el equipo del sistema fotovoltaico no serán consideradas edificios para los propósitos de esta excepción.

Parte C. Medios de desconexión

690-13. Medios de desconexión de Sistemas fotovoltaicos. Se debe proporcionar un medio que desconecte el sistema fotovoltaico de todos los conductores de un sistema fotovoltaico incluyendo sistemas de potencia, sistemas de almacenamiento de energía, y equipos de utilización y su cableado asociado. **a) Ubicación.** El medio de desconexión del sistema fotovoltaico se debe instalar en un lugar fácilmente accesible.

NOTA: Los sistemas fotovoltaicos instalados de acuerdo con 690-12 abarca el cuidado de los conductores energizados que entran en un edificio.

b) Marcado. El medio de desconexión de cada sistema fotovoltaico debe indicar claramente cuando esté en la posición abierto (off) o posición cerrado (on) y estar marcado permanentemente para identificarlo como DESCONECTOR DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO. Adicionalmente se permitirán marcas basadas en la configuración específica del sistema. Para el medio de desconexión de sistema fotovoltaico donde las terminales de línea y carga puedan ser energizadas en la posición abierta, el medio de desconexión debe estar marcado con la leyenda siguiente o su equivalente:

PRECAUCIÓN

PELIGRO DE CHOQUE ELÉCTRICO

LAS TERMINALES EN EL LADO DE LÍNEA Y CARGA

PUEDEN ESTAR ENERGIZADAS EN POSICIÓN ABIERTA

c) Adecuado para el uso. Si el sistema fotovoltaico es conectado en el lado de suministro del medio de desconexión de la acometida de acuerdo con lo permitido 230-82(6), el medio de desconexión del sistema fotovoltaico debe ser adecuado para usarse como equipo de acometida.

d) Cantidad máxima de desconectores. El medio de desconexión del sistema fotovoltaico debe tener no más de seis interruptores o seis interruptores automáticos o una combinación de no más de seis interruptores e interruptores automáticos, montados en una sola envolvente o en un grupo de envolventes separados. Se permitirá un solo medio de desconexión del sistema fotovoltaico para la salida de corriente alterna combinada de uno o más inversores o módulos de corriente alterna en un sistema interactivo.

NOTA: Estos requerimientos no limitan al número de sistemas fotovoltaicos conectados a una acometida como lo permite 690-4(d). Este requerimiento permite hasta seis medios de desconexión para desconectar un solo sistema fotovoltaico. Para sistemas fotovoltaicos donde toda la potencia es convertida a través de inversores interactivos, un interruptor automático dedicado, en 705-12(b)(1) es un ejemplo de un solo medio de desconexión de sistema fotovoltaico.

e) Valor nominal. Los medios de desconexión del sistema fotovoltaico deben tener capacidad suficiente para la corriente máxima de cortocircuito y tensión en las terminales del desconector del sistema fotovoltaico.

f) Tipo de desconectador

- (1) Desconexión simultánea.** El medio de desconexión debe desconectar simultáneamente los conductores del sistema fotovoltaico de todos los conductores de otros sistemas. El medio de desconexión fotovoltaico debe ser un interruptor de uso general operable externamente o un interruptor automático o algún otro medio aprobado. Los medios de desconexión del sistema fotovoltaico deben estar marcado para su uso en sistemas fotovoltaicos o ser adecuado para operar con retroalimentación.
- (2) Dispositivos marcados “Línea” y “Carga”.** No se permiten los dispositivos marcados con “línea” y “carga” para retroalimentación o corriente inversa.
- (3) Interruptor con envolvente designado para corriente continua, Interruptor tipo abierto e Interruptor automático de potencia de baja tensión.** Se permitirán los Interruptor con envolvente designado para corriente continua, Interruptor tipo abierto e Interruptor automático de potencia de baja tensión para operación son permitidos para operación con retroalimentación.

690-15. Desconexión de equipo fotovoltaico. Deben proveerse medios para aislar los módulos fotovoltaicos, los módulos fotovoltaicos de corriente alterna, fusibles, convertidores inversores dc a dc, y controladores de carga, de todos los conductores que no estén sólidamente puestos a tierra. Se permitirá un medio de desconexión o un medio de desconexión del sistema fotovoltaico en lugar de un dispositivo de aislamiento. Donde la corriente máxima del circuito es mayor que 30 amperes en la salida del circuito del combinador de corriente continua o del circuito de alimentación de un controlador de carga o inversor se deberá proveer un dispositivo para aislamiento. Cuando un controlador de carga o invertidor tenga múltiples circuitos de entrada se permitirá un solo medio de desconexión para aislar el equipo de los circuitos de entrada.

NOTA: El propósito de estos dispositivos de aislamiento es para seguridad y un reemplazo adecuado o mantenimiento de equipo del sistema fotovoltaico sin exposición de conductores energizados.

a) Ubicación. Se deben instalar dispositivos de aislamiento o medios de desconexión en circuitos conectados a equipos, ubicados dentro del equipo o a la vista dentro de los 3 metros del equipo. Se permitirá que los medios de desconexión del equipo estén alejados del equipo cuando pueda ser operado remotamente dentro de los 3 metros del equipo.

b) Capacidad de interrupción. El medio de desconexión de los equipos debe tener valor nominal de interrupción suficiente para la corriente máxima de cortocircuito y tensión que esté en las terminales del equipo. No se requerirá que el dispositivo de aislamiento tenga valor nominal de interrupción.

c) Dispositivo de aislamiento. No será requerido un dispositivo de aislamiento para desconectar simultáneamente todos los conductores de corriente del circuito. El dispositivo de aislamiento puede ser uno de los siguientes:

- (1) Un conector que cumpla los requisitos de la sección 690-33 y esté identificado para uso con equipos específicos.
- (2) Desconectador portafusibles
- (3) Un interruptor de aislamiento que requiera una herramienta para abrirlo.
- (4) Un dispositivo de aislamiento adecuado para la aplicación especificada.

Un dispositivo de aislamiento debe estar designado para abrir la corriente máxima del circuito bajo carga o estar marcado con la inscripción "No desconectar bajo carga" o "No usar para interrumpir la corriente".

- d) Medios de desconexión de equipos. Un medio de desconexión de equipos debe desconectar simultáneamente todos los conductores de corriente que no están sólidamente conectados a tierra. El medio de desconexión fotovoltaico debe ser operable externamente, sin exponer al operador al contacto con partes vivas y debe indicar si se encuentra en la posición de abierto o de cerrado, y debe poder ser bloqueado de acuerdo con la sección 110-25. Un medio de desconexión de equipos debe ser uno de los siguientes dispositivos:

- (1) Un interruptor operable manualmente o un interruptor automático
- (2) Un conector que cumpla con los requerimientos establecidos en la sección 690-33(e)(1)
- (3) Un interruptor de portafusibles de apertura de carga
- (4) Un interruptor automático controlado remotamente que se opera localmente y abre automáticamente cuando se interrumpe la potencia de control

Para los medios de desconexión de equipo, diferentes a los que cumplen con la sección 690-33, donde las terminales de línea y carga puedan ser energizadas en la posición "abierto", el dispositivo debe estar marcado de acuerdo con la sección 690-13(b).

Parte D. Métodos de alambrado

690-31. Métodos permitidos.

a) Sistemas de alambrado. Se permitirá utilizar todos los métodos de alambrado con canalizaciones y cables incluidos en esta NOM, y otros sistemas de alambrado y accesorios designados específicamente e identificados para uso en arreglos fotovoltaicos y alambrados como parte de un sistema. Cuando se utilicen dispositivos alambrados con envoltentes integrales, se debe suministrar una longitud suficiente del cable para que se puedan reemplazar fácilmente.

Cuando, los circuitos de salida y de una fuente fotovoltaica, que funcionen a tensiones mayores a 30 volts se instalan en lugares fácilmente accesibles, los conductores de los circuitos deben cables con armadura metálica tipo MC o estar instalados en una canalización. Cuando la temperatura ambiente supere 30 °C, la ampacidad se debe reducir mediante los factores de corrección dados en la Tabla 690-31(a).

b) Identificación y agrupamiento. Los circuitos de las fuentes fotovoltaicas y los circuitos fotovoltaicos de salida no deben estar instalados en la misma canalización, bandeja portacables, cable, caja de salida, caja de conexiones o accesorios similares como conductores, alimentadores, circuitos derivados de otros sistemas no fotovoltaicos o circuitos de salida de inversores a menos que los conductores de los distintos sistemas estén separados por una barrera. Los conductores de los sistemas fotovoltaicos se deben identificar y agrupar según se lo establecido en (1) y (2) siguientes. Deben permitirse medios de identificación por código por color separado, cinta de marcado, etiquetado u otros medios aprobados.

1) Identificación. Circuitos de un sistema fotovoltaico. Los circuitos de una fuente fotovoltaica se deben identificar en todos los puntos de terminación, conexión y en los empalmes.

Deben permitirse medios de identificación por código por color separado, cinta de marcado, etiquetado u otros medios aprobados. Solamente los conductores de un sistema fotovoltaico sólidamente puesto a tierra de conformidad con la sección 690-41(a)(5) deben ser marcados de acuerdo con 200-6.

Excepción: Donde la identificación de los conductores sea evidente por el espaciamiento o disposición, no debe requerirse otra identificación.

2) Agrupamiento. Donde los conductores de más de un de un sistema fotovoltaico ocupan la misma caja de conexiones o canalización con una o más cubiertas removibles, los conductores de c.a. y c.c. de cada sistema se deben agrupar de forma separada por medio de uniones de cables o medios similares por lo menos una vez y deben luego ser agrupados a intervalos que no excedan de 1.8 m (6 pies).

Excepción: No debe aplicarse el requisito de agrupamiento si el circuito entra desde un cable o canalización única al circuito que hace obvio el agrupamiento.

c) Cables de un solo conductor.

1) General. Se permite usar cables de un solo conductor tipo USE-2 y cables de un solo conductor identificados como alambre fotovoltaico, en lugares exteriores expuestos, en circuitos de fuente fotovoltaica dentro del arreglo fotovoltaico. El cable fotovoltaico se debe instalar de acuerdo con las secciones 338-10(b)(4)(b) y 334-30.

2) Bandeja portacables. Deben permitirse circuitos de una fuente fotovoltaica y circuitos fotovoltaicos de salida que utilicen cables de un solo conductor identificado como cables fotovoltaicos de todos los tamaños, con o sin marca o designación para usar en bandeja portacables, en bandejas portacables instaladas en lugares exteriores, siempre que los cables estén sostenidos a intervalos que no excedan de 30 cm y fijado de manera segura a intervalos que no excedan de 1.4 m.

NOTA: Los conductores fotovoltaicos [También llamado cable fotovoltaico (FV)] tienen un diámetro exterior no estándar. El factor de relleno en tubo conduit debe ser calculado usando la Tabla 1 del Capítulo 10.

d) Cable multiconductor. Deben permitirse cables multiconductores con chaqueta identificados para la aplicación en lugares exteriores de circuitos de salida. El cable debe estar fijado de manera segura a intervalos que no excedan de 1.8 m.

e) Cables y cordones flexibles conectados a partes móviles de módulos fotovoltaicos. Los cables y cordones flexibles usados para conectar las partes móviles de orientación de los arreglos fotovoltaicos deben cumplir lo establecido en el Artículo 400 y deben ser de un tipo identificado como cordones de uso rudo o como cables de alimentación portátiles; deben ser adecuados para uso extra rudo, estar aprobados para uso en exteriores y ser resistentes al agua y a la luz solar. La ampacidad permisible debe cumplir lo establecido en la sección 400-5. El cable fotovoltaico de cobre trenzado es permitido que se conecte a partes móviles de orientación de arreglos fotovoltaicos de acuerdo con el número mínimo de hilos especificados en la Tabla 690-31(e)

Tabla 690-31(a).- Factores de corrección

Temperatura ambiente °C	Temperatura máxima de operación del conductor			
	60°C	75°C	90°C	105 °C
30	1.00	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96	0.97
36-40	0.82	0.88	0.91	0.93
41-45	0.71	0.82	0.87	0.89
46-50	0.58	0.75	0.82	0.86
51-55	0.41	0.67	0.76	0.82
56-60		0.58	0.71	0.77
61-70		0.33	0.58	0.68
71-80			0.41	0.58

f) Cables con conductores pequeños. Se permiten cables monoconductores de tamaño nominal de 1.31 mm² (16 AWG) y 0.824 mm² (18 AWG) aprobados para uso en intemperie y que sean resistentes a la luz del sol y agua la humedad, para conexiones de módulos siempre que dichos cables cumplan los requisitos de ampacidad de 400-5. Se debe usar 310-15 para determinar los factores de ajuste y corrección de la ampacidad del cable.

g) Circuitos de corriente continua de sistemas fotovoltaicos sobre o dentro de un edificio. Cuando los circuitos de un sistema fotovoltaico de corriente continua tienen trayectorias dentro de un edificio o estructura, deberán estar contenidos en una canalización metálica, o ser de cable con armadura metálica Tipo MC que cumpla con 250-118(10) o envolventes metálicas desde el punto de penetración de la superficie del edificio o estructura, hasta el primer medio de desconexión fácilmente accesible. El medio de desconexión debe cumplir con 690-13(b), y (c) y 690-15(a) y (b). Los métodos de alambrado deben cumplir con los requerimientos de instalación adicionales indicados en (1) hasta (4).

1) Empotrados en superficies de edificios. Donde los circuitos estén empotrados en materiales de techos ensamblados, laminados o de membrana, en las áreas del techo que no estén cubiertas por los módulos fotovoltaicos ni los equipos asociados, la ubicación de los circuitos debe estar claramente marcada, aplicando el protocolo de marcado que esté aprobado como adecuado para la continua exposición a la luz del sol y a la intemperie.

2) Métodos con alambrado flexible. Cuando sea instalado tubo conduit metálico flexible menor que la designación métrica 21 (tamaño comercial ¾) o cable Tipo MC con diámetro menor de 2.5 centímetros conteniendo conductores de circuitos fotovoltaicos y esté instalado a través de vigas del techo o del piso, la canalización o cable deben estar protegidos por tiras de guarda que tengan una altura de al menos la de la canalización o el cable. Cuando la trayectoria es visible, otra que no esté dentro de 1.80 metros de la conexión a equipo, los métodos de alambrado deberán seguir en forma cercana la superficie del edificio o estar protegidos contra daño físico por un medio adecuado.

Tabla 690-31(e) Mínimo de hilos del cable fotovoltaico

Cable fotovoltaico AWG	Mínimo de hilos
18	17
16-10	19
8-4	49
2	130
1 AWG-1000-MCM	259

3) Marcado y etiquetado requerido: Los siguientes métodos de alambrado y envolventes, que contengan conductores de sistema fotovoltaico, deben estar marcados con el texto "FUENTE DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA" mediante etiquetas fijadas permanentemente u otro marcado permanente adecuado:

- (1) Canalizaciones expuestas, charolas para cables y otros métodos de alambrado
- (2) Cubiertas o envolventes de cajas de jalado y cajas de conexiones
- (3) Condulet o caja de registro cuando cualquiera de las aberturas disponibles no está utilizada

4) Métodos y ubicación de marcado y etiquetado. Las etiquetas o marcado deben ser visibles después de la instalación. Las etiquetas deben ser reflectantes y todas las letras deben estar en mayúsculas y ser de una altura mínima de 0.95 cm, de color blanco, sobre un fondo rojo. Las etiquetas de circuitos de fuentes de c.c. de sistemas fotovoltaicos deben estar presentes en cada sección del sistema de alambrado que esté separada por envolventes, paredes, divisiones, techos o pisos. El espaciado entre etiquetas o marcado, o entre una etiqueta y un marcado, no deberá ser mayor de 3.00 metros. Las etiquetas requeridas por esta sección deben ser adecuadas para el ambiente donde serán instaladas.

h) Cables flexibles, con trenzado fino. Los cables flexibles con trenzado de hilos finos deben ser terminados únicamente con terminales, zapatas, dispositivos o conectores que estén de acuerdo con 110-14.

i) Sistemas fotovoltaicos bipolares. Sin considerar la polaridad, donde la suma de las tensiones de los dos subarreglos monopolaes exceda el valor nominal de los conductores y los equipos conectados, los subarreglos monopolaes de un sistema fotovoltaico bipolar deben separarse físicamente y los circuitos eléctricos de salida de cada subarreglo monopolar deben ser instalados en canalizaciones separadas hasta que estén conectadas al inversor. Los medios de desconexión y los dispositivos de protección contra

sobrecorriente para cada salida del subarreglo monopolar deben estar en envoltorios separados. Todos los conductores de cada subarreglo monopolar separado se deben direccionar en la misma canalización. Los sistemas fotovoltaicos dos polos sólidamente puestos a tierra deben estar claramente marcados con un aviso de advertencia permanente, legible que indique que la desconexión de los conductores puestos a tierra puede provocar una sobretensión en el equipo.

Excepción: Debe permitirse utilizar tableros de distribución certificados para la tensión máxima entre circuitos y que contenga una barrera física que separe los medios de desconexión de cada subarreglo monopolar, en lugar de los medios de desconexión en envoltorios separados.

690-32. Interconexión de componentes. Los accesorios y conectores previstos para quedar ocultos durante el ensamble en sitio, de módulos u otros componentes del arreglo, se permitirá usar accesorios y conectores proyectados para quedar ocultos en el momento del ensamble en el sitio, si son adecuados para ese uso estarán permitidos para interconexión en sitio de módulos u otros componentes del arreglo. Dichos accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en: el aislamiento, aumento de temperatura y resistencia a las corrientes de falla y deben ser capaces de resistir las condiciones ambientales en las cuales se vayan a usar.

690-33. Clavijas o conectores. Las clavijas diferentes a las permitidas en la sección 690-32 deben cumplir con lo indicado en los incisos (a) hasta (e) siguientes:

a) Configuración. Las clavijas deben ser polarizadas y tener una configuración que no sea intercambiable con contactos de otros sistemas eléctricos del edificio.

b) Protección. Las clavijas deben estar construidas de forma que protejan a las personas del contacto inadvertido con partes vivas.

c) Tipo. Las clavijas deben ser de tipo de enganche o de seguridad. Las clavijas que son fácilmente accesibles y se usan en circuitos que funcionan a más de 30 volts para circuitos de corriente continua o 30 volts para circuitos de corriente alterna, deben requerir de una herramienta para abrirlas.

d) Elemento de puesta a tierra. El elemento de puesta a tierra de la clavija debe ser el primero en hacer contacto y el último en romperlo.

e) Interrupción del circuito. Las clavijas deben cumplir con (1) o (2) siguientes:

- (1) Tener capacidad para interrumpir la corriente sin peligro para el operador.
- (2) Ser de un tipo que requiera del uso de una herramienta para abrirla y estar marcada con la inscripción "No desconectar con carga" o "No para interrumpir corriente".

690-34. Acceso a cajas. Las cajas de empalme, de paso y de salida ubicadas detrás de los módulos o tableros se deben instalar de modo que el alambrado que contengan sea accesible directamente o desplazando un módulo o panel que estén asegurados con sujetadores desmontables y conectados mediante un sistema de alambrado flexible.

Parte E. Puesta a tierra y unión

690-41. Puesta a tierra del sistema.

a) Configuraciones del sistema fotovoltaico puesto a tierra. Los sistemas fotovoltaicos deben cumplir con uno de los siguientes ítems:

- (1) Arreglos fotovoltaicos de dos hilos con un conductor puesto a tierra funcional.
- (2) Arreglos fotovoltaicos dos polos de acuerdo con la sección 690-7(c) con una referencia funcional (tap central).
- (3) Los arreglos fotovoltaicos no aislados del circuito de salida del inversor aterrizado.
- (4) Arreglo fotovoltaico no puesto a tierra.
- (5) Sistema fotovoltaico sólidamente aterrizado como se permite en la excepción de la sección 690-41(b).
- (6) Sistemas fotovoltaicos que utilizan otros métodos para lograr un sistema de protección equivalente de acuerdo con la sección 250-4(a) con equipo identificado para el uso.

b) Protección para falla a tierra. Un arreglo fotovoltaico de corriente continua debe estar provisto con una protección de falla a tierra de corriente continua que cumpla con los requisitos (1) y (2) siguientes para reducir el riesgo de incendio.

Excepción: Los arreglos fotovoltaicos con no más de dos circuitos fotovoltaicos y con todos los circuitos del sistema fotovoltaico de corriente continua dentro o fuera de los edificios se permitirá que estén sin protección de falla a tierra cuando estén sólidamente puestos a tierra.

(1) Detección de falla a tierra. El sistema o dispositivo de protección de falla a tierra debe detectar las fallas a tierra en los conductores y componentes conductores de c.c. del sistema fotovoltaico, incluyendo cualquier conductor puesto a tierra funcional, y adecuado para proporcionar protección.

(2) Aislamiento de circuitos fallados. Los circuitos fallados deben ser aislados por alguno de los métodos siguientes:

1) Los conductores de corriente del circuito fallado deben ser automáticamente desconectados.

2) El inversor o controlador de carga alimentado por el circuito fallado debe automáticamente dejar de suministrar energía a los circuitos de salida y aislar los circuitos de c.c. del sistema fotovoltaico de la tierra de referencia en un sistema funcional puesto a tierra.

690-42. Punto de conexión de la puesta a tierra del sistema. Los sistemas con dispositivo de protección de falla a una conexión a tierra que cumpla con la sección 690-41(b) debe tener cualquier conexión de conductor de corriente a tierra hecha por un dispositivo de protección de falla a tierra. Para sistemas fotovoltaicos sólidamente puestos a tierra la conexión de puesta a tierra del circuito de corriente continua se debe hacer en un solo punto del circuito de salida fotovoltaico.

690-43. Puesta a tierra y unión del equipo. Partes metálicas expuestas, no portadoras de corriente, de bastidores de módulos fotovoltaicos, equipo eléctrico y envoltentes de conductores de sistemas fotovoltaicos deben ser puestos a tierra de acuerdo con 250-134 o 250-136(a), sin importar la tensión. Los dispositivos y conductores de puesta a tierra de equipo deben cumplir con los incisos a), b) y c) siguientes:

a) Sistemas y dispositivos de montaje fotovoltaicos. Los sistemas y dispositivos utilizados para el montaje de módulos fotovoltaicos, que también se utilizan para unir los bastidores de los módulos, deben ser identificados para unión de módulos fotovoltaicos. Los dispositivos unión de bastidores metálicos de módulos fotovoltaicos, se permite utilizarlos como unión entre módulos fotovoltaicos adyacentes.

b) Equipo asegurado a los soportes metálicos puestos a tierra. Debe permitirse que los dispositivos identificados para unión y para la puesta a tierra de partes metálicas de sistemas fotovoltaicos u otros equipos que unan el equipo a soportes metálicos puestos a tierra. Las estructuras metálicas de montaje deben tener puentes de unión conectados entre las secciones metálicas separados o deben estar identificados para unir equipo y deben estar conectados al conductor de puesta a tierra del equipo.

c) Todos los conductores juntos. Los conductores de puesta a tierra del equipo para el arreglo fotovoltaico y la estructura fotovoltaica (cuando se instale), deben estar contenidos dentro de la misma canalización o cable o estar tendidos de otra manera junto con los conductores del circuito del arreglo fotovoltaico, cuando tales conductores del circuito dejen la vecindad del arreglo fotovoltaico.

690-45. Tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra de equipos para circuitos de fuentes fotovoltaicas y circuitos fotovoltaicos de salida se deben dimensionar de acuerdo con lo establecido en la sección 680-9(b). Debe ser utilizado cuando se aplique la Tabla 250-122. No se exigirá un incremento en el tamaño del conductor de puesta a tierra de equipo para responder a las consideraciones de caída de tensión. Los conductores de puesta a tierra de equipos no deben tener un tamaño inferior a 2.08 mm^2 (14 AWG).

690-46. Conductores de puesta a tierra de equipos de un arreglo fotovoltaico. Los conductores de puesta a tierra de equipos para módulos fotovoltaicos con tamaño inferior a 13.3 mm^2 (6 AWG) deben cumplir con 250-120(c).

690-47. Sistema del electrodo de puesta a tierra.

a) Estructuras o edificios que soportan un arreglo fotovoltaico. La estructura o edificio que soporta un arreglo fotovoltaico debe tener un sistema de electrodos de puesta a tierra instalado de acuerdo con la Parte C del Artículo 250.

Los conductores de puesta a tierra del equipo del arreglo fotovoltaico deben estar conectados al sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura que soportan el arreglo fotovoltaico de acuerdo con la Parte G del Artículo 250. Esta conexión debe ser adicional a cualquier otro requerimiento para el conductor de puesta a tierra de equipos de la sección 690-43 (c). Los conductores de puesta a tierra de equipo de un arreglo fotovoltaico deben estar dimensionados de acuerdo con la sección 690-45

Para sistemas fotovoltaicos que no están sólidamente puestos a tierra, el conductor de puesta a tierra de equipos, para la salida del sistema fotovoltaico, conectado al equipo de distribución asociado, se permitirá sea la conexión a tierra para la protección de falla a tierra y la puesta a tierra del equipo del sistema fotovoltaico.

Para sistemas fotovoltaicos sólidamente puestos a tierra, como se permite en 690-41 (a)(5), el conductor de puesta a tierra debe ir conectado al sistema de electrodos de puesta a tierra por medio de un conductor de electrodo de puesta a tierra dimensionado de acuerdo con la sección 250-166.

NOTA: Muchos sistemas fotovoltaicos instalados en la pasada década son actualmente sistemas con puesta a tierra funcional en lugar de ser sistemas sólidamente puestos a tierra como se definen en esta NOM. Para sistemas fotovoltaicos puestos a tierra funcionalmente con una salida de inversor interactivo el conductor de puesta a tierra de c.a. del equipo está conectado a un equipo de distribución de c.a. puesto a tierra. Esta conexión es a menudo la conexión para puesta a tierra para la protección por falla a tierra y puesta a tierra del arreglo fotovoltaico.

b) Electrodo auxiliares adicionales para puesta a tierra de arreglos. Debe instalarse un electrodo de puesta a tierra que cumpla con lo establecido en las secciones 250-52 y 250-54 en la ubicación de todos los arreglos fotovoltaicos montados en el suelo y montados en techos. Los electrodos deben estar conectados directamente a la estructura o los armazones de los arreglos. El conductor del electrodo de puesta a tierra de debe estar dimensionado de acuerdo con lo establecido en la sección 250-166. Debe permitirse que la estructura de un arreglo fotovoltaico montado sobre el suelo sea considerada como un electrodo de puesta a tierra si cumple con los requisitos de la sección 250-52. Debe permitirse que los arreglos fotovoltaicos montados en techos utilicen el armazón metálico de un edificio o estructura si se cumplen los requisitos de la sección 250-52(a)(2).

690-50. Puentes de unión del equipo. Los puentes de unión del equipo, si se utilizan, deben cumplir con 250-120(c).

Parte F. Marcado

690-51. Módulos. Los módulos deben estar marcados en las puntas o terminales con la identificación de polaridad, la corriente nominal máxima del dispositivo de protección contra sobrecorriente del módulo y los siguientes valores:

- (1) Tensión de circuito abierto.
- (2) Tensión de operación.
- (3) Tensión máxima permisible del sistema.
- (4) Corriente de operación.
- (5) Corriente de cortocircuito.
- (6) Potencia máxima.

690-52. Módulos fotovoltaicos de corriente alterna. Los módulos de corriente alterna deben estar marcados con la identificación de las puntas o terminales y los siguientes valores:

- (1) Tensión nominal de operación de corriente alterna.
- (2) Frecuencia nominal de operación de corriente alterna.
- (3) Potencia máxima de corriente alterna.
- (4) Corriente máxima de corriente alterna.
- (5) Valor nominal máximo del dispositivo de sobrecorriente para la protección del módulo de corriente alterna.

690-53. Fuente de potencia fotovoltaica de corriente continua. El instalador debe colocar en el medio de desconexión una etiqueta permanente para la fuente de potencia fotovoltaica de corriente continua y en cada medio de desconexión del equipo de corriente continua requerido en 690-15. Donde los medios de desconexión tengan más de una fuente fotovoltaica, los valores siguientes se deben especificar para cada fuente:

- (1) Tensión máxima.

NOTA: Para la tensión ver sección 690-7

- (2) Corriente máxima del circuito.

NOTA: Para el cálculo de la corriente máxima del circuito ver la sección 690-8(a)

- (3) Corriente nominal máxima de salida del controlador de carga (si está instalado).

690-54. Puntos de interconexión de sistemas interactivos. Todos los puntos de interconexión de sistemas interactivos con otras fuentes deben estar marcados en un lugar accesible en el medio de desconexión, como una fuente de energía, y con la corriente nominal de salida de corriente alterna y la tensión nominal de operación de corriente alterna.

690-55. Sistemas fotovoltaicos conectados a sistemas de almacenamiento de energía. Los conductores del circuito de salida de los sistemas fotovoltaicos se deben marcar para indicar la polaridad donde están conectados al sistema de almacenamiento de energía.

690-56. Identificación de las fuentes de energía.

a) Instalaciones con sistemas autónomos. Toda estructura o edificio con un sistema de fuente fotovoltaica que no esté conectado a un suministro de la red pública y es un sistema autónomo, debe tener una placa o un directorio permanente instalado en el exterior del edificio o la estructura, en un lugar fácilmente visible. La placa o el directorio deben indicar la ubicación del medio de desconexión del sistema, y que la estructura contiene un sistema autónomo de energía eléctrica.

b) Instalaciones con sistemas fotovoltaicos y acometida de la red pública. Las placas o directorios deben ser instalados de acuerdo con la sección 705-10.

Parte G. Conexión a otras fuentes de energía

690-59. Conexión a otras fuentes de energía. Los sistemas fotovoltaicos conectados a otras fuentes de energía se deben instalar de acuerdo con las partes A y B del Artículo 705.

Parte H. Sistemas de almacenamiento de energía.

690-71. Generalidades. Un sistema de almacenamiento de energía conectado a un sistema fotovoltaico debe ser instalado de acuerdo con el Artículo 706.

690-72. Control de carga fotovoltaico autorregulado. Se debe considerar que el circuito de la fuente fotovoltaica debe cumplir con los requerimientos de la sección 706-23 si:

- (1) El circuito de la fuente fotovoltaica es compatible con los requerimientos de tensión nominal y corriente de carga de las celdas de batería interconectados, y
- (2) La corriente máxima de carga multiplicada por 1 hora es menor que el 3 % de la capacidad nominal de las baterías expresada en amperes-hora o según lo recomendado por el fabricante de las baterías.

ARTÍCULO 691

CENTRALES ELÉCTRICAS FOTOVOLTAICAS DE GRAN ESCALA

691-1. Alcance. Este artículo trata sobre la instalación de centrales eléctricas fotovoltaicas de gran escala con capacidad de no menos de 5000 kW, y no bajo el control de una empresa eléctrica.

NOTA: Las centrales cubiertas en este artículo tienen características de diseño y seguridad únicas para centrales fotovoltaicas de gran escala y operadas con el único propósito de suministrar energía eléctrica a un sistema operado por una empresa de servicios públicos regulada para transferir la energía eléctrica.

691-2. Definiciones.

Centrales de suministro eléctrico. Instalaciones que contienen las centrales de generación y subestaciones, incluyendo el generador asociado, baterías de almacenamiento, transformador y áreas de tableros de distribución.

Capacidad de generación. La suma de las potencias máximas nominales a 40°C, en la salida de los inversores conectados en paralelo, en kilowatts (kW).

Central de generación. Una planta donde la energía eléctrica es producida por la conversión de otra forma de energía (v.gr.: química, nuclear, solar, viento, mecánica o hidráulica) por medio de equipos adecuados.

691-4. Requisitos especiales para centrales fotovoltaicas de suministro eléctrico a gran escala. Las centrales fotovoltaicas de suministro eléctrico a gran escala deben ser accesibles solamente a personal autorizado y que cumplan con lo siguiente:

- (1) Los circuitos eléctricos y el equipo deben ser operados y mantenidos solamente por personal calificado.
- (2) El acceso a las centrales fotovoltaicas de suministro eléctrico debe ser restringido por cercas u otros medios de acuerdo con la sección 110-31. Se deben poner avisos de peligro de acuerdo con 110-21(b).
- (3) La conexión entre la central fotovoltaica de suministro eléctrico y el sistema operado por la empresa de servicio público para la transmisión de energía eléctrica debe ser a través de interruptores de media o alta tensión, subestación, área de *switch*, u otro método similar cuyo único propósito sea interconectar los dos sistemas de manera efectiva y segura.
- (4) Las cargas eléctricas dentro de las centrales fotovoltaicas de suministro eléctrico deben ser sólo los equipos auxiliares de potencia para la generación de la potencia fotovoltaica.
- (5) Las centrales fotovoltaicas de suministro eléctrico a gran escala no se deben instalar sobre edificios.

691-5. Equipo aprobado. Todos los equipos eléctricos deben estar aprobados para su instalación por uno de los medios siguientes:

- (1) Aprobados y etiquetados
- (2) Etiquetados en campo

(3) Cuando no se disponga de productos que cumplan con lo dispuesto en los incisos (1) o (2) anteriores, mediante una revisión de ingeniería que compruebe que el equipo eléctrico se somete a pruebas conforme a las normas pertinentes o a la práctica industrial

691-6. Diseño de ingeniería. Se debe proporcionar la parte eléctrica del diseño de la central eléctrica a la autoridad competente cuando se le requiera. Adicionalmente se debe proporcionar, a la autoridad competente que lo requiera, el dictamen de verificación emitido por una Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas, aprobada por la SENER, de que la instalación cumple con esta NOM.

691-8. Tensión de operación en corriente continua. Para las centrales eléctricas fotovoltaicas a gran escala se deben incluir los cálculos en la documentación mencionada en la sección 691-6.

691-9. Desconexión del equipo fotovoltaico. Se permitirá que los equipos de aislamiento estén a no más de 1.8 m del equipo cuando se asegure en los procedimientos de mantenimiento y supervisión que sólo personal calificado atenderá al equipo.

No se requerirá que los edificios destinados a contener solamente a la central eléctrica cumplan con la sección 690-12. Se deben tener disponibles en el sitio los procedimientos de operación necesarios para poner fuera de servicio a la central en caso de emergencia.

691-10. Mitigación de la falla de arco. Los sistemas fotovoltaicos que no cumplan con los requerimientos de la sección 690-11 deben incluir detalles, en la documentación requerida en la sección 691-6, de los planes de mitigación de incendio para enfrentar la falla de arco de corriente continua.

691-11. Puesta a tierra de la cerca. Se deben incluir los requerimientos y detalles de la puesta a tierra de las cercas en la documentación requerida en la sección 691-6.

ARTÍCULO 692

SISTEMAS DE CELDAS DE COMBUSTIBLE

Parte A. Disposiciones Generales

692-1. Alcance. Este Artículo identifica los requisitos para la instalación de sistemas de energía de celdas de combustible.

NOTA: Algunos sistemas de celdas de combustible pueden ser autónomos o interactivos con otras fuentes de generación de energía eléctrica y pueden tener o no almacenamiento de energía eléctrica, tal como las baterías. Estos sistemas pueden tener salida de corriente alterna o de corriente continua para utilización.

692-2. Definiciones.

Celda de combustible. Un sistema electroquímico que consume combustible para producir una corriente eléctrica. En dichas celdas, la reacción química principal utilizada en una celda de combustible para producir energía eléctrica no es de combustión. Sin embargo, puede haber fuentes de combustión utilizadas dentro de todo el sistema de celdas, tales como reformadores procesadores de combustible.

Circuito de salida. Conductores utilizados para conectar el sistema de celdas de combustible al punto de entrega de la energía eléctrica.

NOTA: En el caso de los sitios que tienen unidades múltiples conectadas en serie o en paralelo, el término "circuito de salida" también se refiere a los conductores utilizados para la interconexión eléctrica del sistema o sistemas de celdas de combustible.

Punto de acoplamiento común. En un sistema interactivo es el punto en el cual se presenta la interfaz de la red de generación y distribución de energía eléctrica y el cliente. Por lo general, es el lado carga del medidor de la red del suministrador.

Sistema autónomo. Un sistema de celdas de combustible que suministra potencia independiente de una red de generación y distribución de energía eléctrica.

Sistema de celdas de combustible. El conjunto completo de equipo utilizado para convertir combustible químico en electricidad utilizable. Y consiste típicamente de un reformador, un apilamiento, un inversor de potencia y equipo auxiliar.

Sistema interactivo. Un sistema de celdas de combustible que opera en paralelo con una red de generación y distribución de energía eléctrica y que puede entregar energía a dicha red. Para el propósito de esta definición, un subsistema de almacenamiento de energía de un sistema de celdas de combustible, tal como una batería, no es otra fuente de generación eléctrica.

Tensión máxima del sistema. La Tensión máxima a la salida del inversor de la celda de combustible entre cualquier de los conductores de fase en las terminales accesibles de salida.

692-4. Instalación.

a) Sistema de celdas de combustible. Se permitirá que un sistema de celdas de combustible alimente a un edificio u otra estructura, además de cualquier acometida de otro sistema de suministro eléctrico.

b) Identificación. En cada lugar de equipo de acometida se debe instalar una placa o un directorio permanente que indique todas las fuentes de energía eléctrica sobre o dentro del inmueble.

c) Sistema de instalación. Los sistemas de celdas de combustible, incluyendo todo el alambrado asociado e interconexiones, sólo se debe instalar por personas calificadas.

692-6. Requisitos aprobados. El sistema de celdas de combustible debe estar aprobado o marcado en campo para la aplicación prevista.

Parte B. Requisitos del circuito

692-8. Dimensionamiento y corriente del circuito.

a) Placa de datos de la corriente nominal del circuito. La corriente nominal del circuito en la placa de datos debe corresponder con la corriente nominal indicada en la placa o placas de datos de las celdas de combustible.

b) Ampacidad del conductor y valor nominal del dispositivo de sobrecorriente. La ampacidad de los conductores del circuito alimentador desde el sistema o sistemas de celdas de combustible hasta el sistema de alambrado del inmueble no debe ser menor que el mayor de (1) La corriente nominal del circuito según la(s) placa(s) de datos, o (2) El valor nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los sistemas de celdas de combustible.

c) Ampacidad del conductor neutro o puesto a tierra. Si una salida interactiva de celdas de combustible de 1 fase, 2 hilos, están conectadas al conductor neutro o al conductor puesto a tierra y a un solo conductor no puesto a tierra de un sistema de 3 hilos o de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella, la corriente de carga máxima desbalanceada del neutro más el valor nominal de salida del sistema o sistemas de celdas de combustible, no excederá la ampacidad del conductor neutro o del conductor puesto a tierra.

692-9. Protección contra sobrecorriente.

a) Circuitos y equipo. Si el sistema de celdas de combustible tiene protección contra sobrecorriente suficiente para proteger los conductores del circuito que alimentan la carga, no se requerirán dispositivos adicionales contra sobrecorriente del circuito. El equipo y los conductores conectados a más de una fuente eléctrica deben estar protegidos.

b) Accesibilidad. Los dispositivos de sobrecorriente deben ser fácilmente accesibles.

692-10. Sistemas autónomos. El sistema de alambrado del inmueble debe cumplir los requisitos de esta NOM, excepto lo modificado por (a), (b) y (c) siguientes.

a) Salida del sistema de celdas de combustible. Se permitirá que la salida del sistema de celdas de combustible proveniente de un sistema autónomo alimente energía de corriente alterna a los medios de desconexión del edificio o estructura, a niveles de corriente por debajo del valor nominal de los medios de desconexión.

b) Dimensionamiento y protección. Los conductores del circuito entre la salida del sistema de celdas de combustible y el medio de desconexión del edificio o estructura se deben dimensionar con base en el valor nominal de salida del sistema o sistemas de celdas de combustible. Estos conductores se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con 240-4. La protección contra sobrecorriente se debe ubicar en la salida del sistema de celdas de combustible.

c) Alimentación única de 120 volts nominales. Se permitirá que la salida del inversor de un sistema de celdas de combustible autónomo alimente a 120 volts, a un equipo de acometida de 1 fase, 3 hilos de 120/240 volts o a tableros de distribución cuando no haya cargas de 240 volts ni circuitos derivados multifilares. En todas las instalaciones, el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente conectado a la salida del sistema de celdas de combustible, debe ser menor al valor nominal del equipo de acometida. Este equipo debe estar marcado de la siguiente manera:

ADVERTENCIA

ALIMENTACIÓN ÚNICA DE 120 VOLTS.

NO CONECTAR CIRCUITOS DERIVADOS MULTIFILARES

Parte C. Medios de desconexión

692-13. Todos los conductores. Se debe proporcionar medios para desconectar todos los conductores portadores de corriente de la fuente de alimentación del sistema de celdas de combustible, de todos los demás conductores en un edificio u otra estructura.

692-17. Desconectador o interruptor automático. El medio de desconexión para los conductores de fase consistirá en desconectores de operación manual, fácilmente accesibles o interruptores automáticos.

Cuando todas las terminales del medio de desconexión puedan estar energizadas en la posición de abierto, se debe colocar un anuncio de advertencia sobre o junto al medio de desconexión. El anuncio debe ser claramente visible y tener la siguiente inscripción o equivalente:

PELIGRO**RIESGO DE DESCARGA ELÉCTRICA****NO TOCAR LAS TERMINALES****LAS TERMINALES TANTO EN EL LADO LÍNEA COMO EN EL LADO CARGA PUEDEN ESTAR ENERGIZADAS EN LA POSICIÓN DE ABIERTO****Parte D. Métodos de alambrado**

692-31. Sistemas de alambrado. Se permitirá utilizar todos los métodos de alambrado de cable y canalización incluidos en el Capítulo 3 de esta NOM y otros sistemas de alambrado y accesorios destinados específicamente e identificados para uso con sistemas de celdas de combustible. Cuando se utilizan dispositivos de alambrado con envoltentes integrales, se debe proporcionar una longitud suficiente de cable para facilitar su reemplazo.

Parte E. Puesta a tierra**692-41. Puesta a tierra del sistema.**

a) Sistemas de corriente alterna. Para sistemas autónomos, la puesta a tierra de los sistemas de corriente alterna debe estar de acuerdo con 250-20, y con 250-30 para sistemas autónomos.

b) Sistemas de corriente continua. La puesta a tierra de los sistemas de corriente continua debe estar de acuerdo con 250-160.

c) Sistemas con requisitos de puesta a tierra de corriente alterna y corriente continua. Cuando los sistemas de energía de celdas de combustible tengan requisitos de puesta a tierra tanto de corriente alterna como de corriente continua, el sistema de puesta a tierra de corriente continua se debe unir al sistema de puesta a tierra de corriente alterna. El conductor de unión debe estar dimensionado de acuerdo con 692-45. Un solo electrodo común de puesta a tierra y barra conductora de puesta a tierra se pueden utilizar para ambos sistemas, en cuyo caso el conductor del electrodo de puesta a tierra común debe estar dimensionado para cumplir los requisitos de 250-66 (sistema de corriente alterna) y 250-166 (sistema de corriente continua).

692-44. Conductor de puesta a tierra de equipos. Se debe instalar un conductor separado de puesta a tierra de equipos.

692-45. Tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos. El tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos debe estar de acuerdo con 250-122.

692-47. Sistema del electrodo de puesta a tierra. Cualquier electrodo de puesta a tierra auxiliare exigido por el fabricante se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos especificados en 250-118.

Parte F. Marcado

692-53. Fuentes de alimentación de celdas de combustible. Se debe proporcionar el marcado en el medio de desconexión para la fuente de alimentación de celdas de combustible en un lugar accesible en el sitio, el cual debe especificar el sistema de celdas de combustible, la tensión de salida, el valor nominal de la potencia de salida y el valor nominal de corriente permanente de salida.

692-54. Cierre del combustible. La ubicación de la válvula manual de cierre del combustible se debe marcar en el lugar del medio primario de desconexión del edificio o de los circuitos alimentados.

692-56. Energía almacenada. Se requerirá que un sistema de celdas de combustible que almacena energía eléctrica tenga el siguiente anuncio de advertencia o su equivalente, ubicado en el medio de desconexión de la acometida del inmueble:

ADVERTENCIA**EL SISTEMA DE ENERGÍA DE CELDAS DE COMBUSTIBLE CONTIENE
DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Parte G. Conexión a otros circuitos

692-59. Interruptor de transferencia. Se requerirá un interruptor de transferencia en los sistemas no interactivos con la red pública y que utilizan la red pública como respaldo. El interruptor de transferencia deberá mantener el aislamiento entre la red de generación y distribución de energía eléctrica y el sistema de celdas de combustible. Se permitirá que el interruptor de transferencia se ubique externa o internamente a la unidad del sistema de celdas de combustible. Cuando los conductores de la acometida están conectados al interruptor de transferencia, el interruptor debe cumplir con el Artículo 230, Parte E.

692-60. Equipo interactivo identificado. Sólo sistemas de celdas de combustible aprobados y marcados como interactivos se permitirán en sistemas interactivos.

692-61. Características de salida. Las características de salida deben estar de acuerdo con 705-14.

692-62. Pérdida de potencia en el sistema interactivo. El sistema de celdas de combustible se debe equipar con un medio para detectar cuándo la red de generación y distribución de energía eléctrica se ha desenergizado y no deberá alimentar el lado de la red de generación y distribución de energía eléctrica en el punto común de acoplamiento durante esta condición. El sistema de celdas de combustible debe permanecer en dicho estado hasta que se haya restablecido la tensión de la red de generación y distribución de energía eléctrica.

Se permitirá que un sistema de celdas de combustible normalmente interactivo opere como un sistema autónomo para alimentar cargas que han sido desconectadas de las fuentes de la red de generación y distribución de energía eléctrica.

692-64. Interconexiones desbalanceadas. Las interconexiones desbalanceadas deben estar de acuerdo con 705-100.

692-65. Punto de conexión interactivo con el suministrador. El punto de conexión debe estar de acuerdo con 705-12.

ARTÍCULO 694

SISTEMAS ELÉCTRICOS EÓLICOS

Parte A. Disposiciones generales

694-1. Alcance. Este Artículo aplica a sistemas eléctricos eólicos (turbina) que consisten de uno o más generadores eléctricos eólicos y sus alternadores relacionados, generadores, inversores y controladores y equipos asociados.

NOTA: Algunos sistemas eléctricos eólicos son interactivos con otras fuentes de generación de energía (ver figura 694-1(a) y algunos son sistemas autónomos (ver figura 694-1(b)). Algunos sistemas eléctricos eólicos tienen salida de corriente alterna y algunos sistemas tienen salida de corriente continua, algunos sistemas tienen almacenamiento de energía eléctrica, tales como baterías.

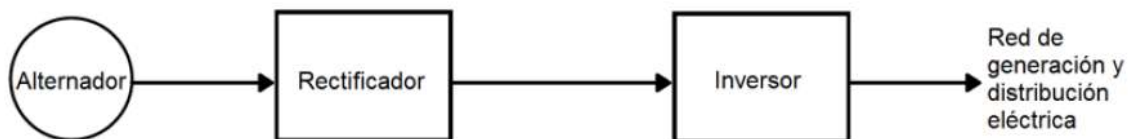


Figura 694-1(a).- Identificación de componentes de un sistema eólico - sistema interactivo.

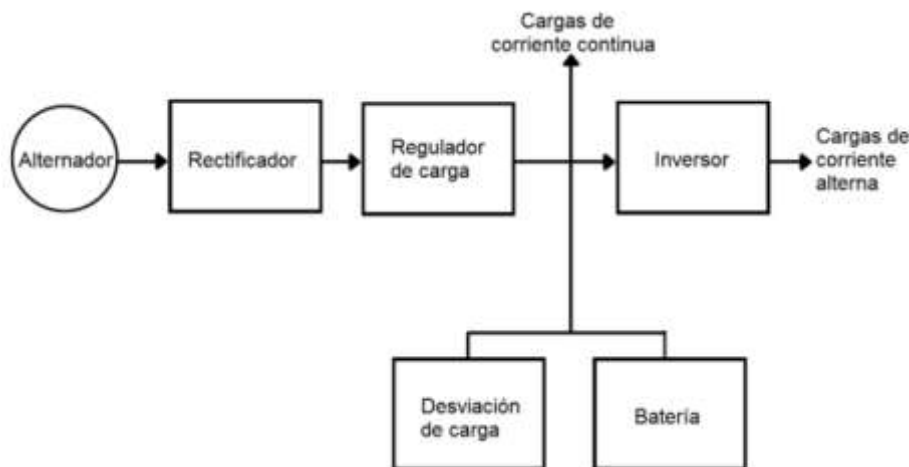


Figura 694-1(b). Identificación de componentes de un sistema eólico pequeño - sistema autónomo.**694-2. Definiciones**

Circuito de salida de la turbina eólica: Conductores del circuito entre los componentes internos de una turbina eólica (la cual puede incluir un alternador, rectificador integrado, controlador y/o inversor) y otros equipos.

Circuito de salida del inversor: Los conductores entre un inversor y un tablero de distribución de corriente alterna para sistemas autónomos, o los conductores entre un inversor y equipo de acometida u otra fuente de generación de energía eléctrica, tales como el suministrador del servicio público para una red de generación y distribución eléctrica.

Carga de desvío: Una carga conectada a un controlador de desvío de carga o controlador para desvío de carga, también conocido como vertedero de carga.

Controlador para desvío de carga: Equipo que regula la salida de un generador eólico desviando la potencia del generador a cargas de corriente continua y corriente alterna o a una acometida interconectada con el suministrador.

Controlador de carga de desvío: Equipo que regula el proceso de carga de una batería u otro dispositivo de almacenamiento de energía, mediante la desviación de potencia desde el almacenamiento de energía hacia cargas de corriente alterna o corriente continua o a una acometida interconectada del suministrador.

Góndola: Envoltente que alberga al alternador y otras partes de una turbina eólica.

Potencia máxima de salida: Promedio máximo, de un minuto, de potencia de salida producida por la operación de una turbina eólica en estado estable normal (la potencia de salida instantánea puede ser más alta).

Potencia nominal: Potencia de salida de la turbina eólica a su velocidad eólica nominal.

NOTA: Ver definiciones de sistemas interconectados en el Artículo 705.

Torre: Un poste u otra estructura que soporta una turbina eólica (como aplica para sistemas eléctricos eólicos).

Turbina eólica: Dispositivo mecánico que convierte energía eólica a energía eléctrica.

Tensión máxima: La máxima tensión que la turbina eólica produce en operación, incluyendo condiciones de circuito abierto.

694-3. Otros Artículos

Siempre que los requisitos de otros Artículos de esta NOM y del Artículo 694 difieran, se aplicarán los requisitos del Artículo 694. Cuando el sistema es operado en paralelo con una fuente o fuentes primarias de electricidad, se aplican los requisitos del Artículo 705.

Excepción: Los sistemas eléctricos eólicos, equipo o cableado instalado en lugares peligrosos (clasificados), también deberán cumplir con las secciones aplicables de los Artículos 500 hasta el 516.

694-7. Instalación. Los sistemas cubiertos por este Artículo se deben instalar por personas calificadas.

a) Sistemas eléctricos eólicos. Debe permitirse que uno o más sistemas eléctricos eólicos alimenten a un edificio u otra estructura, además de otras fuentes de alimentación

b) Equipo. Los sistemas eléctricos eólicos se deben etiquetar y aprobar para la aplicación.

c) Controladores de desvío de carga. Un sistema eléctrico eólico empleando un controlador de desviación de carga como medio primario de regulación de la velocidad del rotor de una turbina eólica, se debe equipar con un medio para prevenir sobrevelocidad en operación, que sea adicional, independiente y confiable. Una acometida de interconexión con el suministrador no se debe considerar que sea una desviación de carga confiable.

d) Dispositivos de protección contra tensiones transitorias (SPD). Se debe instalar un dispositivo de protección contra tensiones transitorias entre un sistema eléctrico eólico y cualquier carga alimentada por el sistema eléctrico del inmueble. El sistema de protección contra tensiones transitorias se debe permitir que sea un SPD Tipo 3 en el circuito derivado dedicado que alimenta un sistema eléctrico eólicos o un SPD Tipo 2 ubicado en cualquier parte del lado carga del medio de desconexión de la acometida. El dispositivo de protección contra tensiones transitorias se debe instalar de acuerdo con la parte B del Artículo 285.

e) Contactos. Se permite un contacto alimentado por un circuito derivado o alimentador de un sistema eléctrico eólico, para usarse en mantenimiento y adquisición de datos. Los contactos se deben proteger con un dispositivo contra sobrecorriente con capacidad nominal que no exceda la corriente nominal del contacto.

Todos los contactos monofásicos de 125 volts, de 15 y 20 amperes, instalados para el mantenimiento de la turbina eólica deben brindar protección para el personal por medio de interruptores de circuito por falla a tierra.

f) Postes o torres metálicas o no metálicas que sostienen turbinas eólicas utilizadas como canalizaciones. Debe permitirse el uso de un poste o torre metálicos o no metálicos como canalización, si han sido evaluados como parte de la aprobación de la turbina eólica o de otro modo deben estar aprobados o evaluados para tal propósito.

g) Espacios de trabajo. Se deben proporcionar espacios de trabajo para los tableros eléctricos y otros equipos eléctricos de acuerdo con la sección 110-26(a).

Para grandes aerogeneradores donde el personal entra en el equipo, donde las condiciones para el mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personal calificado realiza el trabajo, se permitirá que los espacios de trabajo cumplan con la Tabla 694-7 para sistemas de hasta 1000 volts nominales.

Parte B. Requisitos del circuito

694-10. Tensión máxima.

a) Circuitos de salida de la turbina eólica. Para turbinas eólicas conectadas a viviendas de una y dos familias, se permiten circuitos de salida de la turbina que tengan una tensión máxima de hasta 600 volts.

b) Circuitos de utilización de corriente continua. La tensión de corriente continua de circuitos de utilización debe cumplir con 210-6.

c) Circuitos de más de 150 volts a tierra. En viviendas de una y dos familias, las partes vivas en un circuito de más de 150 volts a tierra, no deben ser accesibles a personas no calificadas mientras están energizadas.

NOTA: Ver 110-27 para el resguardo de partes vivas y 210-6 para limitaciones de tensión en circuitos derivados.

Tabla 694-7 Espacios de trabajo

Voltaje nominal a tierra	Condición 1	Condición 2	Condición 3
0-150 V	0.9 m	0.9 m	0.9 m
151-1000 V	0.9 m	1.0 m	1.2 m

694-12. Dimensionamiento del circuito y corriente.

a) Cálculo de la corriente máxima del circuito. La corriente máxima para un circuito se debe calcular de acuerdo con (1) a (3) siguientes:

1) Corrientes del circuito de salida de la turbina. La corriente máxima deberá basarse en la corriente del circuito de la turbina eólica operando a la potencia máxima de salida.

2) Corriente del circuito de salida inversor. La corriente de salida máxima será la corriente continua nominal de salida del inversor.

3) Corriente del circuito de entrada inversor autónomo. La corriente de entrada máxima será la corriente permanente nominal de entrada del inversor autónomo, produciendo la potencia nominal a la tensión de entrada más baja.

b) Valores nominales de ampacidad de dispositivos de sobrecorriente.

1) Corrientes permanentes. Las corrientes de sistemas eléctricos eólicos se considerarán que son permanentes.

2) Tamaño de conductores y dispositivos de sobrecorriente. Los conductores del circuito y dispositivos de sobrecorriente se deben dimensionar para conducir no menos que el 125 por ciento de la corriente máxima como se calcula en 694-12 (a). El valor nominal o ajuste del dispositivo de sobrecorriente se permitirá de acuerdo con 240-4 (b) y (c).

Excepción: Circuitos que contienen un ensamble, junto con sus dispositivos de sobrecorriente, aprobados para operación permanente al 100 por ciento de sus valores nominales, se permitirán ser utilizados al 100 por ciento de su valor nominal.

694-15. Protección contra sobrecorriente.

a) Circuitos y equipos. Se deben proteger los circuitos de salida de la turbina, los circuitos de salida del inversor, los conductores y equipo del circuito de baterías de acuerdo con los requisitos del Artículo 240. Los circuitos conectados a más de una fuente eléctrica deben tener dispositivos de sobrecorriente ubicados de tal manera que brinden protección contra sobrecorriente desde todas las fuentes.

Excepción: No se requerirá un dispositivo de sobrecorriente para los conductores del circuito dimensionados de acuerdo con 694-12(b), donde la corriente máxima de todas las fuentes no excede la ampacidad de los conductores.

NOTA: Se debe tomar en consideración una posible retroalimentación de corriente desde cualquier fuente de alimentación, incluida una fuente a través de un inversor hasta el circuito de salida de la turbina eólica, al determinar si la protección contra sobrecorriente se proporciona desde todas las fuentes. Algunos sistemas eléctricos eólicos dependen del circuito de salida de la turbina para regular la velocidad de la turbina. Los inversores también pueden operar a la inversa, para el arranque de la turbina o el control de velocidad.

b) Transformadores de potencia. La protección contra sobrecorriente para un transformador con fuentes en cada lado se debe proporcionar de acuerdo con 450-3 considerando como el primario, primero un lado del transformador, luego el otro lado del transformador.

Excepción: Un transformador de potencia con un valor nominal de corriente en el lado conectado a la salida del inversor, la cual es menor que la corriente nominal continua de salida del inversor, no se requiere tener protección contra sobrecorriente en el inversor.

c) Corriente continua. Los dispositivos de sobrecorriente, ya sea fusibles o interruptores automáticos, utilizados en cualquier parte de un sistema eléctrico de aerogenerador de corriente continua debe ser aprobado para uso en circuitos de corriente continua y tener tensión, corriente y capacidad interruptiva adecuadas.

Parte C. Medios de desconexión

694-20. Todos los conductores. Se proporcionarán medios para desconectar todos los conductores portadores de corriente de una fuente de energía eléctrica eólica, de todos los otros conductores de un edificio u otra estructura. No debe instalarse un desconectador, interruptor automático u otro dispositivo, ya sea de corriente alterna o de corriente continua, en un conductor puesto a tierra, si la operación de ese interruptor, interruptor automático u otro dispositivo deja al conductor, marcado como puesto a tierra, en un estado de no puesto a tierra y energizado.

Excepción: Una turbina eólica que utiliza el circuito de salida de la turbina para regular la velocidad de la turbina, no requerirá un medio de desconexión en el circuito de salida.

694-22. Disposiciones adicionales. Los medios de desconexión deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes:

a) Medios de desconexión. No se exigirá que los medios de desconexión sean adecuados para uso como equipo de acometida. Los medios de desconexión para conductores de fase consistirán de desconectadores operados manualmente o interruptores automáticos, cumpliendo con todos los requisitos siguientes:

- (1) Se ubicarán donde sean fácilmente accesibles.
- (2) Deberán ser operables externamente, sin exponer al operador al contacto con partes vivas.
- (3) Deberá indicar claramente si está en la posición de abierto o cerrado.
- (4) Deberá tener una capacidad interruptiva suficiente para la tensión nominal del circuito y la corriente disponible en las terminales de línea del equipo.

Donde todas las terminales de los medios de desconexión son capaces de estar energizados en la posición abierto, una señal de advertencia debe ser montado en, o ser sujeto a, los medios de desconexión. El anuncio deberá ser claramente legible y tendrá las siguientes palabras o equivalente:

ADVERTENCIA

PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA

NO TOQUE LAS TERMINALES DEL LADO LÍNEA NI DEL LADO CARGA

PUEDEN ESTAR ENERGIZADAS EN LA POSICIÓN ABIERTO

b) Equipos. En el medio de desconexión, del lado de la turbina eólica, se permitirán equipos tales como rectificadores, controladores, desconectadores de circuito de salida o para conectar en cortocircuito, y dispositivos de sobrecorriente.

c) Requisitos para los medios de desconexión.

1) Ubicación. Los medios de desconexión de sistemas eléctricos eólicos se instalarán en un lugar fácilmente accesible ya sea en, o adyacente a, la torre de la turbina, en el exterior de un edificio o estructura o en el interior, en el punto de entrada de los conductores del sistema eólico.

Excepción: En las instalaciones que cumplen con 694-30(c) se permitirá que tengan los medios de desconexión ubicados a distancia desde el punto de entrada de los conductores del sistema eólico.

El medio de desconexión una turbina eólica no se requerirá que se ubique en la góndola o en la torre.

El medio de desconexión no se instalará en cuartos de baño.

2) Marcado. Cada medio de desconexión del sistema de turbina deberá estar marcado permanentemente para identificarlo como un medio de desconexión de un sistema eléctrico eólico. Se instalará una placa de acuerdo con 705-10.

3) Adecuado para su uso. Los medios de desconexión del sistema de turbina deben ser adecuados para las condiciones imperantes.

4) Número máximo de desconexiones. Los medios de desconexión de la turbina deberán consistir de no más de seis interruptores o seis interruptores automáticos montados en una sola envolvente, en un grupo de envolventes separados o en un equipo de tablero de distribución.

d) Equipo que no es fácilmente accesible. Se permitirá que rectificadores, controladores e inversores sean montados en las góndolas u otros lugares exteriores que no son fácilmente accesibles.

694-23 Parada rápida de la turbina.

a) Parada manual. Debe requerirse que las turbinas eólicas estén provistas de un interruptor o tecla que sean fácilmente accesibles para la parada rápida manual. El funcionamiento del interruptor o botón debe causar que la turbina quede en un estado de espera que debe ya sea detener el rotor de la turbina o permitir que una velocidad de rotor limitada se combine con un medio que desenergice el circuito de salida de la turbina.

Excepción: No debe requerirse que las turbinas con un área de barrido de menos de 50 m² (538 pies²) estén provistas de un interruptor o botón de parada rápida manual.

b) Procedimiento de parada. El procedimiento para una parada de una turbina eólica debe estar definido y permanentemente fijado en el lugar de parada y en el lugar del controlador o desconectador de la turbina, si la ubicación fuera diferente.

694-24. Desconexión de los equipos del sistema eléctrico eólico. Se proporcionarán medios para desconectar equipos, tales como inversores, baterías y controladores de carga, de todos los conductores de fase de todas las fuentes. Si el equipo está energizado por más de una fuente, los medios de desconexión deberán agruparse e identificarse.

Se permitirá un solo medio de desconexión de acuerdo con 694-22, para la salida de corriente alterna combinada de uno o más inversores en un sistema interactivo.

Se permitirá un interruptor de cortocircuito o clavija para usarlos como una alternativa a un desconectador en los sistemas que regulan la velocidad de la turbina utilizando el circuito de salida de la turbina.

Excepción: El equipo que se instala en la góndola de la turbina no requerirá tener un medio de desconexión.

694-26. Fusibles. Se proporcionarán medios para desconectar un fusible de todas las fuentes de alimentación, cuando el fusible se energiza en ambas direcciones y es accesible a otras personas, además de las personas calificadas. Desconectadores, fusibles extraíbles o dispositivos similares que se clasifican para esa aplicación, se permitirá que sirvan como un medio para desconectar fusibles de todas las fuentes de suministro.

694-28. Instalación y mantenimiento de una turbina eólica

Para desactivar una turbina, para instalación y mantenimiento, se puede abrir el circuito, ponerlo en cortocircuito, o utilizar frenos mecánicos.

NOTA: Algunas turbinas eólicas dependen de la conexión del alternador a un controlador remoto de regulación de velocidad. La apertura de los conductores del circuito de salida de la turbina puede causar daños mecánicos a la turbina y crear tensiones excesivas que pueden dañar el equipo o exponer a las personas a descargas eléctricas.

Parte D. Métodos de alambrado

694-30. Métodos permitidos.

a) Sistemas de alambrado. Se permitirá todas las canalizaciones y métodos de alambrado incluidos en esta NOM y otros sistemas de alambrado y accesorios específicamente destinados para ser utilizados en turbinas eólicas. En lugares fácilmente accesibles, los circuitos de salida de la turbina que operan a tensiones mayores de 30 volts se instalarán en canalizaciones.

b) Cables y cordones flexibles. Los cables y cordones flexibles, cuando son utilizados para conectar las partes móviles de las turbinas, o cuando son utilizados para facilitar la desconexión, para mantenimiento y reparación, deben cumplir con el Artículo 400 y deberán estar identificados del tipo de uso rudo o cable de potencia portátil, deben ser adecuados para uso extra rudo, deben ser aprobados para su uso en exteriores, y deberán ser resistentes al agua. Los cables expuestos a la luz solar deben ser resistentes la luz solar. Los cables flexibles, finamente trenzados, deben terminar únicamente con terminales, zapatas, dispositivos o conectores, de acuerdo con lo establecido en la sección 110-14(a).

c) Circuitos de corriente continua de salida de la turbina dentro de un edificio. Los circuitos de corriente continua de salida de la turbina, instalados dentro de un edificio o estructura deberán ser alojados en canalizaciones metálicas o instalados en envoltentes metálicas o correr dentro de cables tipo MC con armadura metálica que cumplan con lo especificado en 250-118(10), desde el punto de penetración en la superficie del edificio o estructura al primer medio de desconexión fácilmente accesible.

Parte E. Puesta a tierra y unión**694-40. Puesta a tierra y unión de equipos.**

a) Generalidades. Las partes metálicas expuestas no conductoras de corriente de torres, góndolas de turbinas, otros equipos y envoltentes de conductores, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra y unión de equipo al sistema de conexión de puesta a tierra del inmueble. Las partes metálicas ensambladas, tales como las paletas de la turbina y las colas que no tienen manera de ser energizadas, no se requerirá que sean conectadas a los conductores de puesta a tierra de equipo.

b) Puesta a tierra y unión de la torre.

1) Electrodo de puesta a tierra y conductores de electrodos de puesta a tierra. Una torre de un aerogenerador debe ser conectada a un sistema de electrodos de puesta a tierra. Cuando están instalados en las proximidades componentes galvanizados de la cimentación o del anclaje de la torre, se deben utilizar electrodos de puesta a tierra galvanizados.

NOTA: Los electrodos de puesta a tierra de cobre y cobre-revestido, cuando son utilizados en suelos de alta conductividad, puede causar corrosión electrolítica de la cimentación galvanizada y de los componentes del anclaje de la torre.

2) Conductor de unión. Deben requerirse conductores de puesta a tierra de equipo o puentes de unión del lado de la alimentación, según corresponda, entre las turbinas, las torres y el sistema de puesta a tierra del inmueble.

3) Conexiones de puesta a tierra de la torre. Los conductores de puesta a tierra y unión de equipo y los conductores electrodos de puesta a tierra, cuando se utilicen, se conectarán a la torre metálica por medios aprobados. Todos los elementos mecánicos utilizados para terminar estos conductores deberán ser accesibles.

4) Cables de retenida. Los cables de retenida utilizados para soportar torres de las turbinas no se requerirán estar conectados a un conductor de puesta a tierra de equipo o que cumplan con los requisitos de 250-110.

Parte F. Marcado

694-50. Punto de interconexión del sistema interactivo. Se deberán marcar todos los puntos de interconexión del sistema interactivo con otras fuentes, en un lugar accesible, en los medios de desconexión y con el valor nominal de corriente alterna de salida y la tensión de operación nominal de corriente alterna.

694-52. Sistema de potencia que emplea almacenamiento de energía. Los sistemas eléctricos eólicos que emplean almacenamiento de energía se deben marcar con la tensión máxima de operación, cualquier tensión de igualación y la polaridad de los conductores del circuito de puesta a tierra.

694-54. Identificación de fuentes de energía.

a) Instalaciones con sistemas autónomos. Cualquier estructura o edificio con un sistema autónomo y no conectado a una fuente del suministrador, deberá tener una placa permanente o directorio instalado en el exterior del edificio o estructura en un lugar fácilmente visible. La placa o directorio deberá indicar la ubicación de los medios de desconexión del sistema y deberá indicar que la estructura contiene un sistema de energía eléctrico autónomo.

b) Instalaciones con acometida de empresas de servicios públicos y sistemas eléctricos eólicos. Los edificios o estructuras con que tienen una acometida del servicio público y sistemas eléctricos eólicos tendrán una placa o directorio permanente proporcionando la ubicación de los medios de desconexión de la acometida y los medios de desconexión del sistema eléctrico eólicos.

694-56. Instrucciones para desactivar la turbina. Se instalará una placa en, o adyacente a, la ubicación de la turbina proporcionando instrucciones básicas para la desactivación de la turbina.

Parte G. Conexión a otras fuentes de energía

694-60. Equipo interactivo identificado. Sólo los inversores aprobados e identificados como interactivos se permitirán en sistemas interactivos.

94-62. Instalación. Los sistemas eléctricos eólicos, cuando se conectan a las fuentes de la red pública, deberán cumplir con los requisitos del Artículo 705.

694-66. Rango de tensión de operación. Se permitirá que los sistemas eléctricos eólicos conectados a circuitos derivados o alimentadores dedicados, puedan exceder el rango de tensión de operación normal en estos circuitos, siempre que el suministro de tensión a cualquier equipo de distribución que alimenta otras cargas, permanezca dentro de los rangos normales.

NOTA: Las turbinas eólicas pueden usar la red eléctrica pública para descargar la energía eléctrica durante las rachas de viento de corta duración.

694-68. Punto de conexión. Los puntos de conexión para interconectar fuentes de energía eléctrica deberán cumplir con 705-12.

ARTÍCULO 695

BOMBAS CONTRA INCENDIOS

695-1. Alcance.

a) Temas cubiertos. Este Artículo cubre la instalación de:

- (1) Las fuentes de alimentación y circuitos de interconexión.
- (2) Equipo de desconexión y control de los motores de las bombas.

b) Temas No cubiertos. Este Artículo no cubre:

- (1) El funcionamiento, mantenimiento y pruebas de aceptación de las instalaciones de un sistema de bombas contra incendios, ni el alambrado interno de los componentes de dicho sistema.
- (2) La instalación de bombas para mantener la presión en el sistema (jockey o de compensación).

NOTA: Sobre instalación de bombas de mantenimiento de la presión (jockey o de compensación) alimentadas por el circuito de bombas contra incendio u otra fuente, ver Artículo 430.

- (3) Equipos de transferencia en la dirección ascendente de los interruptores de transferencia de bombas contra incendio.

695-2. Definiciones.

Circuitos de control externo tolerantes a las fallas. Aquellos circuitos de control que están entrando o saliendo del envolvente del controlador de la bomba contra incendios, que si se averían, se desconectan o se ponen en cortocircuito no impedirán que el controlador arranque la bomba contra incendios desde los otros medios internos o externos y pueden hacer que el controlador arranque la bomba bajo estas condiciones.

Instalación de generación de energía eléctrica en el sitio. Alimentación normal de energía eléctrica para el sitio, de la que se espera esté produciendo energía constantemente.

Generador de reserva en el sitio. Instalación que genera energía eléctrica en el sitio como alimentación alternativa. Difiere de una instalación de generación de energía en el sitio porque no genera energía constantemente.

695-3. Fuentes de suministro para bombas contra incendios accionadas con motores eléctricos. Los motores eléctricos que accionan las bombas contra incendios deben tener una fuente de alimentación confiable.

a) Fuentes individuales. La fuente de alimentación para un motor eléctrico que acciona una bomba contra incendios debe ser una o más de las enumeradas a continuación, siempre que sea confiable y capaz de conducir indefinidamente la suma de las corrientes a rotor bloqueado del motor o motores de la bomba contra incendios, del motor y motores de la bomba de mantenimiento de presión y la corriente de plena carga

del equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios, cuando se conectan a dicha fuente de alimentación.

1) Conexión a la acometida de la red de servicio público de energía eléctrica. Se permitirá la alimentación a una bomba contra incendios mediante una acometida independiente o una conexión ubicada antes del medio de desconexión de la acometida principal, pero no dentro del mismo gabinete, envolvente o sección vertical del equipo del tablero de distribución o sección vertical del tablero de distribución como medio de desconexión de la acometida. La conexión debe ubicarse y arreglarse de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños por fuego desde el interior de los locales y a causa de exposiciones riesgosas. Una derivación antes del medio de desconexión de la acometida debe cumplir con lo establecido en 230-82(5). El equipo de acometida debe cumplir con los requisitos de etiquetado de 230-2 y los requisitos de ubicación de 230-72 (b).

2) Instalación de generación de energía eléctrica en sitio. Se permitirá que una bomba contra incendios se alimente de una instalación de generación de energía eléctrica en sitio. Dicha instalación debe estar ubicada y protegida de modo que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños por fuego.

3) Alimentador dedicado. Se permitirá un alimentador dedicado cuando éste es derivado de una conexión de acometida, como se describe en el inciso (1) anterior.

b) Fuentes de alimentación múltiples. Si no se puede obtener una alimentación confiable desde una de las fuentes descritas en el inciso (a) anterior, la energía debe ser suministrada por una de las siguientes formas:

1) Fuentes de alimentación individuales. Una combinación de dos o más de las fuentes cubiertas en el inciso (a) anterior.

2) Una fuente de alimentación individual y un generador de reserva en el sitio. Una combinación de dos o más de las fuentes cubiertas en el inciso (a) anterior y un generador de reserva en el sitio, que cumpla con el inciso (d) siguiente.

Excepción a (1) y (2): No se requiere una fuente alterna de energía eléctrica cuando se instalen bombas de contra incendios accionadas por motor de combustión interna o por una turbina de vapor.

c) Complejos de varios edificios. Cuando las alimentaciones del inciso(a) no son practicable y la instalación es parte de un complejo de varios edificios, se permite el suministro por varios alimentadores de acuerdo con los incisos (1) y (3) o (2) y (3) siguientes:

1) Fuentes con alimentadores. Se permitirán dos o más alimentadores, como fuentes múltiples, si tales alimentadores provienen de diferentes circuitos de la red de servicio público. La conexión o conexiones, los dispositivos de protección contra sobrecorriente y los medios de desconexión para tales alimentadores deben cumplir con los requisitos de 695-4b)1)b.

2) Alimentadores y una alimentación alterna. Se permitirá un alimentador como una fuente normal de alimentación si se provee una fuente de alimentación alterna e independiente del alimentador. La conexión o conexiones, de los dispositivos de protección contra sobrecorriente y los medios de desconexión para tales alimentadores deben cumplir con los requisitos de 695-4b)1)b.

3) Coordinación selectiva. Los equipos de protección contra sobrecorriente de cada medio de desconexión deberán estar coordinados selectivamente con cualquier otro dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado fuente.

d) Generador de reserva en el sitio como fuente alterna. Los generadores de reserva en el sitio, empleados como una fuente de alimentación alterna deberán cumplir con los siguientes incisos:

1) Capacidad. El generador debe ser de suficiente capacidad para permitir el arranque y operación normal del motor o motores que accionan las bombas contra incendios mientras alimentan todas las otras cargas operadas simultáneamente.

Se permitirá la liberación automática de una o más cargas de reserva opcionales a fin de cumplir con estos requisitos de capacidad.

2) Conexión. No se exigirá una derivación ubicada antes del medio de desconexión del generador.

3) Medios de desconexión adyacentes. Los requisitos de 430-113 no aplican.

e) Arreglos. Todos los suministros de energía deben estar ubicados y acomodados de tal manera que estén protegidos contra daños por fuego desde el interior de los locales y a causa de exposiciones riesgosas.

Las fuentes de alimentación deben estar organizadas de modo que un incendio en una fuente no cause una interrupción en otra fuente.

f) Transferencia de energía. La transferencia de energía al controlador de una bomba contra incendio entre la fuente individual y una fuente alternativa debe tener lugar dentro del cuarto de la bomba.

g) Selección de la fuente de alimentación. La selección de la fuente de alimentación debe ser hecha por un interruptor de transferencia adecuado para el servicio de bombas contra incendio.

h) Selección de dispositivos contra sobrecorriente. Debe permitirse un interruptor automático de disparo instantáneo, en lugar de los dispositivos contra sobrecorriente especificados en la sección 695-4(b)(2)(a)(1), siempre que este sea parte de un ensamble de interruptores de transferencia adecuado para el servicio de bombas contra incendio que cumpla con lo establecido en la sección 695-4(b)(2)(a)(2).

i) Convertidores de fase. No se permite usar convertidores de fase para alimentar bombas contra incendios.

695-4. Continuidad de la alimentación. Los circuitos que alimentan los motores eléctricos de las bombas contra incendios deben supervisarse a fin de evitar una desconexión inadvertida, de acuerdo con (a) o (b) siguientes.

a) Conexión directa. Los conductores de alimentación deben conectar directamente las fuentes de alimentación a un controlador de bombas contra incendios, a una combinación de controlador de bomba contra incendios e interruptor de transferencia, o a un interruptor de transferencia de energía de bombas contra incendio.

b) Conexión a través de medios de desconexión y dispositivos de sobrecorriente.

1) Número de medios de desconexión.

a. General. Se permitirá instalar un único medio de desconexión y los dispositivos asociados de protección contra sobrecorriente entre las fuentes de alimentación de las bombas contra incendios y uno de los siguientes:

- (1) Un controlador de bomba contra incendios
- (2) Un interruptor de transferencia de alimentación de bomba contra incendios
- (3) Una combinación de controlador de bomba contra incendios e interruptor de transferencia.

b. Fuentes del alimentador. Para sistemas instalados conforme a las disposiciones de 695-3(c) únicamente, se permitirán medios de desconexión adicionales y los dispositivos asociados de protección contra sobrecorriente con el fin de cumplir con las otras disposiciones de esta NOM.

c. Generador de reserva en el sitio como fuente alterna. Cuando se usa un generador de reserva en sitio para alimentar una bomba contra incendios, se permite un medio de desconexión adicional y los dispositivos asociados de protección contra sobrecorriente.

2) Selección del dispositivo contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben cumplir con (a) o (b) siguientes.

a. Fuentes individuales. La protección contra sobrecorriente para fuentes individuales debe cumplir con lo establecido en (1) o (2) siguientes:

(1) Los dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben seleccionar o ajustarse para conducir de forma indefinida la suma de la corriente de rotor bloqueado del motor más grande y de los motores de la bomba de mantenimiento de la presión, así como la corriente de plena carga de todos los otros motores de bombas y de los equipos accesorios asociados de las bombas contra incendios cuando están conectados a esa fuente de alimentación individual. Cuando un valor de corriente a rotor bloqueado no corresponda a un valor estándar de un dispositivo de sobrecorriente, se debe usar el siguiente valor estándar del dispositivo de protección contra sobrecorriente de acuerdo con 240-6. El requisito de conducir indefinidamente las corrientes de rotor bloqueado no se debe aplicar a los conductores o dispositivos diferentes a los de protección contra sobrecorriente en el circuito o circuitos del motor de la bomba contra incendios. Los requerimientos para llevar las corrientes de rotor bloqueado indefinidamente no aplicarán a los dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador instalado de acuerdo con la sección 695-3(c)

(2) La protección contra sobrecorriente debe ser provista por un ensamble para el servicio de bombas contra incendio y que cumpla con lo siguiente:

a. El dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe abrirse dentro de los 2 minutos, al 600 por ciento de la corriente de plena carga de los motores de bombas contra incendio.

b. El dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe abrirse con una transitorio de re-arranque de 24 veces la corriente de plena carga de los motores de bombas contra incendio.

- c. El dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe abrirse dentro de los 10 minutos, al 300 por ciento de la corriente de plena carga de los motores de bombas contra incendio.
- d. El punto de disparo para interruptor automático no debe ser ajustable en campo.
- b. Generador de reserva en sitio. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente entre un generador de reserva en el sitio y un controlador de bomba contra incendios deben seleccionarse y dimensionarse para permitir la corriente de arranque de toda la carga del cuarto de bombas, pero no debe ser más grande que el valor seleccionado con 430-62 para proveer solamente protección contra cortocircuito.

3) Medios de desconexión. Todos los medios de desconexión que son exclusivos para las cargas de bombas contra incendios deben cumplir con las condiciones (a) hasta (e) siguientes:

- a. Características y Ubicación – Fuente de alimentación normal. Los medios de desconexión de la fuente de alimentación normal deben cumplir con todo lo siguiente:
 - (1) Estar identificado como adecuado para emplearse como equipo de acometida.
 - (2) Poder bloquearse en la posición de cerrado. La disposición para el bloqueo o la incorporación de un bloqueo en los medios de desconexión debe instalarse en el interruptor o interruptor automático que se utilice como el medio de desconexión y debe mantenerse sin cambios con o sin el bloqueo instalado.
 - (3) No estar colocado dentro del mismo envoltente, panel de distribución, tablero de distribución, tablero de potencia o centro de control de motores, con o sin barra colectora común, que alimenta cargas diferentes a la bomba contra incendios.
 - (4) Estar ubicado lo suficientemente lejos de otro medio de desconexión de alimentación del edificio o de otra bomba contra incendios, de modo que sea improbable una operación simultánea inadvertida.

Excepción a (3)(a): Para complejos de varios edificios instalados de acuerdo con la sección 695-3(c) solamente aplican los requerimientos de la sección 695-4(b)(3)(a)(2) para desconexiones de fuentes de alimentación normales

- b. Características y Ubicación – Generador de reserva en el sitio. Los medios de desconexión para un generadores de reserva en sitio usado como fuente alterna, deben ser instalados de acuerdo a 700-10(b)(5) para circuitos de emergencia y debe poder bloquearse en la posición de cerrado. La disposición para el bloqueo o la incorporación de un bloqueo en los medios de desconexión debe instalarse en el interruptor o desconectador de circuito que se utilice como el medio de desconexión y debe mantenerse sin cambios con o sin el bloqueo instalado.
- c. Marcado de desconectores. El medio de desconexión debe estar marcado “Desconector de la bomba contra incendios”. Las letras deben tener una altura mínima de 2.5 centímetros y deben ser visibles sin abrir las puertas o cubiertas del envoltente.
- d. Marcado del controlador. Debe colocarse un cartel adyacente al controlador de la bomba contra incendios, indicando la ubicación del medio de desconexión y de la llave (si el medio de desconexión está bloqueado con llave).
- e. Supervisión. Se debe supervisar el medio de desconexión en la posición cerrada, mediante uno de los siguientes métodos:
 - (1) Dispositivo de señales de estación remota o de estación central.
 - (2) Servicio de señalización local que inicie el funcionamiento de una señal audible en un punto atendido constantemente.
 - (3) Bloqueo del medio de desconexión en la posición cerrada.
 - (4) Cuando el medio de desconexión se ubique dentro de envoltentes resguardados o en construcciones bajo el control del propietario, sellos en el medio de desconexión e inspecciones periódicas semanales.

695-5. Transformadores. Cuando la tensión del sistema o de la acometida es diferente de la tensión de operación del motor de la bomba contra incendios, se permitirá instalar transformadores protegidos por medios de desconexión y dispositivos de protección contra sobrecorriente entre la alimentación del sistema y el controlador de la bomba contra incendios, de acuerdo con los incisos (a), (b) o (c) siguientes. Solamente se permitirá que se alimenten cargas no asociadas directamente con el sistema de la bomba contra incendios cuando los transformadores cumplan con el inciso (c).

a) Capacidad. Cuando se utilice un transformador para una instalación de bombas contra incendios, su capacidad debe ser como mínimo 125 por ciento de la suma de las cargas de los motores de las bombas

contra incendios, de la carga del motor de la bomba de mantenimiento de la presión y el 100 por ciento de todo el equipo accesorio, asociado con el sistema contra incendios, alimentada por el transformador.

b) Protección contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobre corriente del primario del transformador se debe seleccionar o ajustar para conducir de forma indefinida la suma de la corriente de rotor bloqueado del motor de la bomba contra incendios, la del motor de la bomba para mantenimiento de la presión y la corriente de plena carga de los equipos accesorios, asociados a la bomba contra incendios, que estén conectados a esta fuente de alimentación. No se permitirá protección contra sobrecorriente en el lado secundario del transformador. El requisito de conducir indefinidamente las corrientes de rotor bloqueado no se debe aplicar a los conductores o dispositivos que no sean los de protección contra sobre corriente del circuito(s) del motor de la bomba contra incendios.

c) Fuentes de un alimentador. Cuando se instala la fuente de un alimentador de acuerdo con 695-3(c), se permitirá que los transformadores que alimentan el sistema de la bomba contra incendios también alimenten otras cargas. Todas las demás cargas deben calcularse de acuerdo con el Artículo 220, incluyendo factores de demanda, según sea aplicable.

1) Capacidad. Los transformadores deben tener una capacidad de cuando menos el 125 por ciento de la suma de las cargas del motor o motores de las bombas contra incendios, más las cargas de los motores de las bombas de mantenimiento de la presión y más el 100 por ciento de la carga restante alimentada por el transformador.

2) Protección contra sobre corriente. Se deben coordinar la capacidad del transformador, el tamaño de los conductores del alimentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente, de modo que la protección contra sobrecorriente sea provista por el transformador de acuerdo con lo establecido en 450-3 y por el alimentador de acuerdo con 215-3, y que el dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente se seleccionen o se ajusten para conducir indefinidamente la suma de las corrientes de rotor bloqueado del motor o motores de la bomba contra incendios, la del motor o motores de la bomba para mantenimiento de la presión, la corriente de plena carga del equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios y el 100% de las cargas restantes alimentadas por el transformador. El requisito de conducir indefinidamente las corrientes de rotor bloqueado no se debe aplicar a los conductores o dispositivos que no sean los de protección contra sobre corriente del circuito del motor de la bomba contra incendios.

695-6. Alambrado de fuerza. Los métodos de alambrado y los circuitos de fuerza deben cumplir con los requisitos de 695-6(a) hasta (j) y estar de acuerdo con lo permitido en 230-90(a), Excepción 4; 230-94, Excepción 4; 240-13; 230-208; 240-4(a) y 430-31.

a) Conductores de suministro.

1) Acometidas e instalaciones de producción de energía en sitio. Los conductores de acometida y los conductores de las instalaciones de producción de energía en sitio deben estar físicamente tendidos por la parte exterior de los edificios y estar instalados como conductores de entrada de la acometida, de acuerdo con las disposiciones de 230-6, 230-9 y las Partes C y D del Artículo 230. Cuando los conductores de suministro no puedan instalarse físicamente por fuera del edificio, se permitirá tenderlos a través de los edificios donde se instalen, de conformidad con 230-6(1) o (2).

2) Alimentadores. Los conductores de suministro a bombas contra incendios conectados en el lado carga del último medio de desconexión y dispositivos de protección contra sobrecorriente, de acuerdo con las disposiciones de 695-4(b), o los conductores que conectan directamente a un generador de reserva en sitio, deben cumplir con todo lo siguiente:

- a. Ruta independiente. Los conductores deben estar totalmente independientes de cualquier otro alambrado.
- b. Cargas asociadas a la bomba de contra incendios. Los conductores deben alimentar solamente las cargas que están asociadas directamente con el sistema de bomba contra incendios.
- c. Protección contra daño potencial. Se deben proteger los conductores contra daños potenciales por incendio, falla estructural o accidente operacional.
- d. Dentro de un edificio. Donde se enrutan a través de un edificio, los conductores deben estar protegidos contra el fuego por 2 horas utilizando uno de los siguientes métodos:
 - (1) El cable o las canalizaciones están recubiertos mínimo en 5.0 centímetros de concreto.
 - (2) El cable o las canalizaciones son un sistema de cables resistentes al fuego.
 - (3) El cable o las canalizaciones son un sistema de protección de circuitos eléctricos.

Excepción a (a)(2)(d): No se exigirá que los conductores de alimentación, ubicados en el cuarto de equipos donde se originan y en el cuarto de la bomba contra incendios, tengan 2 horas de resistencia al fuego, a menos que se exija de otra manera por 700-10(d).

b) Tamaño de los conductores.

1) Motores de las bombas contra incendios y otros equipos. Los conductores que alimentan el motor o motores de la bomba contra incendios, las bombas de mantenimiento de la presión y el equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios deben dimensionarse para un valor no menor al 125 por ciento de la suma de la corriente a plena carga del motor o motores de la bomba contra incendios y la de la bomba de mantenimiento de la presión y el 100 por ciento del equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios.

2) Únicamente motores de bombas contra incendios. Los conductores que alimentan únicamente el motor o motores de una bomba contra incendios deben tener una ampacidad mínima de acuerdo con 430-22 y deben cumplir con los requisitos de caída de tensión de 695-7.

c) Protección contra sobrecarga. Los circuitos de fuerza no deben tener protección automática contra sobrecarga. A excepción de lo contenido en 695-5(c)(2) para la protección de los primarios de los transformadores; los conductores de circuitos derivados y de alimentadores se deben proteger únicamente contra cortocircuito. Cuando se haga una derivación para alimentar una bomba contra incendios, el alambrado se debe tratar como si fueran conductores de acometida de acuerdo con 230-6. No se deben aplicar las restricciones aplicables de distancia ni de tamaño de 240-21.

Excepción 1: No se requiere protección contra sobrecorriente ni medio de desconexión, para los conductores entre las baterías de los acumuladores y el motor de combustión interna.

Excepción 2: Para los generadores de reserva en sitio con capacidad para generar permanentemente corriente que exceda el 225 por ciento de la corriente a plena carga del motor de la bomba contra incendios, los conductores entre los generadores en sitio y la combinación de controlador e interruptor de transferencia de la bomba contra incendios o interruptor de transferencia montado separadamente, se deben instalar según (a)(2) anterior. La protección dotada debe estar acorde con el valor nominal de corriente de cortocircuito de la combinación de controlador e interruptor de transferencia de la bomba contra incendios o interruptor de transferencia montado separadamente.

d) Alambrado de la bomba. Todo el alambrado que va desde los controladores hasta los motores de la bomba debe estar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico ligero, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos tipo MC con una cubierta impermeable o cable del tipo MI. Las conexiones eléctricas en las cajas de los terminales de motores deben hacerse con un medio de conexión aprobado. Para este fin, no debe permitirse el uso de conectores de cables de tipo retorcidos, de perforación del aislamiento ni soldados.

e) Cargas suministradas por controladores e interruptores de transferencia. Si se instalan un controlador y un interruptor de transferencia, éstos no deben suministrar ninguna carga que no sea la bomba contra incendios para la cual fueron previstos.

f) Protección mecánica. Todo el alambrado desde los controladores del motor y baterías debe estar protegido contra daños físicos y debe instalarse de acuerdo con el manual del fabricante del controlador y de la máquina.

g) Protección del equipo contra fallas a tierra. No se permitirá protección contra fallas a tierra de equipo para las bombas contraincendios.

h) Alambrado de circuitos eléctricos para sistemas de protección a controladores. La instalación de circuitos eléctricos para sistemas de protección debe cumplir con cualquier de las restricciones dadas por el fabricante de circuitos eléctricos para sistemas de protección y, además, se debe aplicar lo siguiente:

- (1) Se debe instalar una caja de conexiones adelante del controlador de la bomba contra incendios a cuando menos 30 centímetros, más allá de la pared a prueba de fuego o el piso, que delimitan la zona de fuego.
- (2) Cuando sea requerido por el fabricante de circuitos eléctricos para sistemas de protección o sea requerido en otra parte de esta NOM, la canalización entre una caja de conexiones y el controlador de la bomba contra incendios deberá ser sellada en la terminación de la caja de conexiones de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- (3) Se permite alambrado estándar entre la caja de conexiones y el controlador.

i) Cajas de conexiones. Cuando el alambrado de una bomba contra incendios es tendido a través de una caja de conexiones, ya sea desde o hacia un controlador de bomba contra incendios, deben cumplir con lo siguiente:

- (1) La caja de conexiones debe estar montada en forma segura.
- (2) El montaje de cajas de conexión no debe violar el tipo y designación de envoltente del controlador de una bomba contra incendios.
- (3) El montaje de cajas de conexión no debe violar la integridad del controlador de una bomba contra incendios y no debe afectar la capacidad de cortocircuito de los controladores.
- (4) Cuando se instale en el cuarto de bombas contra incendios, como mínimo se debe usar una caja de conexiones Tipo 2 a prueba de goteo. La envoltente deberá ser de características que coincidan con las de la envoltente del controlador de una bomba contra incendios.
- (5) Cuando se usen terminales, cajas de conexión, conectores y empalmes, éstos deberán estar aprobados.
- (6) No se deberán usar como cajas de conexión, el controlador de bomba contra incendios y el interruptor de transferencia para bomba contra incendios, para suministrar energía a otros equipos, incluyendo a las bombas de mantenimiento de la presión.

j) Terminaciones de canalizaciones. Cuando las canalizaciones terminen en un controlador de bomba contra incendios se debe cumplir con lo siguiente:

- (1) Se deben instalar conectores aprobados para tubos conduit.
- (2) La designación de los conectores de tubos conduit aprobados deberá ser cuando menos igual a la designación de envoltente del controlador de la bomba contra incendios.
- (3) Se deben seguir las instrucciones de instalación del fabricante del controlador de una bomba contra incendios.
- (4) Cualquier alteración al controlador de una bomba contra incendios, que no sea la entrada de tubos conduit como se permite en cualquier parte de la NOM, deberá ser aprobada por el fabricante.

695-7. Caída de tensión.

a) Arranque. La tensión en las terminales de línea del controlador de bomba contra incendios no debe caer más del 15 por ciento por debajo de lo normal (tensión nominal del controlador) bajo condiciones de arranque del motor.

Excepción: Esta limitación no se aplicará para el arranque mecánico de emergencia.

b) En operación. La tensión en las terminales de carga del controlador de bombas contra incendio no debe caer más del 5 por ciento por debajo de la tensión nominal del motor conectado a esas terminales, cuando éste opere al 115 por ciento de la corriente a plena carga.

695-10. Equipo aprobado. El control del sistema de bombas contra incendios de motor diésel, y los controladores eléctricos del sistema contra incendio, los motores eléctricos, los interruptores de transferencia de alimentación de las bombas contra incendios, los controladores de bombas de espuma y los controladores de servicio limitado, deben estar aprobados para servicio con bombas contra incendios.

695-12. Ubicación del equipo.

a) Ubicación de los controladores y del desconectador de transferencia. Los controladores de los motores eléctricos de las bombas contra incendios y los interruptores de transferencia, deben estar situados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.

b) Ubicación de los controladores de motores. Los controladores de los motores de bombas contra incendios, que no sean eléctricos, deben estar situados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.

c) Acumuladores. Las baterías de los motores de bombas contra incendios deben estar por arriba del suelo, sujetas para evitar desplazamientos y situadas donde no estén expuestas a daño físico, inundación con agua, temperatura excesiva o vibraciones excesivas.

d) Equipo energizado. Todas las partes de equipo que puedan estar energizadas deben estar situadas cuando menos a 30 centímetros sobre el nivel del suelo.

e) Protección contra el agua de la bomba. Los controladores de motores y los interruptores de transferencia deben estar situados o protegidos de tal modo que no se dañen por el agua que pudiera escapar de las bombas o de sus conexiones.

f) Montaje. Todos los equipos de control de las bombas contra incendios deben estar sujetos de manera sólida sobre estructuras de material no combustible.

695-14. Alambrado de control.

a) Fallas de los circuitos de control. Los circuitos externos de control que se prolongan fuera del cuarto de la bomba contra incendios deben instalarse de manera que la falla de cualquiera de ellos (circuito abierto o cortocircuito) no impida el funcionamiento de las bombas desde todos los otros medios internos o externos. La rotura, desconexión, cortocircuito o la pérdida de alimentación en estos circuitos podría causar que la bomba contra incendios funcione continuamente, pero no deben impedir que los controladores arranquen las bombas contra incendios por causas distintas a estos circuitos de control externos. Todos los conductores de control dentro del cuarto de la bomba contra incendios que no sean tolerantes a fallas deben estar protegidos contra daños físicos.

b) Funcionamiento de sensores. No se deben instalar sensores de baja tensión, de pérdida de fase, sensibles a la frecuencia u otros, que impidan automática o manualmente que actúe el contactor del motor.

Excepción: Se permitirá un sensor o sensores de pérdida de fase únicamente como parte de un controlador de bomba contra incendios aprobado.

c) Dispositivos remotos. No se deben instalar dispositivos remotos que impidan el funcionamiento automático del interruptor de transferencia.

d) Alambrado de control de motores no eléctricos. Todo el alambrado entre el controlador y el motor no eléctrico debe ser trenzado y dimensionarse de modo que le permita conducir continuamente todas las corrientes de carga de baterías o corrientes de control según las instrucciones del fabricante del controlador. Este alambrado debe estar protegido contra daños físicos. Se deben seguir las especificaciones del fabricante del controlador para la longitud y tamaño del alambrado.

e) Métodos de alambrado de control de la bomba eléctrica contra incendios. Todo el alambrado de control de las bombas contra incendios accionadas con motores eléctricos debe ser instalado en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit metálico ligero, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos Tipo MC con una cubierta impermeable, o cable Tipo MI.

f) Métodos de alambrado de control del generador. Los conductores de control instalados entre el interruptor de transferencia de alimentación de la bomba contra incendios y el generador de reserva, que alimentan a la bomba contra incendios durante la pérdida de la alimentación normal, se debe mantener totalmente independiente de cualquier otro alambrado. La integridad del cableado de control del generador se debe monitorear continuamente. La pérdida de la integridad del circuito de arranque remoto debe hacer sonar la alarma audible y visual de falla en el generador y la alarma remota, y arrancar el generador.

Los conductores de control deben estar protegidos para resistir daños potenciales debidos al fuego o a una falla estructural. Se permitirá que pasen a través de edificios utilizando uno de los siguientes métodos:

- (1) Estar recubiertos en 5.0 centímetros de concreto cuando menos.
- (2) Constituir un sistema de protección al circuito con clasificación nominal de resistencia al fuego de 2 horas y dedicado al circuito o circuitos de la bomba contra incendios.
- (3) Ser un sistema de protección del circuito eléctrico con clasificación nominal de resistencia al fuego de 2 horas. La instalación debe cumplir con cualquier restricción dada en la lista utilizada de circuitos eléctricos para sistemas de protección.

695-15. Protección contra sobretensiones. Una protección para dispositivos aprobada contra sobretensiones se debe instalar dentro o sobre el controlador de la bomba contra incendios.

CAPÍTULO 7

CONDICIONES ESPECIALES

ARTÍCULO 700

SISTEMAS DE EMERGENCIA

Parte A. Generalidades

700-1. Alcance. Este Artículo aplica a la seguridad eléctrica de la instalación, para la operación y mantenimiento de los sistemas de emergencia constituidos por circuitos y equipos, destinados para alimentar,

distribuir y controlar la energía eléctrica para iluminación o fuerza, o ambos, cuando se interrumpe el suministro eléctrico normal de energía eléctrica.

NOTA: Para más información sobre el alambrado e instalación de sistemas de emergencia en instituciones para el cuidado de la salud, ver el Artículo 517.

700-2. Definiciones.

Interruptor de transferencia del circuito derivado de alumbrado de emergencia. Dispositivo conectado en el lado de carga de un dispositivo de protección contra sobrecorriente de un circuito derivado que transfiere solamente las cargas de alumbrado de emergencia del suministro normal a un suministro de emergencia.

Relevador, Control Automático de Carga. Dispositivo utilizado para configurar equipos de iluminación de emergencia normalmente atenuados o normalmente apagados en los niveles de iluminación de plena potencia en caso de la pérdida de la alimentación normal mediante la derivación de los controles de atenuación/conmutación y para regresar el equipo de iluminación de emergencia a la condición normal cuando el dispositivo percibe que se ha restablecido la alimentación normal.

Sistemas de Emergencia. Son aquellos sistemas legalmente requeridos y clasificados como de emergencia por las autoridades competentes. Estos sistemas están destinados para suministrar iluminación, fuerza o ambos, a equipos y áreas designadas en el evento de que falle el suministro normal o en el caso de un accidente en elementos del sistema previsto para suministrar de manera automática, distribuir y controlar la iluminación y fuerza esenciales para la seguridad de la vida humana.

NOTA: Los sistemas de emergencia se instalan generalmente en lugares de reunión en los que se necesita iluminación artificial para la evacuación segura y control del pánico en edificios ocupados por un gran número de personas, como hoteles, teatros, instalaciones deportivas, instituciones para el cuidado de la salud e instituciones similares. Los sistemas de emergencia también pueden suministrar energía para funciones como ventilación cuando sea esencial para mantener la vida, sistemas de detección de fuego y alarma contra incendios, ascensores, bombas contra incendios, sistemas públicos de comunicación de seguridad, procesos industriales donde una interrupción del suministro podría producir serios peligros para la vida o riesgos para la salud, y funciones similares.

700-3. Pruebas y mantenimiento.

a) Dirigir o presenciar las pruebas. La autoridad competente debe dirigir o presenciar las pruebas de los sistemas de emergencia completos, una vez instalados y después periódicamente.

b) Pruebas periódicas. Los sistemas de emergencia deben probarse periódicamente bajo un programa, para asegurar que el sistema se mantiene en condiciones de funcionamiento apropiadas.

c) Mantenimiento. Los equipos del sistema de emergencia deben ser mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante y las normas de la industria.

d) Registro escrito. Se debe llevar un registro o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento efectuados.

e) Pruebas con carga. Se deben instalar medios para probar todos los sistemas de fuerza y de alumbrado de emergencia en las condiciones de carga máxima prevista.

f) Fuente de alimentación temporal por mantenimiento o reparación de la fuente alterna de energía. Si el sistema de emergencia depende de una sola fuente de energía alterna, que estará indisponible por mantenimiento o reparación, el sistema de emergencia deberá incluir medios de conmutación permanentes para conectar una fuente alterna de energía portátil o temporal que deberá estar disponible por el tiempo que dure el mantenimiento o reparación. Los medios de conmutación permanentes para conectar una fuente alterna de energía portátil o temporal deberán cumplir con lo siguiente:

(1) La conexión de una fuente alterna de energía temporal o portátil no requerirá de modificación del sistema de cableado permanente.

(2) La transferencia de potencia entre la fuente de energía normal y la fuente de emergencia deberá ser de acuerdo con la sección 700-12.

(3) El punto de conexión para la fuente de energía portátil o temporal deberá estar marcada con la secuencia de fases y los requisitos del sistema de puesta a tierra.

(4) Un bloqueo eléctrico o mecánico deberá prevenir la interconexión inadvertida de las fuentes de energía.

(5) Los medios de conmutación deberán incluir un punto de contacto que anunciará en un lugar remoto del generador o a otro sistema de monitoreo de la instalación para indicar que fuente de emergencia permanente está desconectada del sistema de emergencia.

Se permitirá utilizar la conmutación manual para cambiar de la fuente permanente de energía a la fuente alterna portátil o temporal y utilizar los medios de conmutación para la conexión de un banco de carga temporal.

NOTA: Hay muchas maneras posibles para cumplir los requisitos de la sección 700-3(f). Ver figura 700-3(f) como ejemplo.

Excepción: Los medios de conmutación permanentes para conectar una fuente alterna de energía portátil o temporal, para la duración del mantenimiento o reparación, no se requerirán cuando exista cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) Todos los procesos que dependen de la fuente del sistema de emergencia son capaces de estar parados durante el mantenimiento o reparación de la fuente de energía de emergencia.

(2) El edificio o estructura están desocupados y los sistemas de extinción de fuego están funcionando cabalmente y no requieren una fuente alterna de energía.

(3) Otros medios temporales pueden ser sustituidos por el sistema de emergencia.

(4) Una fuente alterna permanente de emergencia, tal como, pero no limitada a; un segundo generador en sitio en *standby* o una conexión separada con la empresa de servicio público, capaz de soportar la salida del sistema de emergencia.

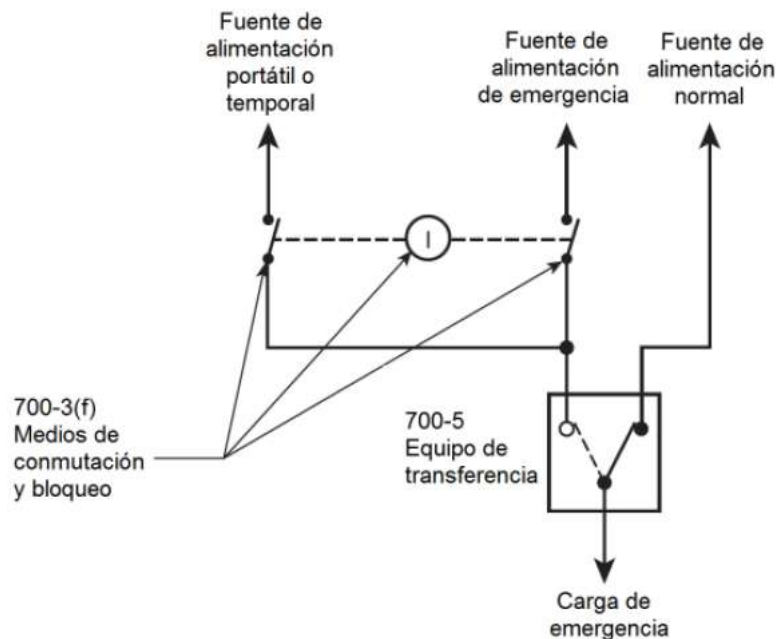


Figura 700-3(f)

700-4. Capacidad.

a) Capacidad y valor nominal. Un sistema de emergencia debe tener la capacidad y valor nominal adecuados para todas las cargas que puedan funcionar simultáneamente todas las cargas conectadas simultáneamente. Los equipos de los sistemas de emergencia deben ser adecuados para la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

b) Distribución selectiva de carga, desconexión de carga y limitar los picos de carga. Se permitirá que la fuente alternativa de alimentación alimente cargas de sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente requeridos y sistemas de reserva opcionales, cuando la fuente tenga la capacidad adecuada o cuando se proporcione una distribución selectiva de carga y tirar carga automáticamente, de la forma necesaria para garantizar alimentación adecuada para (1) los circuitos de emergencia, (2) los circuitos de reserva legalmente requeridos, (3) los circuitos de reserva opcionales, en este orden de prioridad. Siempre que se cumplan las condiciones anteriores, se permitirá utilizar la fuente alternativa de alimentación para la atenuación de los picos de carga.

La operación del generador de emergencia para limitar los picos de carga se aceptará para satisfacer las pruebas requeridas en 700-3, siempre que se cumplan todas las demás disposiciones de 700-3(b).

700-5. Equipo de transferencia.

a) Generalidades. El equipo de transferencia, incluidos los interruptores de transferencia, debe ser automático, estar identificado para uso en emergencia y aprobado. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que prevenga la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de emergencia al realizar cualquier operación del equipo de transferencia. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para permitir que funcionen en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir con los requisitos del Artículo 705.

b) Desconectores de desviación. Se permite el uso de medios para conectar en desviación y aislar físicamente el equipo de transferencia. Cuando se utilicen desconectores de aislamiento para hacer las derivaciones, debe evitarse el funcionamiento inadvertido en paralelo.

c) Interruptores de transferencia automática. Los interruptores de transferencia automática deben ser operados eléctricamente y retenerse mecánicamente. Los interruptores de transferencia automática deben estar aprobados para uso en sistemas de emergencia.

d) Uso. El equipo de transferencia debe alimentar sólo cargas de emergencia.

e) Documentación. Se deben marcar, en el exterior del equipo de transferencia, los valores de la corriente de corto circuito del equipo de transferencia, basados en el tipo de dispositivo de protección de sobrecorriente y los ajustes del equipo de transferencia.

700-6. Señalización. Siempre que sea posible, se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los propósitos descritos en (a) hasta (d).

a) Avería. Para indicar una avería de la alimentación de emergencia.

b) Conducción de carga. Para indicar que la batería está llevando carga.

c) No funciona. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

d) Falla a tierra. Para indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia en estrella, puestos a tierra sólidamente, de más de 150 volts a tierra y con dispositivos de protección de circuito para corriente nominal de 1000 amperes o más. El sensor para los dispositivos de señalización de fallas a tierra debe estar ubicado en el o delante del medio de desconexión del sistema principal para la fuente de emergencia y el máximo ajuste de los dispositivos de señalización debe ser para una corriente de falla a tierra de 1200 amperes. Las instrucciones sobre las acciones que deben tomarse en caso de producirse una falla a tierra se deben ubicar en el sensor o lo más cerca posible de él.

Para sistemas con varias fuentes de emergencia conectadas en paralelo a un bus, se permite que el sensor de falla a tierra pueda estar en lugar alterno.

700-7. Avisos

a) Fuentes de emergencia. Debe colocarse un aviso en el equipo de entrada de la acometida, que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de emergencia.

Excepción: No se exigirá instalar un aviso cuando sólo haya una fuente de emergencia, como se indica en 700-12(f).

b) Puesta a tierra. Cuando el retiro de una conexión puesta a tierra o de unión del equipo de la fuente de alimentación normal, interrumpa la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra del sistema con el conductor puesto a tierra del sistema de alimentación alterna, se debe colocar una señal de advertencia sobre el equipo de la fuente de alimentación normal que diga:

PRECAUCIÓN

**EXISTE PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA SI EL CONDUCTOR DE
PUESTA A TIERRA O LA CONEXIÓN DE UNIÓN EN ESTE EQUIPO ES RETIRADA,
MIENTRAS LA FUENTE ALTERNA ESTA ENERGIZADA**

700-8. Protección contra sobretensión. Debe instalarse unSSTT dentro o sobre todos los tableros de los sistemas de emergencia.

Parte B. Alambrado de circuitos

700-10. Alambrado del sistema de emergencia.

a) Identificación. Los circuitos de emergencia deben estar permanentemente marcados para que sean fácilmente identificables como un componente de un circuito de emergencia o sistema por alguno de los siguientes métodos:

(1) Todas las cajas y envoltentes de los circuitos de emergencia (incluyendo los interruptores de transferencia, generadores y tableros de fuerza) deben estar marcadas permanentemente de modo que sean fácilmente identificados como un componente de un sistema o circuito de emergencia.

(2) Cuando no hay cajas o envoltentes, los cables expuestos o los sistemas de canalizaciones deben estar permanentemente marcados para que sean identificados como un componente de un circuito de emergencia o sistema, a intervalos no mayores a 7.5 m.

Los contactos alimentados por el sistema de emergencia deben tener un color distinto o estar marcados en la cubierta del contacto.

b) Alambrado. Se permitirá que el alambrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados desde la misma fuente esté en la misma canalización, cable, caja o gabinete. El alambrado que se origina desde una alimentación de emergencia o desde la protección contra sobrecorriente de la fuente del sistema de distribución de emergencia hasta las cargas de emergencia debe mantenerse totalmente independiente de cualquier otro alambrado y equipo, a menos que se permita otra cosa en los incisos (1) hasta (5) siguientes:

- (1) Alambrado proveniente de la fuente de alimentación normal ubicada en los envoltentes del equipo de transferencia.
- (2) Alambrado alimentado desde dos fuentes, en luminarias en las salidas o de emergencia.
- (3) Alambrado desde dos fuentes en un relevador de control de carga aprobado, suministrando energía a luminarias de salidas o de emergencia, o en una caja de empalme común, unida a las luminarias en las salidas o de emergencia.
- (4) Alambrado dentro de una caja de empalme común unido a un equipo unitario, que contenga únicamente el circuito derivado que alimenta ese equipo y el circuito de emergencia alimentado por el mismo equipo.
- (5) Alambrado proveniente de una fuente de emergencia para alimentar cargas de emergencia, y otras cargas (de no emergencia), de acuerdo con (a) hasta (d) siguientes:
 - a. Deben usarse secciones verticales separadas del equipo del tablero de distribución o secciones verticales separadas del tablero de distribución, con o sin una barra colectora común, o desconectores individuales montados en envoltentes separados para la separación de las cargas de emergencia de todas las otras cargas.
 - b. Se permitirá que la barra conductora común de las secciones separadas del tablero de distribución, de las secciones separadas del tablero de distribución, o los envoltentes individuales sean cualquiera de los siguientes:
 - i) Alimentados por uno o por múltiples alimentadores sin protección contra sobrecorriente en la fuente.
 - ii) Alimentados por uno o por múltiples alimentadores con protección contra sobrecorriente, siempre que la protección contra sobrecorriente que es común en un sistema de emergencia y en cualquier sistema de no emergencia sea selectivamente coordinada con el siguiente dispositivo en sentido descendente en el (los) sistema(s) de no emergencia.

Para mayor información ver figuras 700-10(b)(5)(b)(1) y 700-10(b)(5)(b)(2)

- c. Los circuitos de emergencia no se deben originar en la misma sección vertical del equipo del tablero de distribución, sección vertical del tablero de distribución, envoltorio del panel de distribución o envoltorio del desconector individual como otros circuitos.
- d. Se permitirá que se utilice un solo alimentador o alimentadores múltiples para alimentar a equipos de distribución entre una fuente de emergencia y el punto donde las cargas de emergencia están separadas del resto de las cargas.



Figura 700-10(b)(5)(b)(1).- Alimentadores simples o múltiples sin protección contra sobrecorriente

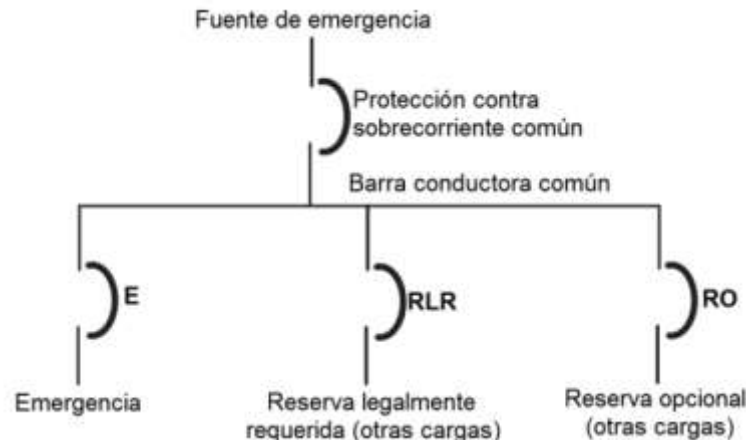


Figure 700-10(b)(5)(b)(2).- Alimentadores simples o múltiples con protección contra sobrecorriente

c) Diseño y ubicación del alambrado. Los circuitos del alambrado de emergencia se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de falla por inundaciones, incendios, temblores, vandalismo y otras condiciones adversas.

d) Protección contra incendios. Los sistemas de emergencia deben cumplir los requisitos adicionales de (d)(1) a (d)(3) siguientes en:

- (1) Lugares para reuniones en los que pueda haber más de 1000 personas,
- (2) En edificios de más de 23 metros de altura:
- (3) Lugares de atención a la salud donde las personas no sean autosuficientes,
- (4) Lugares educativos con no más de 300 ocupantes.

1) Alambrado del circuito del alimentador. El alambrado del circuito del alimentador debe cumplir con una de las siguientes condiciones:

- (a) El cable o las canalizaciones deben estar instalados en espacios o áreas totalmente protegidas por sistemas automáticos de extinción de incendios.
- (b) El cable o las canalizaciones están protegidas por un sistema aprobado de protección del circuito eléctrico, con una clasificación nominal de resistencia al fuego de mínimo 2 horas.
- (c) El cable o las canalizaciones es un sistema de cables resistentes al fuego.

- (d) El cable o las canalizaciones están protegido por un ensamble resistente al fuego, cuya clasificación mínima de resistencia al fuego sea de 2 horas y contenga solamente circuitos de emergencia.
- (e) El cable o las canalizaciones están empotrados con un mínimo en 5 centímetros de concreto.

2) Equipo del circuito alimentador. El equipo para el circuito alimentador (incluidos los desconectores de transferencia, transformadores, tableros de distribución, y similares) debe instalarse en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos de extinción de incendios (incluyendo rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, entre otros) o en espacios con clasificación nominal de resistencia al fuego de 2 horas.

3) Alambrado de control del generador. Los conductores de control instalados entre el equipo de transferencia y el generador de emergencia se deben mantener totalmente independientes del otro alambrado y deben cumplir las condiciones de 700-10 (d)(1). Se debe monitorear continuamente la integridad del alambrado de control del generador. La pérdida de la integridad de los circuitos de arranque remotos debe accionar una alarma visual y audible de falla en el generador en la alarma local y remota.

Parte C. Fuentes de alimentación

700-12. Requisitos generales. El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado, la energía de emergencia o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que, en todo caso, no debe exceder de 10 segundos. El sistema de suministro para fines de emergencia, adicional a los servicios normales del inmueble, puede comprender uno o más de los tipos señalados en los incisos (a) hasta (e) siguientes. El equipo autocontenido que esté de acuerdo con lo indicado en 700-12 (f), debe cumplir con los requisitos aplicables de este Artículo.

Para seleccionar una fuente de alimentación de emergencia, hay que tener en cuenta el tipo de ocupación y el tipo de servicio que debe prestar. Por ejemplo, si es de corta duración, como la evacuación de los espectadores de un teatro, o de larga duración, como suministrar energía y alumbrado de emergencia durante un periodo indefinido de tiempo debido a una falla de la alimentación eléctrica, producida dentro o fuera del edificio.

Los equipos se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que podrían causar fallas totales de los mismos, debidos a inundaciones, incendios, temblores o vandalismo.

los equipos de las fuentes de alimentación, tal como se describen en (a) hasta (e) siguientes deben estar instalados en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos aprobados de extinción de incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, etc.) o en espacios con una clasificación nominal de resistencia al fuego de una hora

En lugares para reuniones en los que pueda haber:

- 1) más de 1000 personas,
- 2) en edificios que tengan más de 23 metros de altura con cualquiera de las siguientes clases de utilización: para reuniones, educación, comercio, negocios, residencia, centros de detención y correccionales;
- 3) Lugares de atención a la salud donde las personas no son autosuficientes,
- 4) Lugares educacionales con más de 300 ocupantes

NOTA: La asignación del grado de confiabilidad de un sistema reconocido de alimentación de emergencia dependerá de la evaluación cuidadosa de las variables de cada instalación en particular.

a) Baterías de acumuladores. Las baterías de acumuladores que se utilicen como una fuente de alimentación para sistemas de emergencia deben ser de un valor nominal y capacidad adecuados para alimentar y mantener la carga total durante 1½ horas como mínimo, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo del 87.5 por ciento de la tensión normal. No se permite el uso de baterías para automóvil.

La instalación debe contar con un medio de carga automática de las baterías.

b) Grupo motor – generador.

1) Accionado por fuente primaria de energía (motor). Para un grupo motor - generador accionado por una fuente primaria de energía y dimensionado de acuerdo con 700-4, se deben instalar medios para arrancar automáticamente el grupo motor – generador cuando se presente una falla del servicio normal y, al mismo tiempo, para la transferencia automática y funcionamiento de todos los circuitos eléctricos requeridos. Cuando se restablezca el suministro normal, se debe permitir un retardo de tiempo de 15 minutos antes de retransferir la carga al suministro normal, para evitar hacerlo sin tener la seguridad de que el suministro ya es regular.

2) Motores de combustión interna como fuente primaria de energía. Cuando se empleen máquinas de combustión interna como fuente primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo inmueble, suficiente para el funcionamiento del sistema a plena carga durante 2 horas como mínimo. Cuando se requiera alimentación eléctrica para el funcionamiento de las bombas de transferencia de combustible con el fin de suministrar combustible al tanque de uso diario del grupo motor-generador, dicha bomba debe conectarse al sistema de alimentación de emergencia.

3) Alimentación doble. Las fuentes primarias no deben depender exclusivamente de las redes públicas de suministro de gas para su provisión de combustible, ni de la red municipal de agua para sus sistemas de refrigeración. Si se utilizan dos sistemas de alimentación de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro.

Excepción: Se permitirá el uso de combustibles que no estén en sitio, cuando exista poca probabilidad de una falla simultánea del sistema de entrega de combustible fuera del sitio y del suministro de electricidad externa.

4) Alimentación por baterías y compuertas. Cuando se utilicen baterías de acumuladores para los circuitos de control o de señalización o como medios de arranque del motor primario, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador. Cuando se requiera un cargador de baterías para el funcionamiento de un grupo motor - generador, dicho cargador se debe conectar al sistema de emergencia. Cuando se requiera energía para el funcionamiento de las compuertas empleadas en la ventilación del grupo motor - generador, dichas compuertas deben conectarse al sistema de emergencia.

5) Fuente auxiliar de alimentación. Se permitirán grupos generadores que necesiten más de 10 segundos para generar potencia, siempre que se instale una fuente auxiliar de alimentación, que energice el sistema de emergencia hasta que el generador pueda tomar la carga.

6) Grupos generadores exteriores. No se exigirá un medio de desconexión adicional cuando un grupo motor - generador alojado en el exterior del edificio, esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible de acuerdo con lo establecido en la sección 445-18 y esté ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, cuando los conductores de alimentación del generador terminen en un medio de desconexión situado en o sobre un edificio o estructura. El medio de desconexión debe cumplir los requisitos de 225-36.

Excepción: Para instalaciones donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado vigilará y dará mantenimiento a las instalaciones y donde haya procedimientos escritos para ejecutar la desconexión, los medios de desconexión del grupo motor - generador no requieren estar ubicados a la vista del edificio o estructura servida.

c) Sistemas de alimentación ininterrumpida. Los sistemas de alimentación ininterrumpida que se utilicen para alimentar los sistemas de emergencia deben cumplir las disposiciones aplicables de (a) y (b) de este Artículo.

d) Acometida separada. Cuando lo acepte la empresa suministradora se permitirá instalar una acometida adicional. Esta acometida debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 230 y los siguientes requisitos adicionales:

- (1) Deben instalarse conductores de acometida aérea separados, bajadas de acometida, conductores de acometida subterránea o acometidas laterales.
- (2) Los conductores de acometida para la acometida separada deben instalarse suficientemente alejados eléctrica y físicamente de todos los demás conductores de los conductores de la acometida deben estar lo suficientemente alejados de otros conductores de acometida, tanto física como eléctricamente, para reducir al mínimo la posibilidad de interrupción simultánea de la alimentación.

e) Sistema de celdas de combustible. Los sistemas de celdas de combustible usados como una fuente de alimentación para sistemas de emergencia deben tener clasificación y capacidad adecuadas para alimentar y mantener en funcionamiento la carga total durante dos horas como mínimo de operación a plena carga.

La instalación de un sistema de celdas de combustible debe cumplir con los requisitos de las Partes B hasta H del Artículo 692.

Cuando un solo sistema de celdas de combustible sirve como alimentación normal para el edificio o grupo de edificios involucrados, no debe servir como fuente única de alimentación para el sistema de reserva de emergencia.

f) Equipos unitarios.

1) Componentes de equipos unitarios. Los equipos unitarios individuales para iluminación de emergencia deben consistir en:

- (1) Una batería recargable.
- (2) Un cargador de baterías.
- (3) Una o más lámparas montadas en el equipo, o que tenga terminales para lámparas remotas, o ambas.
- (4) Un relevador para energizar automáticamente las lámparas, al fallar el suministro normal al equipo autocontenido.

2) Instalación de equipos unitarios. Los equipos autocontenidos deben instalarse de acuerdo con lo siguiente:

(1) Las baterías deben tener clasificación y capacidad adecuadas para alimentar y mantener en funcionamiento la carga total de las lámparas asociadas con la unidad durante un mínimo de 1.5 horas sin que la tensión caiga debajo del 87.5 por ciento de su valor nominal o el equipo unitario debe ser capaz de alimentar y mantener en funcionamiento a cuando menos el 60 por ciento del alumbrado inicial de emergencia durante 1½ horas como mínimo. Las baterías de acumuladores, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia.

(2) Los equipos unitarios deben estar fijos permanentemente en su lugar (es decir, no pueden ser portátiles) y todo el alambrado que vaya hasta cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3. Se permitirá conectar los equipos mediante cordón flexible y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 90 centímetros de longitud.

(3) El circuito derivado que alimenta a los equipos unitarios debe ser el mismo que alimenta al alumbrado normal en el área y debe estar conectado delante de cualquier interruptor local.

Excepción: En un área separada y sin divisiones que tenga como mínimo tres circuitos de alumbrado normal, que no sean parte de un circuito derivado multiconductor, se permitirá instalar un circuito derivado separado para equipos autocontenidos, siempre que se origine en el mismo panel de distribución que los circuitos normales de alumbrado y que tenga un dispositivo de bloqueo en su posición de encendido ("on").

(4) En el panel de distribución se debe identificar claramente el circuito derivado que alimenta al equipo autocontenido.

(5) Las luminarias de emergencia que se alimenten de un equipo autocontenido pero que no formen parte de este, deben estar alambradas a dicho equipo como se exige en 700-10 y con uno de los métodos de alambrado del Capítulo 3.

(6) Se permite que las luminarias remotas que proporcionan iluminación en el exterior de una puerta de salida sean alimentadas desde un equipo unitario que esté sirviendo el área inmediatamente adentro de la puerta de salida.

Parte D. Circuitos de sistemas de emergencia para alumbrado y fuerza

700-15. Cargas en circuitos derivados de emergencia. A los circuitos de alumbrado de emergencia no deben conectarse aparatos eléctricos ni lámparas que no sean los especificados como necesarios para su utilización en estos servicios.

700-16. Alumbrado de emergencia. La iluminación de emergencia debe incluir los medios requeridos para señalar las salidas, las luces indicadoras de las salidas y todas las demás luminarias especificadas como necesarias para proporcionar la iluminación requerida.

Los sistemas de alumbrado de emergencia deben estar diseñados e instalados de modo que la falla de un elemento cualquiera del alumbrado, como una lámpara fundida, no deje en completa oscuridad los espacios que requieran iluminación de emergencia.

Cuando el único medio de iluminación normal consista solamente en alumbrado de descarga de alta intensidad, como el de vapor de sodio o mercurio de alta y baja presión o las de halógenos metálicos, se

requerirá que el sistema de alumbrado de emergencia funcione hasta que se restablezca totalmente la iluminación normal.

Donde se instale un sistema de emergencia, debe suministrarse iluminación de emergencia en el área del medio de desconexión requerido en las secciones 225-31 y 230-70, según aplique, cuando los medios de desconexión estén instalados en espacios interiores.

Excepción: Se permitirán medios alternativos que aseguren que se mantenga el nivel de iluminación del alumbrado de emergencia.

700-17. Circuitos derivados para alumbrado de emergencia. Los circuitos derivados que alimentan el alumbrado de emergencia se deben instalar de modo que lleven la alimentación desde una fuente que cumpla los requisitos de 700-12, cuando se interrumpa la alimentación normal para el alumbrado. La instalación se puede hacer con cualquiera de las opciones siguientes:

- (1) Una fuente de alimentación para el alumbrado de emergencia, independiente de la alimentación normal del alumbrado, con dispositivos que permitan transferir automáticamente el alumbrado de emergencia en el caso de falla del circuito derivado normal para alumbrado.
- (2) Dos o más circuitos derivados alimentados de sistemas completos y separados, con fuentes de alimentación independientes. Una de las dos fuentes de alimentación y sistemas deberá ser parte del sistema de emergencia y se permitirá que la otra sea parte de la fuente de alimentación y sistema normal. Cada sistema deberá proveer suficiente potencia para fines de alumbrado de emergencia.

A menos que se utilicen ambos sistemas para el alumbrado regular y se mantengan encendidos simultáneamente, se debe instalar un medio que energice automáticamente cualquiera de los sistemas cuando falle el otro. Si los circuitos de iluminación de emergencia están instalados de acuerdo con las disposiciones generales de otras secciones de este Artículo, se permite que uno o los dos sistemas formen parte del sistema de alumbrado general de la instalación protegida.

700-18. Circuitos para alimentación de emergencia. Los circuitos derivados que alimenten equipo clasificado como de emergencia, deben contar con una fuente de alimentación a la cual pueda transferirse automáticamente la carga de esos equipos cuando falle el suministro normal.

700-19. Circuitos derivados multifilares. El circuito derivado que alimenta los circuitos de alimentación de emergencia no debe ser parte de un circuito derivado multiconductor.

Parte E. Control - Circuitos de alumbrado de emergencia

700-20. Requisitos de los interruptores. El interruptor o interruptores instalados en los circuitos de alumbrado de emergencia deben estar dispuestos de modo que sólo personas autorizadas tengan control del alumbrado de emergencia.

Excepción 1: Cuando hay dos o más interruptores de una vía estén conectados en paralelo para controlar un solo circuito, al menos uno de ellos debe ser accesible solo a las personas autorizadas.

Excepción 2: Se permitirá instalar interruptores adicionales que sirvan para encender el alumbrado de emergencia, pero no para apagarlo.

No deben instalarse interruptores conectados en serie ni de 3 ó 4 vías.

700-21. Ubicación de los interruptores. Todos los interruptores manuales que controlen circuitos de emergencia deben ubicarse en lugares accesibles a las personas autorizadas responsables de su control. En lugares cubiertos por los Artículos 518 y 520 debe haber un interruptor para el control de los sistemas de alumbrado de emergencia instalado en el vestíbulo o en otro lugar fácilmente accesible desde el mismo.

En ningún caso los interruptores de control para el alumbrado de emergencia de un cine, teatro o lugar de reunión se deben instalar en la cabina de proyección, ni en el escenario ni en el estrado.

Excepción: Cuando se instalen múltiples interruptores, se permitirá que uno de ellos esté en dichos lugares, instalado de modo que permita energizar únicamente el circuito, pero que no lo pueda desenergizar.

700-22. Luces exteriores. Se permitirá que las luces del exterior de un edificio, que no sean necesarias para iluminación cuando existe suficiente luz del día, se puedan controlar mediante un dispositivo automático accionado por la luz.

700-23. Sistemas con regulador de intensidad y de relevadores. Se permitirá utilizar como dispositivo de control para energizar circuitos de alumbrado de emergencia un sistema de regulación de intensidad o de relevadores que tenga más de uno de estos reguladores o relevadores y esté aprobado para uso en sistemas de emergencia. Inmediatamente después de la falla de la alimentación normal, se permitirá que el sistema de

regulación de intensidad energice de manera selectiva únicamente aquellos circuitos derivados exigidos para proporcionar la iluminación mínima de emergencia. Todos los circuitos derivados alimentados por el del sistema de regulación de intensidad o de relevadores deben cumplir con los métodos de alambrado de este Artículo 700.

700-24. Luminarias controladas de manera directa. Cuando la iluminación de emergencia contenga una o más luminarias controladas de manera directa y que respondan a una entrada de control externa para crear una derivación del control normal ante la pérdida de la energía normal, dichas luminarias y controles de derivación externos, deben individualmente estar aprobados para uso en sistemas de emergencia.

700-25. Interruptor de transferencia del circuito derivado de alumbrado de emergencia. Las cargas de la iluminación de emergencia no superiores a 20 A podrán ser transferidas desde el circuito derivado del servicio normal a un circuito de emergencia por medio de un interruptor identificado para tal efecto. Lo establecido en 700-5 (c) no aplica para este tipo de interruptores.

700-26. Relevador de Control Automático de Carga. Si una carga de alumbrado de emergencia es automáticamente energizada al perderse el suministro normal, se permitirá que un relevador de control automático de carga energice la carga. El relevador de control automático de carga no deberá ser utilizado como un equipo de transferencia.

Parte F. Protección contra sobrecorriente

700-30. Accesibilidad. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado en circuitos de emergencia debe ser accesible únicamente a personas calificadas.

700-31. Protección del equipo contra fallas a tierra. No se exigirá que la fuente alterna de alimentación de los sistemas de emergencia tenga protección del equipo contra fallas a tierra con un medio automático de desconexión. La indicación de falla a tierra de la fuente de emergencia se debe instalar según lo establecido en 700-6(d) si no se brinda protección contra fallas a tierra para los equipos con medios de desconexión automáticos.

700-32. Coordinación selectiva. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema o sistemas de emergencia deben estar coordinados selectivamente con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado de la alimentación.

La coordinación selectiva debe realizarse por un ingeniero profesional certificado o cualquier otra persona debidamente calificada en diseño, instalación o mantenimiento de sistemas eléctricos. El estudio de la coordinación selectiva debe estar documentado y disponible para el personal encargado de la supervisión, mantenimiento y funcionamiento del sistema.

Excepción: No se exigirá coordinación selectiva entre dos dispositivos de sobrecorriente en serie si no hay cargas conectadas en paralelo con el dispositivo más alejado de la fuente.

ARTÍCULO 701

SISTEMAS DE RESERVA LEGALMENTE REQUERIDOS

Parte A. Generalidades

701-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de reserva legalmente requeridos, constituidos por circuitos y equipos destinados a alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para las instalaciones requeridas de alumbrado, fuerza o ambas, cuando es interrumpido el suministro normal de energía eléctrica.

Los sistemas a que se refiere este Artículo son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, en su totalidad, incluida la fuente de alimentación.

701-2. Definición.

Sistemas de reserva legalmente requeridos. Los sistemas de reserva legalmente requeridos son aquellos sistemas requeridos y clasificados por leyes municipales, estatales, departamentales o nacionales o por otras regulaciones o por otro organismo gubernamental competente. Estos sistemas tienen por objeto suministrar automáticamente energía de alimentación a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como de emergencia), en el caso de falla del suministro normal.

NOTA: Los sistemas de reserva legalmente requeridos son los que se instalan normalmente para servir a cargas, como sistemas de calefacción y refrigeración, comunicaciones, ventilación y extracción de humos, eliminación de residuos, instalaciones de alumbrado y de procesos industriales que, si se detienen debido a la

interrupción del suministro eléctrico normal, pueden crear riesgos u obstaculizar las operaciones de rescate o extinción de incendios.

701-3. Pruebas y mantenimiento

a) Realización o verificación de la prueba. Debe realizarse o verificarse una prueba del sistema completo al instalarse.

b) Pruebas periódicas. Los sistemas de reserva legalmente requeridos se deben probar periódicamente, bajo un programa y de modo que resulten aceptables a la autoridad competente, para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.

c) Mantenimiento. Los equipos del sistema de emergencia deben ser mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante y las normas de la industria.

d) Registro escrito o bitácora. Debe mantenerse un registro escrito o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento.

e) Pruebas bajo carga. Deben proveerse los medios que permitan probar bajo carga todos los sistemas de reserva legalmente requeridos.

701-4. Capacidad y valor nominal. Un sistema de reserva legalmente requerido debe tener la capacidad y el valor nominal adecuados para la alimentación de todo el equipo proyectado para funcionar simultáneamente. Los equipos de los sistemas de reserva legalmente requeridos deben poder soportar la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

Se permite que la fuente alterna de energía alimente tanto a los sistemas de reserva legalmente requeridos como a las cargas de sistemas de reserva opcionales, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (3) Cuando la fuente alterna tenga la capacidad adecuada para alimentar todas las cargas conectadas.
- (4) Cuando se provea de una conexión selectiva automática de carga y de tirar carga, para asegurar la alimentación adecuada de los circuitos de reserva legalmente requeridos.

701-5. Equipo de transferencia.

a) Generalidades. El equipo de transferencia, incluidos los interruptores automáticos de transferencia, debe ser automático y estar identificado para usarlo como equipo de reserva. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que prevenga la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de reserva al hacer cualquier operación del equipo de transferencia. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para permitir su funcionamiento en paralelo con la alimentación normal deben cumplir con los requisitos del Artículo 705.

b) Desconectores de desviación. Se permitirá un medio para conectar en desviación y aislar físicamente el interruptor de transferencia. Si se emplean desconectores de desviación, se debe evitar la operación accidental en paralelo.

c) Interruptores de transferencia automática. Los interruptores de transferencia automática deben ser operados eléctricamente y retenerse mecánicamente. Los interruptores de transferencia automática deben estar aprobados para su uso en sistemas de emergencia legalmente requeridos.

d) Documentación. La corriente de corto circuito del equipo de transferencia, con base en el tipo del dispositivo utilizado para valores de sobrecorriente específicos y los ajustes de protección de los equipos de transferencia, debe ser marcada en el exterior de estos equipos.

701-6. Señalización. Siempre que sea posible deben instalarse dispositivos de señalización audible y visual para los propósitos (a) a (d) siguientes:

a) Avería. Para indicar una avería de la fuente de alimentación de reserva.

b) Con carga. Para indicar que la alimentación de reserva está alimentando la carga.

c) No funciona. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

d) Falla a Tierra. Para indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia legalmente requeridos de más de 150 volts a tierra con conexión estrella sólidamente conectada a tierra y dispositivos de protección de circuito de 1000 amperes o más. El sensor de los dispositivos para indicar una falla a tierra debe estar en, o delante de, los medios principales de desconexión de la fuente de emergencia y el máximo ajuste de los dispositivos de señalización debe ser para una corriente de falla a tierra de 1200 amperes. Se deben colocar en la ubicación del sensor o cerca de él, instrucciones sobre lo que hay que hacer en el caso de presentarse una indicación de falla a tierra.

Se permitirá que el sensor de falla a tierra esté en un lugar alterno para sistemas con múltiples fuentes de emergencia conectadas en paralelo a un bus.

701-7. Anuncios.

a) Reserva obligatoria. En la entrada de la acometida se debe poner un anuncio que indique el tipo y la ubicación de cada una de las fuentes de alimentación de reserva legalmente requeridas en el sitio.

Excepción: No se exigirá instalar anuncios en los equipos autocontenidos individuales, como se especifica en 701-12(g).

b) Puesta a tierra. Cuando se retira una conexión de puesta a tierra o de unión en el equipo de la fuente de alimentación normal y se interrumpe la conexión del conductor puesto a tierra del sistema(s) de alimentación alterno(s), se debe colocar una señal de advertencia sobre el equipo de la fuente de alimentación normal que diga:

PRECAUCIÓN

**EXISTE PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA SI EL CONDUCTOR DE PUESTA
A TIERRA O LA CONEXIÓN DE UNIÓN EN ESTE EQUIPO ES RETIRADA, MIENTRAS
LA FUENTE ALTERNA ESTÁ ENERGIZADA**

Parte B. Alambrado del circuito

701-10. Alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos. Se permitirá que el alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes, junto con otro alambrado general.

Parte C. Fuentes de alimentación

701-12. Requisitos Generales. El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado, la energía de reserva o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que, en todo caso, no debe exceder de 60 segundos. El sistema de suministro para fines de emergencia, adicional a los servicios normales del inmueble, puede comprender uno o más de los tipos señalados en los incisos (a) hasta (f) siguientes. El equipo unitario que esté de acuerdo con lo indicado en 700-12 (f), debe cumplir con los requisitos aplicables de este Artículo.

Al seleccionar una fuente de alimentación de reserva legalmente requerida se debe tener en cuenta el tipo de servicio que haya que prestar, si es de corta o larga duración.

Se debe tener en cuenta el diseño o la ubicación, o ambos, de todos los equipos de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que podrían causar fallas totales de los mismos debidos a inundaciones, incendios, temblores o vandalismo.

NOTA: La asignación del grado de confiabilidad del sistema de alimentación de reserva legalmente requerido dependerá de la evaluación cuidadosa de las variables de cada instalación en particular.

a) Baterías de acumuladores. Las baterías de acumuladores deben tener un valor y una capacidad nominal adecuados para alimentar y mantener operando la carga total durante 1½ horas como mínimo sin que la tensión aplicada a la carga caiga abajo del 87.5 por ciento de la tensión del sistema. No se deberán usar baterías para automóvil.

Se deben proporcionar medios automáticos para la carga de las baterías.

b) Grupo generador

1) Accionado por una fuente primaria de energía (motor). Para un grupo motor - generador accionado por una fuente primaria de energía y dimensionado de acuerdo con 701-4, se deben instalar medios para arrancar automáticamente el grupo motor–generador cuando se presente una falla del servicio normal y, al mismo tiempo, para la transferencia automática y funcionamiento de todos los circuitos eléctricos exigidos. Cuando se restablezca el suministro normal, se debe permitir un retardo de tiempo 15 minutos antes de retransferir la carga al suministro normal, para evitar hacerlo sin tener la seguridad de que el suministro ya es regular.

2) Máquinas de combustión interna como fuente primaria. Cuando se empleen máquinas de combustión interna como fuente primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo inmueble, suficiente para el funcionamiento del sistema a plena carga durante 2 horas como mínimo. Cuando se requiera alimentación eléctrica para el funcionamiento de las bombas de transferencia de combustible con el fin de suministrar combustible al tanque

de uso diario del grupo motor - generador, dicha bomba debe conectarse al sistema de alimentación de respaldo.

3) Suministro doble. Los motores primarios no deben depender exclusivamente de las redes públicas de suministro de gas para su provisión de combustible, ni de la red municipal de agua para sus sistemas de refrigeración. Si se utilizan dos sistemas de alimentación de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro.

Excepción: Se permitirá el uso de combustibles que no estén en sitio, cuando exista poca probabilidad de una falla simultánea del sistema de entrega de combustible fuera del sitio y del suministro de electricidad externa.

4) Alimentación por baterías. Cuando se utilicen baterías de acumuladores para los circuitos de control o de señalización o como el medio de arranque del motor primario, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador.

5) Grupos generadores exteriores. No se exigirá un medio de desconexión adicional cuando un grupo motor - generador alojado en el exterior del edificio, esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible de acuerdo con lo establecido en la sección 445-18 el medio de desconexión esté ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, cuando los conductores de fase alimenten a o pasen a través del edificio o la estructura. El medio de desconexión debe cumplir los requisitos de 225-36.

c) Sistemas de alimentación ininterrumpida. Los sistemas de alimentación ininterrumpida que se utilicen para alimentación de los sistemas de reserva legalmente exigidos deben cumplir las disposiciones aplicables (a) y (b) anteriores.

d) Acometida separada. Cuando lo acepte la empresa suministradora se permitirá instalar una acometida adicional. Esta acometida debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 230 y los siguientes requisitos adicionales:

- (1) Acometida separada aérea o subterránea.
- (2) Con los conductores de la acometida suficientemente alejados eléctrica y físicamente de todos los demás conductores para reducir al mínimo la posibilidad de interrupción simultánea de la alimentación.

e) Conexión antes del medio de desconexión de la acometida. Cuando sea aceptable para la empresa suministradora, deben permitirse conexiones ubicadas delante y no dentro del mismo gabinete, envolvente o sección vertical del equipo del tablero de distribución o sección vertical del tablero de distribución como medio de desconexión de la acometida. La acometida de reserva legalmente requerida debe estar suficientemente separada de los medios de desconexión de la acometida normal, para minimizar la interrupción simultánea del suministro, debido a una falla dentro del edificio o grupo de edificios afectados.

NOTA: Para mayor información sobre equipo permitido en el lado de alimentación de los medios de desconexión de la acometida, véase 230-82.

f) Sistema de celdas de combustible. Los sistemas de celdas de combustible usados como una fuente de alimentación para sistemas de reserva legalmente requeridos deben tener clasificación y capacidad adecuadas para alimentar y mantener la carga total durante 2 horas como mínimo de operación a plena carga.

La instalación de un sistema de celdas de combustible debe cumplir con los requisitos de las Partes B hasta H del Artículo 692.

Cuando un solo sistema de celdas de combustible sirve como alimentación normal para el edificio o grupo de edificios involucrados, no debe servir como fuente única de alimentación para el sistema de reserva legalmente requerido.

g) Equipos unitarios. Los equipos unitarios para la iluminación de reserva legalmente requerida deben constar de:

- (1) Una batería recargable.
- (2) Un medio para cargar la batería.
- (3) Instalaciones para una o más lámparas montadas en el equipo, y se permitirá que tenga terminales para lámparas remotas.
- (4) Un relevador que energice automáticamente las lámparas en cuanto se interrumpa la alimentación al equipo unitario.

Las baterías deben ser del valor nominal adecuado y capacidad para alimentar y mantener como mínimo una tensión del 87.5 por ciento de la tensión nominal de las mismas, para la carga total de lámparas asociadas con la unidad durante un mínimo de 1½ horas, o el equipo unitario debe ser capaz de alimentar y mantener un mínimo del 60 por ciento de la iluminación inicial de reserva legalmente requerida durante 1½ horas como mínimo. Las baterías de acumuladores, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia.

Los equipos autocontenidos deben estar fijos permanentemente en su lugar (es decir, no pueden ser portátiles) y todo el alambrado que vaya hasta cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3. Se permitirá conectar los equipos mediante cordón flexible y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 90 centímetros de longitud. El circuito derivado que alimenta a los equipos autocontenidos debe ser el mismo que alimenta al alumbrado normal del área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. Las luminarias de reserva legalmente requeridas que se alimenten de un equipo unitario pero que no formen parte de este, deben estar alambradas a dicho equipo mediante uno de los métodos de alambrado del Capítulo 3.

Excepción: En un área separada y continua que tenga como mínimo tres circuitos de alumbrado normal, se permitirá instalar un circuito derivado separado para equipos unitarios, siempre que se origine en el mismo panel de distribución que los circuitos normales de alumbrado y que tenga un mecanismo de bloqueo.

Parte D. Protección contra sobrecorriente

701-25. Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos derivados en circuitos de reserva legalmente requeridos deben ser accesibles sólo a personas calificadas.

701-26. Protección del equipo contra fallas a tierra. No se exigirá que la fuente alterna de alimentación para sistemas de reserva legalmente requeridos tenga protección del equipo contra fallas a tierra con medios de desconexión automáticos. Se deberá proveer de indicadores de falla a tierra al sistema de reserva como se establece en 701-6(d) si no se brinda protección contra fallas a tierra para los equipos con medios de desconexión automáticos.

701-27. Coordinación selectiva. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema o sistemas de reserva legalmente requeridos deben estar coordinados selectivamente con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado del suministro.

Excepción: No se exigirá la coordinación selectiva entre dos dispositivos de sobrecorriente en serie si no hay cargas conectadas en paralelo con el dispositivo más alejado de la fuente.

La coordinación selectiva debe ser hecha por un ingeniero profesional certificado u otra persona calificada, comprometida principalmente con el diseño, instalación o mantenimiento de sistemas eléctricos. La selección debe ser documentada y debe estar disponible para todas aquellas personas autorizadas para el diseño, instalación, inspección, mantenimiento y funcionamiento del sistema.

Excepción: No debe requerirse la coordinación selectiva entre los dos dispositivos de protección contra sobrecorriente localizados en serie si no hay cargas conectadas en paralelo con el dispositivo aguas abajo.

ARTÍCULO 702

SISTEMAS DE RESERVA OPCIONALES

Parte A. Generalidades

702-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación y operación de los sistemas de reserva opcionales.

Los sistemas a los que se refiere este Artículo son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, incluyendo fuentes primarias, y aquellos dispuestos para conexión al sistema de alambrado del inmueble desde una fuente de alimentación alterna portátil.

702-2. Definición.

Sistemas de reserva opcionales. Aquellos sistemas proyectados para alimentar las instalaciones o propiedades públicas o privadas o propiedades donde la seguridad de la vida humana no depende del desempeño del sistema. Estos sistemas tienen por finalidad suministrar energía eléctrica generada en el sitio a cargas seleccionadas, de modo automático o manual.

NOTA: Los sistemas de reserva opcionales se instalan normalmente para ofrecer una fuente alternativa de energía eléctrica a instalaciones como edificios comerciales e industriales, granjas y edificios residenciales para alimentar cargas como sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones y de procesamiento de datos y procesos industriales que, si se detienen debido a un corte del suministro, podrían

causar incomodidades, interrupciones graves de los procesos, daños a los productos o procesos en curso, o situaciones similares.

702-4. Capacidad y valor nominal.

a) Corriente de cortocircuito disponible. El equipo del sistema de reserva opcional debe ser adecuado para la corriente de cortocircuito máxima disponible en sus terminales.

b) Capacidad del sistema. Los cálculos de la carga en la alimentación de reserva se deben hacer de acuerdo con el Artículo 220 o mediante otro método aprobado.

1) Equipo de transferencia manual. Cuando se utiliza un equipo de transferencia manual, el sistema de reserva opcional debe tener la capacidad y valor nominal para alimentar todo el equipo destinado a operar simultáneamente. Se permitirá que el usuario del sistema de reserva opcional seleccione las cargas que quiere conectar al sistema.

2) Equipo de transferencia automática. Cuando se utiliza un equipo de transferencia automática, el sistema de reserva opcional debe cumplir lo indicado en (a) o (b).

- a. Plena carga. La alimentación de reserva debe ser capaz de alimentar la carga total que es transferida por el equipo de transferencia automática.
- b. Administración de la carga. Cuando se utiliza un sistema que administrará automáticamente la carga conectada, la alimentación de reserva debe tener la capacidad suficiente para alimentar la carga máxima que se conectará por medio del sistema de administración de carga.

702-5. Equipo de transferencia. El equipo de transferencia debe ser adecuado para el uso previsto y diseñarse e instalarse para prevenir la conexión inadvertida de las fuentes de alimentación normal y la alterna al realizar cualquier operación. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para operar en paralelo con la alimentación normal deben cumplir los requisitos del Artículo 705.

Se permitirá que el equipo de transferencia, ubicado en el lado de la carga del dispositivo de protección del circuito derivado, tenga protección complementaria contra sobrecorriente con capacidad interruptiva suficiente para soportar la corriente de falla disponible en las terminales del generador. Los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente deben formar parte de un equipo de transferencia aprobado.

Se exigirá un equipo de transferencia para todos los sistemas de reserva sujetos a las disposiciones de este Artículo y para los cuales la alimentación del servicio público es la fuente normal o la de reserva.

Excepción: Se permitirá la conexión temporal de un generador portátil sin equipo de transferencia, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, y donde la alimentación normal esté físicamente separada por un medio de desconexión que se pueda bloquear o mediante la desconexión de los conductores de alimentación normal.

Se deberá marcar en el exterior del equipo de transferencia el valor nominal de la corriente de cortocircuito del equipo de transferencia basado en el tipo de dispositivo específico de protección contra sobrecorriente y la protección del equipo de transferencia.

702-6. Señalización. Siempre que sea posible, se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los siguientes propósitos.

1) Avería. Para indicar una avería de la fuente de alimentación de reserva opcional.

2) Conducción de carga. Para indicar que la alimentación de reserva opcional está alimentando la carga.

Excepción: No se exigirán señalizaciones para las fuentes de alimentación de reserva portátiles.

702-7. Avisos.

a) Reserva. En el equipo de entrada de la acometida se debe colocar un anuncio que indique el tipo y la ubicación de cada fuente de alimentación de reserva en el sitio. No se requiere instalar avisos en los equipos unitarios para alumbrado de reserva.

Excepción: No se exigirá el aviso para los equipos autocontenidos como se especifica en 701-12(g).

b) Puesta a tierra. Cuando se retira una conexión de puesta a tierra o de unión en el equipo de la fuente de alimentación normal interrumpe la conexión del conductor puesto a tierra del sistema(s) de alimentación

alterno(s), se debe colocar una señal de advertencia sobre el equipo de la fuente de alimentación normal que diga:

PRECAUCIÓN

**EXISTE PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA SI EL CONDUCTOR DE
PUESTA A TIERRA O LA CONEXIÓN DE UNIÓN EN ESTE EQUIPO
ES RETIRADA, MIENTRAS LA FUENTE ALTERNA ESTA ENERGIZADA**

c) Toma de corriente. Cuando una toma de corriente se utiliza para conectar de manera temporal un generador portátil, debe colocarse un anuncio de advertencia lo más cerca posible de dicha toma, que indique la capacidad del sistema derivado, basada en el alambrado del equipo de transferencia. El anuncio debe mostrar una de las siguientes advertencias:

ADVERTENCIA

**PARA CONEXIÓN ÚNICAMENTE DE UN SISTEMA DERIVADO SEPARADO
(NEUTRO ATERRIZADO)**

O

ADVERTENCIA

**PARA CONEXIÓN ÚNICAMENTE DE UN SISTEMA DERIVADO NO SEPARADO
(NEUTRO FLOTANTE)**

Parte B. Alambrado

702-10. Alambrado de los sistemas de reserva opcional. Se permitirá que el alambrado del sistema de reserva opcional ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes con otro alambrado general.

702-11. Puesta a tierra de generador portátil.

a) Sistema derivado separado. Cuando una fuente de reserva opcional portátil se utilice como un sistema derivado separado, debe estar puesto a tierra con un electrodo de puesta a tierra de acuerdo con 250-30.

b) Sistema derivado no separado. Cuando una fuente de reserva opcional portátil se utilice como un sistema derivado no separado, el conductor de puesta a tierra de equipos debe estar unido al electrodo de puesta a tierra del sistema.

702-12. Grupos generadores exteriores.

a) Generadores instalados de manera permanente y generadores portátiles de más de 15 kW. No se exigirá un medio de desconexión adicional cuando un grupo motor - generador alojado en el exterior del edificio con un medio de desconexión fácilmente accesible, de acuerdo con lo establecido en la sección 445-18 y el medio de desconexión esté ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada. Cuando los conductores de fase terminen en un medio de desconexión situado en o sobre un edificio o estructura, el medio de desconexión debe cumplir los requisitos de la sección 225-36.

b) Generadores portátiles de 15 kW o menos. Donde un generador portátil, de un valor nominal de 15 kW o menos, se instale mediante el uso de una entrada bridada u otra conexión de tipo de cordón y clavija, no debe requerirse un medio de desconexión donde los conductores no puestos a tierra se utilicen en el edificio o estructura o pasen a través de éstos.

c) Entradas de potencia con valor nominal de 100 amperes o mayor, para generadores portátiles. Los equipos que contengan entradas de energía para conexión de una fuente del generador deben ser adecuadas para el uso. Los sistemas con entradas de potencia deben estar equipados con medios de desconexión interconectados.

Excepción 1: Si el dispositivo de entrada está clasificado como un medio de desconexión.

Excepción 2: En instalaciones industriales supervisadas donde se identifica un espacio permanente para el generador portátil situado dentro de la línea de visión de la entrada de potencia, no se requerirá tener medios de desconexión interconectados ni entradas clasificadas como desconectadores.

ARTÍCULO 705

FUENTES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA INTERCONECTADAS

Parte A. Generalidades

705-1. Alcance. Este Artículo trata de la instalación de una o más fuentes de generación de energía eléctrica que operan en paralelo con una o más fuentes primarias de electricidad.

NOTA: Son ejemplos de tipos de fuentes primarias, las de suministro público o las de generación en el sitio.

705-2. Definiciones.

Circuito de salida del inversor interactivo. Los conductores entre el inversor interactivo y el equipo de acometida u otra fuente de generación de energía eléctrica, tal como la empresa de servicio público, para la red de generación y distribución de energía eléctrica.

Equipo de Producción de Energía. Es la fuente de generación de energía y todo su equipo de distribución asociado, que genera electricidad de una fuente diferente a la de la empresa suministradora.

NOTA: Pueden ser equipos de producción de energía: generadores, sistemas solares fotovoltaicos y sistemas de celdas de combustible.

Dispositivo de interconexión de microrred. Dispositivo que permite separar y reconectar un sistema de microrred de una fuente de energía primaria.

Inversor multimodo. Equipo capaz de operar como inversor interactivo y como inversor autónomo.

Sistema de microrred. Sistema de alambrado de un inmueble que tenga generación, almacenamiento de energía y cargas, o alguna combinación de ellas que incluya la disponibilidad de desconectarse y conectarse en paralelo con la fuente primaria,

705-3. Otros Artículos. Las fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas deben cumplir las disposiciones de este Artículo y también las disposiciones aplicables de los Artículos que se enumeran en la Tabla 705-3.

Tabla 705-3.- Otros artículos

Equipo/sistema	Artículo
Generadores	445
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Sistemas de celdas de combustible	692
Sistemas eléctricos eólicos	694
Sistemas de emergencia	700
Sistemas de reserva legalmente requeridos	701
Sistemas de reserva opcionales	702
Sistemas de almacenamiento de energía	706
Sistemas autónomos	710
Microrredes de corriente continua	712

705-6. Aprobación del equipo. Todo equipo debe estar aprobado para el uso proyectado. Los inversores interactivos para la interconexión a equipos de sistemas interactivos destinados a funcionar en paralelo con el sistema de energía eléctrica incluyendo, pero no limitado a, inversores interactivos, motor-generador, equipos de almacenamiento de energía, y turbinas eólicas deberán ser etiquetados en sitio para el uso previsto del servicio de interconexión.

705-8. Instalación de Sistemas. La instalación de una o más fuentes de producción de energía eléctrica que operen en paralelo con la fuente primaria de electricidad, deberá hacerse solamente por personas calificadas.

705-10. Directorio. En el lugar de instalación de cada equipo de acometida y del sistema de desconexión de cada fuente de generación de energía eléctrica que se pueda interconectar, se debe instalar, de forma permanente, una placa o directorio, que indique la ubicación de todos los medios de desconexión de todas las fuentes de energía eléctrica existentes.

Excepción: Se permite que, en las instalaciones con gran número de fuentes de generación de energía, sean designadas por grupos.

705-12. Punto de conexión. La salida de una fuente de generación de energía eléctrica interconectada se debe conectar tal como se especifica en (a) o (b) siguientes:

a) Lado línea. Se permitirá que una fuente de generación de energía eléctrica esté conectada en el lado fuente del medio de desconexión de la acometida, tal como se permite en 230-82 (6). La suma de las capacidades de todos los dispositivos de sobrecorriente conectados a fuentes de producción de energía no deberá rebasar la capacidad de la acometida.

b) Lado carga. Se permitirá que la salida de una fuente de energía eléctrica interconectada esté conectada en el lado carga del medio de desconexión de la acometida de la otra fuente o fuentes en cualquier equipo de distribución en el inmueble. Cuando el equipo de distribución, incluyendo los tableros de distribución, tableros de potencia y tableros de alumbrado y control esté alimentado simultáneamente por una o varias fuentes primarias de electricidad y otra u otras fuentes de energía, y cuando este equipo de distribución es capaz de alimentar múltiples circuitos derivados o alimentadores, o ambos, las disposiciones para la interconexión de otras fuentes de energía deben cumplir con lo indicado en (1) a (5) siguientes:

1) Desconectador y protección contra sobrecorriente dedicados. Cada interconexión de la fuente de una o más fuentes de energía instaladas en un sistema se debe hacer en un medio de desconexión dedicado con fusibles o de interruptor automático.

2) Valor nominal en amperes del conductor o de la barra colectora. Debe aplicarse un ciento veinticinco por ciento en el cálculo de la corriente del circuito de salida de la fuente de alimentación en el cálculo de la ampacidad de:

(1) Alimentadores. Donde la conexión de salida de la fuente de energía se haga a un alimentador, en un lugar que no sea el extremo opuesto del alimentador del dispositivo contra sobrecorriente de la fuente primaria, esa parte del alimentador del lado de carga de la conexión de salida de la fuente de energía debe estar protegida mediante una de las siguientes opciones:

a. La ampacidad del alimentador no debe ser menor que la suma del dispositivo contra sobrecorriente de la fuente primaria y el 125 por ciento de la corriente del circuito de salida de la fuente de energía.

b. Un dispositivo contra sobrecorriente del lado de carga de la conexión de la fuente de energía debe tener un valor nominal no mayor que el de la ampacidad del alimentador.

(2) Derivaciones. En los sistemas en los que las conexiones de salida de la fuente de energía se hagan en los alimentadores, todas las derivaciones deben ser dimensionadas basándose en la suma del 125 por ciento de la corriente del circuito de salida de la fuente de energía y el valor nominal del dispositivo contra sobrecorriente que protege a los conductores del alimentador, según se calcula en la sección 240-21(b).

(3) Barras colectoras. Debe aplicarse uno de los siguientes métodos para determinar los valores nominales de las barras colectoras de los paneles de distribución.

(a) La suma del 125 por ciento de la corriente del circuito de salida de la fuente de energía y el valor nominal del dispositivo contra sobrecorriente que protege a la barra colectora no debe exceder la ampacidad de la barra colectora.

Nota informativa: Esta regla general presume que no hay limitaciones en la cantidad de cargas o fuentes aplicadas a las barras colectoras o sus ubicaciones.

(b) Donde dos fuentes, una la fuente de energía primaria y la otra fuente de energía, estén ubicadas en los extremos opuestos de una barra colectora que contenga cargas, la suma del 125 por ciento de la corriente del circuito de salida de las fuentes de energía y el valor nominal del dispositivo contra sobrecorriente que protege la barra colectora no debe exceder del 120 por ciento de la ampacidad de la barra colectora. La barra colectora debe estar dimensionada para las cargas conectadas, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 220. Debe haber una etiqueta permanente de advertencia en el equipo de distribución adyacente al interruptor retroalimentado desde el inversor, con el siguiente texto o su equivalente:

ADVERTENCIA:

CONEXIÓN DE SALIDA DE FUENTE DE ENERGÍA;

NO REUBICAR ESTE DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE.

Los anuncios o etiquetas de advertencia deben cumplir con lo establecido en la sección 110-21(b).

(c) La suma de los valores nominales en amperes de todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente de paneles de distribución, de los dispositivos tanto de carga como de alimentación, sin incluir el valor nominal del dispositivo contra sobrecorriente que protege a la barra colectora, no debe exceder la ampacidad de la barra colectora. El valor nominal del dispositivo contra sobrecorriente que protege a la barra colectora no debe exceder el valor nominal de la barra colectora. Deben colocarse etiquetas de advertencia permanentes en los equipos de distribución, con el siguiente texto o su equivalente:

ADVERTENCIA:

ESTE EQUIPO ES ALIMENTADO POR FUENTES MÚLTIPLES.

EL VALOR NOMINAL TOTAL DE TODOS LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE, SIN INCLUIR EL DISPOSITIVO CONTRA SOBRECORRIENTE DE LA ALIMENTACIÓN PRINCIPAL, NO DEBE EXCEDER LA AMPACIDAD DE LA BARRA COLECTORA.

Los anuncios o etiquetas de advertencia deben cumplir con lo establecido en la sección 110-21(b).

(d) se permitirá una conexión en cualquiera de los dos extremos, pero no en ambas, de un panel de distribución en viviendas cuando la suma del 125 por ciento de la corriente del circuito de salida de las fuentes de energía y el valor nominal del dispositivo contra sobrecorriente que protege a la barra colectora no exceda el 120 por ciento de la corriente nominal de la barra colectora.

(e) Deben permitirse conexiones en barras colectoras de múltiples ampacidades diseñadas bajo la supervisión de la ingeniería que incluye la corriente disponible de falla y los cálculos de la carga de las barras colectoras.

3) Marcado. Los equipos que tengan dispositivos de protección contra sobrecorriente en circuitos que alimentan a una barra colectora o a un conductor y que son alimentados desde varias fuentes de energía, deben estar marcados indicando la presencia de todas las fuentes.

4) Adecuado para retroalimentación. Los interruptores automáticos, si están retroalimentados, deben ser adecuados para funcionar de ese modo.

NOTA: Los desconectores con fusibles, excepto si están marcados de otro modo, son adecuados para retroalimentación.

5) Sujeción. Se permitirá que en los interruptores automáticos de tipo enchufable para retroalimentación desde fuentes de energía eléctrica e identificados como interactivos, se omita el sujetador adicional requerido por 408-36(d) para tales aplicaciones.

705-14. Características de la salida. La salida de un generador u otra fuente de generación de energía eléctrica que opere en paralelo con un sistema de suministro de energía eléctrica debe ser compatible con la tensión eléctrica, la forma de la onda y la frecuencia del sistema al cual esté conectado.

NOTA: El término compatible no quiere decir necesariamente que la forma de onda coincida exactamente con la de la fuente primaria.

705-16. Capacidad nominal de corriente de corto circuito y de interrupción. Se debe considerar la contribución de las corrientes de falla de todas las fuentes de energía conectadas, para el cálculo de la capacidad de interrupción y de corriente de cortocircuito del equipo en sistemas interactivos.

705-20. Medios de desconexión de las fuentes. Se deben instalar medios que permitan desconectar todos los conductores no puestos a tierra de una o varias fuentes de generación de energía eléctrica de todos los demás conductores.

705-21. Medios de desconexión de los equipos. Se deben instalar medios que permitan desconectar los equipos de generación de energía, tales como inversores interactivos o transformadores asociados con una fuente de generación de energía, de todos los conductores no puestos a tierra de todas las fuentes de alimentación. Los equipos proyectados para operarse y mantenerse como parte integral de una fuente de producción de más de 1000 volts no requieren contar con este medio de desconexión.

705-22. Dispositivo de desconexión. El medio de desconexión de los conductores no puestos a tierra debe consistir en desconectores, manuales o de operación eléctrica, o interruptores automáticos, con las siguientes características:

- (1) Estar ubicados donde sean fácilmente accesibles.
- (2) Que puedan operarse desde afuera sin exponer al operador al entrar en contacto con las partes vivas, y si son de operación eléctrica, que pueda abrirse en forma manual, en caso de falla en el suministro de energía.
- (3) Tener una indicación clara cuando están en posición de abierto o cerrado.
- (4) Que tengan capacidades suficientes para la carga conectada y a la corriente eléctrica de cortocircuito y la tensión eléctrica presente en las terminales.
- (5) Donde las terminales de línea y carga puedan ser energizadas en la posición de abierto, marcarlas con una advertencia de acuerdo con la sección 690-13(b).

NOTA: En sistemas de generación en paralelo, algunos equipos, incluyendo desconectores de navajas y fusibles, pueden estar energizados desde ambas direcciones. Ver 240-40.

- (5) Desconexión simultánea de todos los conductores no puestos a tierra del circuito.
- (6) Poderse bloquear en la posición de abierto de acuerdo con la sección 110-25.

705-23. Medios de desconexión de un sistema interactivo. Se deben proporcionar medios fácilmente accesibles para desconectar el sistema interactivo de todos los sistemas de alambrado incluyendo los sistemas de potencia, los sistemas de almacenamiento de energía, y el equipo de utilización y el cableado de las instalaciones asociadas.

705-30. Protección contra sobrecorriente. Los conductores deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en el Artículo 240. Los equipos y conductores conectados a más de una fuente de energía eléctrica deben tener un número suficiente de dispositivos de protección contra sobrecorriente, ubicados de modo que brinden protección desde todas las fuentes.

a) Sistemas solares fotovoltaicos. Los sistemas solares fotovoltaicos deben protegerse según lo que establece el Artículo 690.

b) Transformadores. La protección contra sobrecorriente para un transformador con una fuente o varias fuentes en cada lado, se debe proporcionar de acuerdo con 450-3, considerando primero uno de los lados del transformador como el primario y después el otro lado.

c) Sistemas de celdas de combustible. Los sistemas de celdas de combustible deben estar protegidos de acuerdo con el Artículo 692.

d) Inversores interactivos. Los inversores interactivos deben estar protegidos de acuerdo con 705-65.

e) Generadores. Los generadores deben estar protegidos de acuerdo con 705-130.

705-31. Ubicación de la protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente para los conductores de fuentes de generación de energía eléctrica, conectados al lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida de conformidad con lo establecido en la sección 705-12(a), debe estar situada dentro de los 3 m del punto donde los conductores de la fuente de generación de energía eléctrica se conectan con la acometida.

NOTA: Esta protección contra sobrecorriente brinda resguardo contra la corriente de cortocircuito alimentada desde la/s fuente/s primaria/s de electricidad.

Excepción: Donde la protección contra sobrecorriente para la fuente de generación de energía esté ubicada a más de 3 m desde el punto de conexión de la fuente de generación de energía eléctrica con la acometida, deben instalarse limitadores de cables o interruptores automáticos de corriente limitada para cada conductor no puesto a tierra, en el punto donde los conductores de generación de energía eléctrica se conectan con la acometida.

705-32. Protección contra fallas a tierra. Cuando se utilice protección contra fallas a tierra, la salida de un sistema interactivo debe conectarse del lado de la fuente de esa protección.

Excepción: Se permitirá que la conexión se haga del lado de la carga de la protección contra fallas a tierra, siempre que los equipos estén protegidos contra fallas a tierra desde todas las fuentes de corriente de falla a tierra.

705-40. Pérdida de la fuente primaria. En caso de pérdida de la fuente primaria, todas las fuentes de generación de energía eléctrica se deben desconectar automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria y no se deben volver a conectar, hasta que se restablezca el suministro de la fuente primaria.

Excepción: Se permitirá que un inversor interactivo aprobado automáticamente deje de entregar energía al sistema en caso de la pérdida de la fuente primaria y no se exigirá que se desconecten automáticamente todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria. Se permitirá que un inversor interactivo aprobado reinicie automática o manualmente la entrega de energía al sistema una vez se restablezca la fuente primaria.

NOTA 1: Si una fuente de generación de energía eléctrica interactiva puede operar como isla intencional, se pueden producir riesgos para las personas y para los equipos asociados a la fuente primaria. Es necesario instalar medios especiales de detección para determinar si se ha producido una interrupción del suministro de la fuente primaria y si debe desconectarse automáticamente el inversor. Cuando se restablece el sistema de alimentación de la fuente primaria, también se pueden necesitar medios especiales de detección para limitar la exposición de las fuentes de generación de energía a una reconexión fuera de fase.

NOTA 2: Los equipos de generación por inducción en sistemas con capacitancia significativa, pueden llegar a auto excitarse y experimentar severas sobretensiones como consecuencia de la pérdida de la fuente primaria.

Se permitirá que un inversor interactivo funcione como sistema autónomo para alimentar cargas que han sido desconectadas de la red de generación y distribución eléctrica.

705-42. Pérdida de la fuente primaria trifásica. Una fuente trifásica de generación de energía eléctrica se debe desconectar automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de los sistemas interconectados cuando se abra una de las fases de esa fuente. Este requisito no será aplicable para fuentes de generación de energía eléctrica que alimenten sistemas de emergencia o de reserva legalmente requeridos.

Excepción: Se permitirá que un inversor interactivo aprobado, automáticamente deje de entregar energía al sistema cuando una de las fases de la fuente se abra y no se exigirá que se desconecten automáticamente todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria. Se permitirá que un inversor interactivo aprobado reinicie automática o manualmente la entrega de energía a la red pública una vez que se restablezcan todas las fases de la fuente.

705-50. Puesta a tierra. Las fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas se deben poner a tierra según lo que establece el Artículo 250.

Excepción: Para los sistemas de corriente continua conectados por medio de un inversor directamente a una acometida puesta a tierra, se permitirán otros métodos alternativos que proporcionen al sistema una protección equivalente y que se utilicen equipos aprobados e identificados para ese uso.

Parte B. Inversores interactivos.

705-60. Corriente y dimensionamiento del circuito.

a) Cálculo de la corriente máxima del circuito. La corriente máxima para cada circuito específico se debe calcular de acuerdo con (a)(1) y (a)(2).

1) Corriente del circuito de alimentación del inversor. La corriente máxima debe ser la corriente nominal máxima de entrada del inversor.

2) Corriente del circuito de salida del inversor. La máxima corriente debe ser la corriente nominal que el inversor entrega en forma continua.

b) Ampacidad y corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente. Las corrientes del sistema del inversor se deben considerar que son continuas. Los conductores del circuito y los dispositivos de sobrecorriente deberán dimensionarse para conducir no menos del 125 por ciento de las corrientes máximas calculadas según lo establecido en (a) anterior. Se permitirá que la capacidad o los ajustes de los dispositivos de sobrecorriente estén de acuerdo con 240-4(b) y (c).

Excepción: Se permitirá utilizar al 100 por ciento de su valor nominal, los circuitos que tengan un ensamble con su dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente que estén aprobados para operación continua al 100 por ciento de su valor nominal.

705-65. Protección contra sobrecorriente.

a) Circuitos y equipo. Los circuitos de entrada del inversor, los circuitos de salida del inversor, los conductores del circuito de la batería de acumuladores y el equipo deben estar protegidos de acuerdo con el Artículo 240. Los circuitos conectados a más de una fuente deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente ubicados de tal manera que brinden protección contra sobrecorriente desde todas las fuentes.

Excepción: No se exigirá un dispositivo contra sobrecorriente para los conductores dimensionados de acuerdo con 705-60(b) y ubicados donde aplique una de las siguientes condiciones:

- (1) No existen fuentes externas, tales como circuitos de fuentes conectadas en paralelo, baterías o retroalimentación desde inversores.
- (2) Las corrientes de cortocircuito de todas las fuentes no exceden la ampacidad de los conductores.

NOTA: Para determinar si todos los conductores y módulos están debidamente protegidos contra sobrecorriente desde todas las fuentes, hay que tener en cuenta la posible retroalimentación de corriente

desde cualquier fuente de alimentación, incluida la alimentación a través del circuito de salida del inversor y el circuito de entrada del inversor.

b) Transformadores de potencia. Un transformador, con una fuente o varias fuentes conectadas a cada lado, se debe proteger contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en 450-3, considerando primero uno de los lados del transformador como el primario y después el otro lado.

Excepción: Se permitirá que un transformador de potencia, cuya corriente nominal en el lado conectado a la salida del inversor interactivo no sea menor que la corriente nominal continua de salida del inversor, no esté protegido contra sobrecorriente desde dicha fuente.

c) Ampacidad de los conductores. Los conductores del circuito de salida de la fuente de energía que están conectados a un alimentador, si son menores que los conductores del alimentador deberán ser dimensionados para llevar no menos que la corriente más grande calculada según la sección 705-60(b) o la calculada de acuerdo con la sección 240-21(b) basada en el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador.

705-70. Inversores interactivos montados en lugares que no son fácilmente accesibles. Se permitirá que los inversores interactivos estén montados sobre techos u otras áreas exteriores que no sean fácilmente accesibles. Estas instalaciones deben cumplir las condiciones de los incisos (1) hasta (4) siguientes.

- (1) Se debe montar un medio de desconexión de corriente continua a la vista del inversor o en él.
- (2) Se debe montar un medio de desconexión de corriente alterna a la vista del inversor o en él.
- (3) Cualquier medio adicional de desconexión de corriente alterna para el inversor debe cumplir con 705-22.
- (4) Se debe instalar una placa de acuerdo con 705-10.

705-80. Sistemas de energía interactivos que utilizan almacenamiento de energía. Los sistemas de energía interactivos que utilizan almacenamiento de energía también se deben marcar con la tensión máxima de operación, incluyendo cualquier tensión de equalización y la polaridad del conductor del circuito puesto a tierra.

705-82. Sistemas híbridos. Se permitirá que los sistemas híbridos estén interconectados con los inversores interactivos.

705-95. Ampacidad del conductor del neutro. La ampacidad del conductor neutro debe cumplir ya sea con (a) o (b) siguientes:

a) Conductor del neutro para la salida de un inversor monofásico de dos hilos. Si la salida de un inversor monofásico de dos hilos se conecta al neutro y a un conductor no puesto a tierra (únicamente) de un sistema de 3 hilos o de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella, la carga máxima conectada entre el neutro y cualquier conductor no puesto a tierra más el valor nominal de salida del inversor, no debe ser superior a la ampacidad del conductor del neutro.

b) Conductor del neutro para instrumentación, detección de tensión o detección de fase. Para un conductor utilizado solamente para instrumentación, detección de tensión o detección de fase y conectado a un inversor interactivo monofásico o trifásico, podrá ser de menos ampacidad que la de los otros conductores que llevan corriente y se deberá dimensionar igual o mayor que el conductor de puesta a tierra del equipo.

705-100. Interconexiones desbalanceadas.

a) Monofásico. Los inversores monofásicos para sistemas híbridos y módulos de corriente alterna en sistemas híbridos interactivos, no se deben conectar a un sistema de 3 fases, a menos que el sistema interconectado esté diseñado de modo que no resulten desbalances de no más del 3% en las tensiones.

b) Trifásico. En los inversores trifásicos y en los módulos trifásicos de corriente alterna en los sistemas interactivos, se deben desenergizar automáticamente todas las fases, cuando se presente una pérdida o desequilibrio de la tensión en una o más fases, a menos que el sistema interconectado esté diseñado de modo que no resulte un desequilibrio significativo de las tensiones.

Parte C. Generadores

705-130. Protección contra sobrecorriente. Los conductores deben estar protegidos de acuerdo con el Artículo 240. El equipo y los conductores conectados a más de una fuente deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente ubicados de tal manera que brinden protección desde todas las fuentes. Los generadores deben estar protegidos de acuerdo con 445-12.

705-143. Generadores síncronos. Los generadores síncronos en un sistema en paralelo deben estar provistos del equipo necesario para establecer y mantener la condición de sincronismo.

Parte D. Sistemas de microrred

705-150. Operación de sistemas. Se permitirá que los sistemas de microrred sean desconectados de la fuente primaria de energía u otra fuente de producción de energía interconectada y operen como un sistema separado de microrred.

705-160. Conexión de la fuente primaria de energía. Las conexiones a fuentes primarias de energía que son externas al sistema de microrred deberán cumplir con los requisitos de la sección 705-12

705-165. Reconexión a la fuente primaria de energía. Los sistemas de microrred que se reconecten a la fuente primaria de energía deberán estar provistos con los equipos necesarios para establecer la transición síncrona.

705-170. Dispositivos de interconexión de microrred. Los dispositivos de interconexión de microrred deben cumplir con lo siguiente:

- 1) Sea requerido para cualquier conexión entre un sistema microrred y una fuente de energía primaria.
- 2) Ser aprobado o etiquetado en campo para la aplicación.
- 3) Tener suficiente número de dispositivos de sobrecorriente localizados para proporcionar protección contra sobrecorriente de todas las fuentes.

NOTA. La funcionalidad de los dispositivos de interconexión de microrred es a menudo incorporada en un inversor interactivo o multimodo, sistema de almacenamiento de energía, o dispositivo similar identificado para operación interactiva.

ARTÍCULO 706

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Parte A. Generalidades

706-1. Alcance. Este artículo aplica a todos los sistemas de almacenamiento de energía instalados permanentemente que operan a 50 volts de corriente alterna o 60 volts de corriente continua que pueden ser autónomos o interactivos con otras fuentes de producción de energía eléctrica.

706-2. Definiciones.

Batería. Dos o más celdas conectadas eléctricamente en serie, en paralelo, o una combinación de ambos para proporcionar la tensión de operación requerida y los niveles de corriente.

Celda. La unidad básica electroquímica, caracterizada por un ánodo y un cátodo, usada para recibir, almacenar y enviar energía eléctrica.

Contenedor. Un recipiente que contiene las placas, electrolito, y otros elementos de una sola unidad, constituidos por una o más celdas, en una batería. Puede ser referido como un recipiente o caja.

Controlador de desvío de carga. Equipo que regula el proceso de carga de un sistema de almacenamiento de energía por medio del desvío de potencia del almacenamiento de energía a una carga de corriente continua o corriente alterna o a una empresa de servicio público interconectada.

Electrolito. El medio que proporciona el mecanismo de transporte de iones entre los electrodos positivo y negativo de una celda.

Sistema de almacenamiento de energía. Uno o más componentes ensamblados juntos capaces de almacenar energía para usarla en un tiempo futuro. Un sistema de almacenamiento de energía puede incluir, pero no está limitado a, baterías, capacitores, y dispositivos de energía cinética (ejemplo: volantes y aire comprimido). Estos sistemas pueden tener salidas de corriente alterna o corriente continua para utilización y pueden incluir inversores y convertidores para cambiar la energía almacenada en energía eléctrica.

Sistema de almacenamiento de energía, autocontenido. Los sistemas de almacenamiento de energía donde los componentes tales como celdas, baterías o módulos y cualesquiera controles necesarios, ventilación, iluminación, supresores de fuego, o sistemas de alarma, ensamblados, instalados y empacados en un solo contenedor o unidad de almacenamiento.

NOTA: Los sistemas autocontenidos generalmente serían fabricados por una sola entidad, probados y aprobados con normas de seguridad pertinentes para el sistema, y fácilmente conectados en sitio al sistema eléctrico y en el caso de sistemas múltiples uno al otro.

Sistema de almacenamiento de energía, Preingeniería de componentes armados. Los sistemas de almacenamiento de energía que no son sistemas autocontenidos, pero en su lugar están prediseñados y ensamblados usando componentes separados, suministrados como un sistema por una sola entidad, que son armados y destinados a ser ensamblado como un sistema de almacenamiento de energía en el sitio de instalación del sistema.

NOTA: Los sistemas de preingeniería de componentes armados para ensamblarse en campo como un sistema, generalmente serán diseñados por una sola entidad y compuesto de componentes que son probados y enumerados por separado o como un conjunto.

Otros Sistemas de almacenamiento de energía. Sistemas de almacenamiento de energía que no son autocontenidos o sistemas de preingeniería de ensamblado de componentes, sino que están compuestos por componentes individuales montados como un sistema.

NOTA: Otros sistemas generalmente estarán compuestos de diferentes componentes combinados en el sitio para crear un sistema de almacenamiento de energía. En general, estos componentes se probarán con normas de seguridad pertinentes para la aplicación.

Batería de flujo. Un componente de almacenamiento de energía similar a una celda de combustible que almacena sus materiales activos en forma de dos electrolitos externos a la interfaz del reactor. Cuando están en uso, los electrolitos se transfieren entre el reactor y los tanques de almacenamiento.

NOTA: Dos baterías de flujo comercialmente disponibles son el bromuro de zinc y el redox de vanadio, a veces denominado sistema de almacenamiento de energía de electrolito bombeado.

Conector Interceldas. Una barra o cable eléctricamente conductor utilizado para conectar celdas adyacentes.

Conector Interniveles. En un sistema de batería, un conductor eléctrico se utiliza para conectar dos celdas en diferentes niveles del mismo bastidor o estantes diferentes del mismo bastidor.

Circuito de entrada del inversor. Conductores entre el inversor y el sistema de almacenamiento de energía en sistemas de inversores autónomos y multimodo.

Circuito de salida del inversor. Conductores entre el inversor y otra fuente de producción de energía eléctrica, tal como una empresa de servicios públicos para producción y distribución eléctrica.

Circuito de salida del inversor de utilización. Conductores entre el inversor multimodo o el inversor autónomo y el equipo de utilización.

Celda o batería sellada. Una celda o batería que no tiene preparación para la adición rutinaria de agua o electrolito o para la medición externa de la gravedad específica del electrolito.

NOTA: Algunas celdas que se consideran selladas bajo condiciones de uso normal, como el plomo regulado por válvula o algunas celdas de litio, contienen válvulas de alivio de presión.

Tensión Nominal (Batería o Celda). El valor asignado a una celda o batería de una clase dada de tensión con el propósito de designación conveniente. La tensión de funcionamiento de la celda o de la batería puede variar por encima o por debajo de este valor

Terminal. La parte de una celda, un contenedor o una batería a la que se le hace una conexión externa (comúnmente identificado como un polo, pilar, poste o terminal).

706-3. Otros artículos. Cuando los requisitos de otros artículos de esta NOM y del artículo 706 difieran, se aplicarán los requisitos del artículo 706. Si el sistema de almacenamiento de energía es capaz de ser operado en paralelo con una fuente o fuentes primarias de electricidad, los requisitos en 705-6, 705-12, 705-14, 705-16, 705-32, 705-40, 705-100, 705-143, y la Parte D del Artículo 705, se aplicarán.

706-4. Clasificación del sistema. El sistema de almacenamiento de energía deberá ser clasificado como uno de los siguientes tipos:

- (1) Sistema de almacenamiento de energía autocontenido.
- (2) Sistema de almacenamiento de energía, preingeniería de componentes armados
- (3) Otros Sistemas de almacenamiento de energía.

706-5. Equipos. Monitores, controles, desconectores, fusibles, interruptores de circuito, sistemas de conversión de energía, inversores y transformadores, componentes de almacenamiento de energía, y otros componentes de sistemas de almacenamiento de energía que no sean baterías ácido-plomo, deberán ser aprobados. Alternativamente, los sistemas de almacenamiento de energía deberán ser aprobados como un sistema de almacenamiento de energía completo.

706-6. Sistemas múltiples. Se permitirá que los sistemas de almacenamiento de energía múltiples sean instalados en o sobre un solo edificio o estructura.

706-7. Medios de desconexión.

a) Medios de desconexión de sistema de almacenamiento de energía. Se deben proporcionar medios de desconexión para todos los conductores no puestos a tierra derivados de un sistema de almacenamiento de energía. Un medio de desconexión debe estar fácilmente accesible y ubicado a la vista del sistema de almacenamiento de energía.

NOTA: Ver la sección 240-21(h) para información de la ubicación de los dispositivos de sobrecorriente para los conductores.

b) Accionamiento a distancia. Cuando los controles para activar los medios de desconexión de un sistema de almacenamiento de energía no están ubicados a la vista del sistema, los medios de desconexión deben ser capaces de ser bloqueados en la posición abierto, de acuerdo con la sección 110-25, y la localización de los controles se debe marcar en campo en los medios de desconexión.

c) Electroductos. Cuando se instala un sistema de electroductos de corriente continua, se permitirá que los medios de desconexión estén incorporados dentro del electroducto.

d) Notificación. Los medios de desconexión deben ser marcados de forma legible en campo. El marcado debe cumplir los requisitos de la sección 110-21(b) y deberá incluir lo siguiente:

(1) Tensión nominal del sistema de almacenamiento de energía.

(2) Corriente máxima de cortocircuito disponible derivada del sistema de almacenamiento de energía.

(3) El tiempo de liberación asociado o la duración del arco basado en la corriente de cortocircuito disponible del sistema de almacenamiento de energía y el dispositivo de protección de sobrecorriente asociado, si aplicable.

(4) Fecha de cuando se hicieron los cálculos.

Excepción. El etiquetado de (1) hasta (4) anteriores no será requerido si se instala una etiqueta de arco eléctrico de acuerdo con prácticas aceptables de la industria.

NOTA: Los proveedores de equipos de baterías pueden proporcionar información acerca de la corriente de cortocircuito de cualquier modelo de batería en particular.

e) Paredes divisorias y distancia. Cuando las terminales de entrada y salida de un sistema de almacenamiento de energía estén a más de 1.5 m del equipo conectado, o cuando los circuitos de esas terminales pasan a través de una pared divisoria, el aislamiento debe cumplir con lo siguiente:

(1) Se proporcionará un medio de desconexión al final del circuito del sistema de almacenamiento de energía. Se permitirá usar medios de desconexión con fusibles o interruptores automáticos.

(2) Se instalará un segundo medio de desconexión localizado en el equipo conectado cuando los medios de desconexión requeridos en el inciso (1) inmediato anterior no está a la vista del equipo conectado.

NOTA 1: Para controles de desconexión remota en cuartos de equipos de tecnología de la información, ver la sección 645-10.

NOTA 2: Para protección por sobrecorriente de baterías, ver la sección 240-21(h)

(3) Cuando se usen medios de desconexión con fusibles las terminales de línea de los medios de desconexión se conectarán hacia las terminales del sistema de almacenamiento de energía.

(4) Se permitirá que se instalen medios de desconexión en los envoltentes del sistema de almacenamiento de energía donde pueda existir atmósfera explosiva si están aprobados para lugares peligrosos.

(5) Cuando los medios de desconexión indicados en (1) no están a la vista del medio de desconexión indicado en (2), se deben instalar placas de leyenda o directorios en las ubicaciones de todos los medios de desconexión que indiquen la ubicación de todos los medios de conexión.

706-8. Conexión a otras fuentes de energía. La conexión con otras fuentes de energía debe cumplir con los requisitos de la sección 705-12.

a) Desconexión de carga. Una desconexión de carga que tiene múltiples fuentes de energía debe desconectar todas las fuentes de energía cuando esté en la posición abierto.

b) Equipo interactivo identificado. Solamente se permitirán inversores y módulos de corriente alterna identificados como interactivos en sistemas interactivos.

c) Pérdida de potencia en sistemas interactivos. Cuando exista la pérdida de la fuente primaria, un sistema de almacenamiento de energía con un inversor interactivo de la empresa de servicio público debe cumplir con los requisitos de la sección 705-40.

d) Interconexiones desbalanceadas. Conexiones desbalanceadas entre un sistema de almacenamiento de energía y las fuentes de producción de energía deben estar de acuerdo con la sección 705-100.

e) Punto de conexión. El punto de conexión entre un sistema de almacenamiento de energía y las fuentes de producción de energía deberá estar de acuerdo con la sección 705-12.

706-10. Ubicación de los sistemas de almacenamiento de energía. La ubicación de las baterías se ajustará los incisos (a), (b) y (c) siguientes:

a) Ventilación. Se aplicará la tecnología adecuada al almacenamiento de energía para que haya suficiente ventilación y dispersión de cualquier posible gas del dispositivo de almacenamiento, si está presente, para evitar la acumulación de una mezcla explosiva. Se permitirá un sistema de almacenamiento de energía con preingeniería de componentes armados o autocontenido para proporcionar ventilación de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

NOTA: Algunas tecnologías de almacenamiento no requieren ventilación.

b) Protección de partes vivas. La protección de las partes vivas debe cumplir con la sección 110-27.

c) Espacios acerca de los componentes del sistema de almacenamiento de energía. Los espacios acerca de los componentes del sistema de almacenamiento de energía cumplirán con la sección 110-26. Los espacios de trabajo deberán ser medidos desde el borde de los módulos del sistema de almacenamiento de energía, los gabinetes de las baterías, bastidores o bandejas. Para los bastidores de las baterías deberá haber un espacio de mínimo 2.5 cm entre el contenedor de celdas y cualquier pared o estructura en el lado que no requiera acceso para mantenimiento. Se permitirá que los módulos del sistema de almacenamiento de energía, gabinetes de las baterías, bastidores, o bandejas hagan contacto con las paredes o estructuras adyacentes, siempre que el estante de la batería tiene un espacio de aire libre de no menos del 90 por ciento de su longitud. Los sistemas de almacenamiento de energía con preingeniería de componentes armados o autocontenidos tengan un espacio de trabajo entre componentes del sistema de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

d) Salida. Las puertas destinadas para entrar y salir de los cuartos del sistema de almacenamiento de energía abrirán en la dirección de salida y deberán estar equipadas con mecanismo de pánico.

e) Iluminación. Se deberá proporcionar iluminación para los espacios de trabajo asociados con el sistema de almacenamiento de energía y sus equipos y componentes. Las luminarias no deben estar controladas solamente por medios automáticos. No se requerirán luminarias adicionales donde el espacio de trabajo está iluminado por una fuente de luz adyacente. La ubicación de las luminarias no deberá llevar a cabo ninguna de las siguientes:

(1) Exponga el personal a los componentes del sistema energizado al realizar mantenimiento en las luminarias en el espacio del sistema

(2) Crear un riesgo para el sistema o los componentes del sistema en caso de fallo de la luminaria

706-11. Directorio. El sistema de almacenamiento de energía se indicará de acuerdo con lo siguiente:

a) Directorio. Deberá instalarse una placa permanente o directorio indicando todas las fuentes de energía eléctrica sobre o dentro de los locales de cada equipo de acometida y la ubicación de todas las fuentes de producción de energía capaces de ser interconectadas.

Excepción. Se permitirá que las instalaciones con un gran número de fuentes de producción de energía sean designadas por grupos.

b) Instalaciones con sistemas autónomos. Cualquier estructura o edificio con un sistema de almacenamiento de energía que no esté conectado a la fuente del servicio público y que sea un sistema autónomo deberá tener una placa permanente o directorio instalado en el exterior del edificio o estructura en un lugar fácilmente visible. La placa o directorio indicará la ubicación de los medios de desconexión y que la estructura contiene un sistema eléctrico de potencia autónomo.

B. Requisitos del circuito

706-20. Dimensionamiento del circuito y la corriente.

a) Corriente nominal máxima para un circuito en específico. La corriente nominal máxima para un circuito en específico deberá ser calculada de acuerdo con lo siguiente:

(1) Corriente nominal de placa del circuito. La corriente nominal de placa del circuito será la corriente nominal indicada en la placa del sistema de almacenamiento de energía o los sistemas de almacenamiento de energía con preingeniería de componentes armados o sistemas autocontenidos de componentes destinados a ser ensamblados en campo como un sistema.

(2) Corriente del circuito de salida del inversor. La máxima corriente debe ser la corriente que el inversor entrega en forma continua.

(3) Corriente del circuito de alimentación del inversor. La máxima corriente deberá ser la corriente nominal de salida del inversor cuando el inversor está produciendo la potencia nominal a la tensión de entrada más baja.

(4) Corriente del circuito de salida del inversor de utilización. La corriente máxima será la corriente nominal que el inversor entrega en forma continua cuando el inversor está produciendo la potencia nominal a la tensión de entrada más baja.

(5) Corriente de salida del convertidor dc a dc. La corriente máxima será la corriente que el convertidor c.d. a c.d. entrega en forma continua.

b) Ampacidad del conductor y corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente. La ampacidad de los conductores del circuito de alimentación del sistema de almacenamiento de energía al sistema de cableado que alimenta las cargas a ser suministradas por sistema no deberá ser inferior que la mayor de: (1) la corriente nominal de placa del circuito, determinada de acuerdo con el inciso a) inmediato anterior o (2) La clasificación del dispositivo de protección contra sobrecorriente del sistema de almacenamiento de energía.

c) Ampacidad del conductor neutro o conductor puesto a tierra. Si la salida de un sistema de almacenamiento de energía monofásico bifilar se conecta a un conductor neutro o puesto a tierra, y un solo conductor no puesto a tierra de un sistema trifilar o de un sistema trifásico tetrafilar conectado en estrella, la corriente en el neutro de carga desbalanceada máxima más la corriente de salida del sistema de almacenamiento de energía no debe exceder la ampacidad del conductor neutro o del puesto a tierra.

706-21. Protección contra sobrecorriente.

a) Circuitos y equipo. Los circuitos del sistema de almacenamiento de energía deben estar protegidos de acuerdo con los requisitos del Artículo 240. Los dispositivos de protección para los circuitos del sistema de almacenamiento de energía deben estar de acuerdo con los requisitos b) a f) siguientes. Los circuitos deberán estar protegidos en la fuente contra sobrecorrientes.

b) Amperes nominales del dispositivo de sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, si se requieren, deben estar designados de acuerdo con el artículo 240 y el valor nominal proporcionado en los sistemas que alimentan el sistema de almacenamiento de energía y no deben ser menores que el 125 por ciento de la corriente máxima calculada en el inciso a) inmediato anterior.

c) Corriente continua nominal. Los dispositivos de protección por sobrecorriente ya sean fusibles o corta circuitos, utilizados en cualquier porción de un sistema de almacenamiento de energía deben ser adecuados para corriente continua y deben tener valores nominales adecuados a la tensión, corriente y corriente interruptiva para la aplicación.

d) Limitación de corriente. Debe instalarse un dispositivo limitador de corriente de protección contra sobrecorriente adyacente al sistema de almacenamiento de energía para cada circuito de salida de corriente continua.

Excepción: Cuando se proporciona una protección de sobrecorriente limitadora de corriente para los circuitos de salida de corriente continua de un sistema de almacenamiento de energía, no se requerirá un dispositivo adicional contra una sobrecorriente del tipo limitador de corriente.

e) Fusibles. Se proporcionarán medios para desconectar cualquier fusible asociado con el equipo y componentes de sistema de almacenamiento de energía cuando el fusible es energizado por ambos sentidos y está accesible a personas no calificadas. Se permitirá que los interruptores, dispositivo jalado o dispositivos similares que estén clasificados para la aplicación sirvan como un medio para desconectar los fusibles de todas las fuentes de suministro.

f) Ubicación. Cuando las terminales de entrada y salida de un sistema de almacenamiento de energía están más allá de 1.5 m del equipo conectado, o cuando los circuitos de esas terminales pasan a través de una pared o cancel, se debe proporcionar protección contra sobrecorriente al sistema de almacenamiento de energía.

706-23. Control de carga.

a) Generalidades. Se deben tomar provisiones para controlar el proceso de carga de un sistema de almacenamiento de energía. Todos los medios ajustables para controlar el proceso de carga estarán accesibles solamente a personas calificadas.

NOTA: Ciertos tipos de equipos de almacenamiento de energía tales como los de plomo-ácido regulado por válvula o los de níquel-cadmio pueden experimentar falla térmica cuando se sobrecargan.

b) Regulador de la carga de desviación

(1) Medios Únicos de Regulación de Carga. Un sistema de almacenamiento de energía que utilice un controlador de carga de desviación como el único medio de regular la carga estará equipado con un segundo medio independiente para evitar la sobrecarga del dispositivo de almacenamiento.

(2) Circuitos con regulador de carga de desvío y carga de desvío. Los circuitos que contengan un controlador de carga de desviación y una carga de desviación deberán cumplir lo siguiente:

(1) La corriente nominal de la carga de desviación será menor o igual a la corriente nominal actual del controlador de carga de desviación. La tensión nominal de la carga de desviación debe ser mayor que la tensión máxima del sistema de almacenamiento de energía. La potencia nominal de la carga de desviación debe ser al menos el 150 por ciento de la potencia nominal de la fuente de carga.

(2) La ampacidad del conductor y la corriente nominal del dispositivo de sobrecorriente para este circuito deberán ser al menos del 150 por ciento de la corriente máxima nominal del controlador de la carga de desviación.

(3) Sistemas de almacenamiento de energía utilizando convertidores interactivos de la compañía de electricidad.

Los sistemas que utilicen inversores interactivos para controlar el estado de carga del almacenamiento de energía mediante el desvío del exceso de potencia al sistema de servicios públicos deberán cumplir con a) y b) siguientes:

(a) Estos sistemas no estarán obligados a cumplir con el inciso 706-23 (b) (2).

(b) Estos sistemas tendrán un segundo medio independiente de controlar el proceso de carga del sistema de almacenamiento de energía para su uso cuando la empresa de servicio público no esté presente o cuando el controlador de carga primaria falle o esté desactivado.

c) Controladores de carga y convertidores cc a cc. Donde estén instalados controladores de carga y otros convertidores de potencia de cc a cc que incrementen o decrementen la corriente de salida o la tensión de salida con respecto a la corriente de entrada o tensión de entrada, aplicará todo lo siguiente:

(1) La ampacidad en los circuitos de salida se basará en la corriente máxima continua de salida nominal del controlador de carga o convertidor para el rango de tensión de salida seleccionado.

(2) La tensión nominal de los circuitos de salida se basará en la tensión máxima de salida del controlador de carga o convertidor para el rango de tensión de salida seleccionado.

Parte C. Sistema de almacenamiento de energía electroquímica

La Parte C de este artículo aplica a los sistemas de almacenamiento de energía que se componen de celdas selladas y no selladas o baterías o módulos de sistemas que están compuestos de múltiples celdas selladas o baterías que no son componentes de productos aprobados.

NOTA: Un componente de almacenamiento de energía, tales como baterías, que están integrados dentro de una pieza más grande de equipo certificado, tal como una unidad de suministro ininterrumpible de potencia (UPS) son ejemplo de componentes dentro de un producto certificado.

706-30. Instalación de baterías.

a) Unidades de vivienda. Un sistema de almacenamiento de energía no debe exceder 100 volts entre conductores o a tierra.

Excepción: Cuando las partes vivas no estén accesibles durante el mantenimiento de rutina del sistema de almacenamiento de energía, se permitirá una tensión que exceda los 100 volts.

b) Desconexión de circuitos de baterías en serie. Circuitos de baterías sujetos a servicio de campo, en los que exista una tensión nominal de 240 volts entre conductores o tierra, deberán tener elementos para

desconectar los tramos conectados en serie, en segmentos que no excedan de 240 volts nominales para mantenimiento por personas calificadas. Se permitirán desconectores sin carga atornillables o enchufables.

c) Medios de desconexión para mantenimiento del sistema de almacenamiento. Los sistemas de almacenamiento de energía que superen los 100 volts entre conductores o tierra tendrán un medio de desconexión, accesible solamente a personas calificadas, que desconecte los conductores de circuito no puesta a tierra y puestos a tierra en el sistema de almacenamiento eléctrico para mantenimiento.

Este medio de desconexión no debe desconectar el (los) conductor (es) de circuito puestos a tierra para el resto de cualquier otro sistema eléctrico. Se permitirá utilizar un interruptor de apertura sin carga como medio de desconexión.

d) Sistemas de almacenamiento de más de 100 volts. En los sistemas de almacenamiento de energía que excedan los 100 volts entre los conductores o tierra, se permitirá que los circuitos de la batería operen con conductores sin puesta a tierra, siempre que un detector e indicador de falla a tierra estén instalados para monitorear fallas a tierra dentro del sistema de almacenamiento.

706-31. Terminaciones de la batería y de la celda.

a) Prevención de la corrosión. Se utilizará el material antioxidante adecuado para la conexión de la batería cuando lo recomiende el fabricante de la celda o batería.

NOTA: Podrá utilizarse, para orientación sobre materiales aceptables, el manual de instalación y de instrucciones del fabricante de la batería.

b) Conductores y conexiones entre celdas y entre niveles. La ampacidad de los conectores y conductores entre celdas y entre niveles montados en campo deberá ser de tal área de sección transversal que el aumento de temperatura bajo condiciones de carga máxima y a temperatura ambiente máxima no exceda el funcionamiento seguro del aislamiento del conductor o del material de los soportes conductores.

NOTA: Los conductores dimensionados para evitar una caída de tensión superior al 3 por ciento de la carga máxima prevista y donde la caída máxima de tensión total hasta el punto de conexión más alejado no exceda el 5 por ciento, puede no ser apropiado para todas las aplicaciones de la batería.

c) Terminales de batería. Las conexiones eléctricas a la batería y al cable o cables entre las celdas en niveles separados o en bastidores no deben imponer tensión mecánica en los terminales de la batería. Cuando sea posible, se utilizarán placas terminales.

706-32. Interconexiones de las baterías. Los cables flexibles, identificados en el Artículo 400, en tamaños de 2/0 AWG y mayores serán permitidos dentro del envoltente de la batería desde los terminales de la batería a una caja de conexiones cercana donde se conectarán a un método de cableado aprobado. También se permitirán cables flexibles de la batería entre las baterías y las celdas dentro del envoltente de la batería. Dichos cables estarán aprobados e identificados como resistentes a la humedad. Sólo se utilizarán cables flexibles con trenzado de hilo fino con terminales, zapatas, dispositivos o conectores de acuerdo con 110-14.

706-33. Accesibilidad. Las terminales de todas las celdas o unidades multicelulares deberán ser fácilmente accesibles para lecturas, inspección y limpieza donde sea requerido por el diseño del equipo. Un lado de los envases de baterías transparentes debe ser fácilmente accesible para la inspección de los componentes internos.

706-34. Ubicaciones de la batería. Las ubicaciones de las baterías deberán ajustarse a lo siguiente:

a) Partes en vivo. La protección de las partes activas deberá cumplir con la sección 110-27.

b) Baterías con terminales en la parte superior. Cuando las baterías con terminales en la parte superior estén instaladas en estanterías en niveles o en estantes de armarios de baterías, el espacio de trabajo de acuerdo con las instrucciones del fabricante del equipo de almacenamiento se proporcionará entre el punto más alto de un componente del sistema de almacenamiento y la fila, estantería o techo por encima de ese punto.

c) Tubería de gas. No se permitirán tuberías de gas en las salas dedicadas para baterías.

Parte D. Sistemas de Almacenamiento de Energía para Baterías de Flujo

La Parte D se aplica a los sistemas de almacenamiento de energía compuestos o que contienen baterías de flujo.

706-40. Generalidades. Todas las conexiones eléctricas hacia y desde el sistema y los componentes del sistema deberán estar de acuerdo con las disposiciones aplicables del Artículo 692. El sistema y los componentes del sistema también cumplirán con las disposiciones de las Partes A y B de este artículo. A

menos que se indique lo contrario en este artículo, las baterías de flujo del sistema de almacenamiento de energía deberán cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 692.

706-41. Clasificación de electrolitos. El o los electrolitos que sean aceptables para el uso en las baterías asociadas con el sistema de almacenamiento de energía se identificarán por su nombre y composición química. Dicha identificación se proporcionará mediante señalización fácilmente discernible adyacente a cada lugar en el sistema en el que se pueda colocar el electrolito dentro o fuera del sistema.

706-42. Contención de electrolitos. Los sistemas de baterías de flujo deben estar provistos de un medio de contención de electrolitos para evitar derrames de electrolito del sistema. Se proporcionará un sistema de alarma para señalar una fuga de electrolito del sistema. El cableado eléctrico y las conexiones se localizarán y enrutarán de manera que mitigue el potencial de exposición a los electrolitos.

706-43. Controles de flujo. Deberán proporcionarse controles para cerrar el sistema de forma segura en caso de bloqueo de los electrolitos.

706-44. Bombas y otros equipos de manejo de fluidos. Las bombas y otros equipos de manejo de fluidos se deben clasificar o especificar como adecuados para la exposición a los electrolitos.

Parte E. Otras tecnologías de almacenamiento de energía

Las disposiciones de la Parte E se aplican a los sistemas de almacenamiento de energía que utilizan otras tecnologías para almacenar energía y cuando existe una demanda de potencia eléctrica para utilizar la energía almacenada para generar la potencia necesaria.

706-50. General. Todas las conexiones eléctricas hacia y desde el sistema y los componentes del sistema deberán estar de acuerdo con las disposiciones aplicables de esta Norma. Salvo disposición en contrario del presente artículo, otras tecnologías de almacenamiento de energía cumplirán las disposiciones aplicables de la Parte C del Artículo 705.

ARTÍCULO 710

SISTEMAS AUTÓNOMOS

710-1. Alcance. Este artículo aplica las fuentes de producción de energía eléctrica operando de modo autónomo.

710-6. Aprobación del equipo. Todo el equipo deberá estar etiquetado en campo para el uso previsto.

710-15. Generalidades. El sistema de alambrado de los inmuebles debe ser adecuado para cumplir con los requisitos de esta NOM para una instalación similar conectada a un alimentador o a una acometida. El alambrado del lado de la alimentación del medio de desconexión del edificio o estructura debe cumplir con esta NOM, con excepción de lo que se modifica de (a) hasta (f) siguientes.

a) Salida de la fuente. Se permitirá que la fuente de alimentación a los sistemas de cableado de las instalaciones tenga una capacidad menor que la carga calculada. La capacidad del suministro autónomo deberá ser igual o superior a la carga que representa el equipo de utilización individual más grande conectado al sistema. Las cargas de iluminación general calculadas no se considerarán como una sola carga.

b) Dimensionamiento y protección. Los conductores del circuito entre la salida de la fuente autónoma y el medio de desconexión del edificio o estructura deben estar dimensionados con base en la suma de los valores nominales de las fuentes autónomas.

c) Una sola alimentación de 120 volts. Se permitirá que un sistema autónomo suministre 120 volts a un equipo de acometida monofásico, de 3 hilos, de 120/240 volts, o tableros de distribución cuando no existan salidas de 240 volts y cuando no existan circuitos derivados multifilares. En todas las instalaciones, la suma de los valores nominales de las fuentes de energía debe ser menor que el valor nominal de la barra conductora del neutro en el equipo de acometida. Este equipo debe estar marcado con la siguiente leyenda, o equivalente:

ADVERTENCIA

ALIMENTACIÓN INDIVIDUAL DE 120 VOLTS.

NO CONECTAR CIRCUITOS DERIVADOS MULTIFILARES

El letrero de advertencia o etiqueta debe cumplir con lo indicado en 110-21(b).

d) Requerimiento de almacenamiento de energía o de sistema de alimentación de respaldo. No se requerirá almacenamiento de energía ni sistemas de alimentación de respaldo.

e) Interruptores automáticos para retroalimentación. Los interruptores automáticos del tipo enchufable con retroalimentación, conectados a sistemas interactivos con el suministrador, deben estar sujetos de acuerdo con 408-36(d). Los interruptores automáticos que estén marcados "línea" y "carga", no deben ser empleados cuando haya retroalimentación.

f) Control de tensión y frecuencia. El suministro autónomo se controlará de forma que la tensión y la frecuencia se mantengan dentro de los límites adecuados para las cargas conectadas.

ARTÍCULO 712

MICRORREDES DE CORRIENTE CONTINUA

Parte A. Generalidades

712-1. Alcance. Este artículo se aplica a microrredes de corriente continua.

712-2. Definiciones.

Microrred de corriente continua. Una microrred de corriente continua es un sistema de distribución de energía que consta de más de una fuente de alimentación de corriente continua interconectada, que suministra a convertidores corriente continua a corriente continua, cargas de corriente continua y/o cargas de corriente alterna alimentadas por inversores corriente continua a corriente alterna. Por lo general, una microrred de corriente continua no está conectada directamente a una fuente primaria de electricidad de corriente alterna, pero algunas microrredes de corriente continua se interconectan a través de uno o más convertidores bidireccionales corriente continua – corriente alterna o inversores corriente continua - corriente alterna.

NOTA: Las fuentes de corriente continua incluyen convertidores de corriente alterna (rectificadores), inversores/convertidores corriente continua - corriente alterna bidireccionales, sistemas fotovoltaicos, generadores eólicos, sistemas de almacenamiento de energía (incluidas las baterías) y pilas de combustible.

Sistema de corriente continua de dos hilos puesto a tierra. Un sistema que tiene una conexión sólida o tierra de referencia entre uno de los conductores que transportan corriente y el sistema de puesta a tierra del equipo.

Sistema de corriente continua de tres hilos puesto a tierra. Un sistema con una conexión sólida o de referencia puesta a tierra entre el punto central de una fuente de alimentación de corriente continua bipolar y el sistema de puesta a tierra del equipo.

Tensión nominal. Un valor asignado a un circuito o sistema con el propósito de designar convenientemente su clase de tensión de corriente continua.

NOTA: La tensión real a la que opera un circuito puede variar de la tensión nominal dentro de un rango que permita un funcionamiento satisfactorio del equipo.

Sistema de corriente continua puesto a tierra de referencia. Un sistema que no está sólidamente conectado a tierra, pero tiene una referencia eléctrica de baja resistencia que mantiene la tensión a tierra en operación normal.

Resistivamente puesto a tierra. Un sistema con una conexión de alta resistencia entre los conductores de corriente y el sistema de puesta a tierra del equipo.

Fuente primaria de corriente continua. Una fuente que suministra la mayor parte de la carga de c.c. en una microrred de corriente continua.

Sistema de corriente continua sin conexión a tierra. Un sistema que no tiene conexión directa o resistiva entre los conductores portadores de corriente y el sistema de puesta a tierra del equipo.

712-3. Otros artículos. Donde los requisitos de otros Artículos de la presente Norma y los del artículo 712 difieran, se aplicará el artículo 712. Las microrredes de corriente continua interconectadas a través de un inversor o convertidor bidireccional con una fuente de producción de energía eléctrica deberán cumplir con el artículo 705.

712-4. Aprobado y Etiquetado. Cualquier equipo utilizado en los circuitos de corriente continua de una microrred de corriente continua debe estar aprobado y etiquetado para su uso en corriente continua.

712-10. Directorio. Se instalará un directorio permanente que indique todas las fuentes de energía eléctrica de corriente continua que operen para alimentar la microrred de corriente continua en cada lugar de origen capaz de actuar como la fuente de corriente continua primaria.

Parte B. Requerimientos de circuito

712-25. Identificación de los conductores de circuito

a) Los conductores de circuito no puestos a tierra en microrredes de corriente continua se identificarán de acuerdo con los requisitos de la sección 210-5(c)(2) para los circuitos derivados y la sección 215-12(c)(2) para los alimentadores.

b) Se permitirá que los conductores no puestos a tierra de 6 AWG o menores se identifiquen por polaridad en todos los puntos de terminación, conexión y empalme marcando con cinta, etiquetado u otros medios aprobados.

712-30. Tensión del sistema. La tensión del sistema de una microrred de corriente continua se determinará mediante uno de los métodos siguientes:

- (1) La tensión nominal a tierra para sistemas sólidamente puestos a tierra.
- (2) La tensión nominal a tierra para sistemas puesta a tierra de referencia.
- (3) La tensión nominal más alta entre los conductores para los sistemas de corriente continua puestos resistivamente a tierra y los sistemas de corriente continua sin puesta a tierra.

NOTA: Los ejemplos de tensiones nominales del sistema de corriente continua incluyen, pero no se limitan a, 24, 48, 125, 190/380 ó 380 volts.

Parte C. Medios de desconexión

712-34. Medios de desconexión de la fuente de corriente continua. La salida de cada fuente de corriente continua debe tener un medio de desconexión fácilmente accesible, que sea bloqueable en la posición abierta y cercano a la fuente.

712-35. Desconexión de conductores no puestos a tierra. En sistemas de dos y tres hilos sólidamente conectados a tierra, los medios de desconexión deben abrir simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra.

En sistemas no puestos a tierra, resistivamente puestos a tierra y con puesta a tierra de referencia, tales dispositivos deberán abrir todos los conductores portadores de corriente.

712-37. Dispositivos de corriente direccional. Los medios de desconexión deberán estar certificados y marcados para su uso en una sola dirección de corriente, únicamente se utilizarán en la dirección de la corriente designada.

NOTA: Ejemplos de dispositivos de corriente direccional son los interruptores con contactores y semiconductores con apertura magnética en dispositivos de sobrecorriente.

Parte D. Métodos de alambrado

712-52. Puesta a tierra del sistema.

a) General. Las microrredes de corriente continua deben estar conectadas a tierra de acuerdo con la sección 250-162.

b) Más de 300 volts. Las microrredes de corriente continua que funcionen a tensiones superiores a 300 volts de corriente continua serán sistemas de corriente continua con referencia de puesta a tierra o sistemas de corriente continua con puesta a tierra resistiva.

712-55. Equipo de detección de fallas a tierra. Las microrredes de corriente continua no puestas a tierra, puestas a tierra o resistivamente puestas a tierra que funcionen a más de 60 volts de corriente continua deberán tener una detección de falla a tierra que indique que se ha producido una falla. El equipo de falla a tierra deberá estar marcado de acuerdo con 250-167 (c).

712-57. Protección de falla de arco. Cuando se requiera en otras partes de esta Norma, los sistemas específicos dentro de la microrred de corriente continua deberán tener protección contra falla de arco. El equipo de protección contra falla de arco deberá estar aprobado.

Parte E. Marcado

712-62. Equipo de distribución y conductores. El equipo de distribución y los conductores se marcarán como se requiere en otras partes de esta Norma.

712-65. Corriente de cortocircuito de corriente continua disponible.

a) Marcado en campo. La corriente de cortocircuito de corriente continua disponible máxima en la microrred de corriente continua se marcará en el campo en la fuente de corriente continua. El marcado en campo deberá incluir la fecha en que se realizó el cálculo de la corriente de cortocircuito y tener una durabilidad suficiente para soportar el medio ambiente.

b) Modificaciones. Cuando se produzcan modificaciones en la instalación eléctrica que afecten a la máxima corriente de cortocircuito disponible en la fuente de corriente continua, la corriente de cortocircuito disponible máxima deberá ser verificada o recalculada según sea necesario para asegurar que los valores nominales del equipo son suficientes para la máxima corriente de cortocircuito disponible en los terminales de línea del equipo.

El marcado en campo requerido en 712-65(a) indicará la nueva corriente máxima de cortocircuito disponible y la fecha.

Parte F. Protección

712-70. Protección Sobrecorriente. Los equipos y conductores conectados a más de una fuente eléctrica deben tener dispositivos de protección sobrecorriente para proporcionar protección contra todas las fuentes.

712-72. Corriente nominal de interrupción y de cortocircuito.

Se considerará la contribución de las corrientes de cortocircuito de todas las fuentes de alimentación interconectadas para los valores nominales de corriente de interrupción y de cortocircuito de los equipos en el (los) sistema (s) de microrred de corriente continua. Los dispositivos y equipos de protección contra sobrecorriente utilizados dentro de una microrred de corriente continua deberán tener un ajuste de interrupción a una tensión de circuito nominal o a una corriente de cortocircuito suficiente para la corriente de cortocircuito disponible en los terminales de línea del equipo.

Parte G. Sistemas de más de 1000 volts

712-80. General. Los sistemas con una tensión máxima entre conductores de más de 1000 volts de corriente continua deberán cumplir con el Artículo 490 y otros requisitos de esta Norma aplicables a instalaciones con tensión nominal superior a 1000 volts.

ARTÍCULO 720

CIRCUITOS Y EQUIPOS QUE FUNCIONAN A MENOS DE 50 VOLTS

720-1. Alcance. Este Artículo se aplica a las instalaciones de corriente continua o de corriente alterna que funcionan a menos de 50 volts.

720-2. Otros Artículos. Las instalaciones de corriente continua o corriente alterna que funcionan a menos de 50 volts, cubiertas en 411-1 hasta 411-8; Parte F del Artículo 517; Parte B del Artículo 551; Partes B y C y 552-60(b) del Artículo 552; 650-1 hasta 650-8; 669-1 hasta 669-9; Partes A y H del Artículo 690; Partes A y C del Artículo 725; o Partes A y C del Artículo 760, no requieren cumplir con las disposiciones de este Artículo.

720-3. Áreas peligrosas (clasificadas). Las instalaciones que están dentro del alcance de este Artículo y que estén instaladas en áreas peligrosas (clasificadas) también deben cumplir las disposiciones adecuadas para áreas peligrosas (clasificadas) en otros Artículos aplicables de esta NOM.

720-4. Conductores. El tamaño de los conductores no debe ser menor de 3.31 mm² (12 AWG) de cobre o equivalente. El tamaño de los conductores de circuitos derivados que alimenten a más de un artefacto o contacto para aparatos no debe ser menor de 5.26 mm² (10 AWG) de cobre o equivalente.

720-5. Portalámparas. Deben utilizarse portalámparas de capacidad no menor que 660 watts.

720-6. Capacidad de los contactos. Los contactos deben tener una capacidad no menor que 15 amperes.

720-7. Contactos requeridos. En las cocinas, zonas de lavandería y otros lugares donde es probable que se utilicen aparatos eléctricos portátiles, se deben instalar contactos con una capacidad no menor que 20 amperes.

720-9. Baterías. Las instalaciones de baterías de acumuladores deben cumplir lo establecido en 480-1 hasta 480-6 y 480-9 hasta 480-11.

720-11. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos que operen a menos de 50 volts se deben instalar de manera organizada y profesional. Los cables deben soportarse por la estructura del edificio de modo que no sean dañados durante el uso normal del edificio.

ARTÍCULO 725

CIRCUITOS CLASE 1, CLASE 2 Y CLASE 3 DE CONTROL REMOTO, DE SEÑALIZACIÓN Y DE POTENCIA LIMITADA

Parte A. Generalidades

725-1. Alcance. Este Artículo cubre los circuitos de control remoto, señalización y potencia limitada, que no son parte integral de un dispositivo o equipo de utilización.

NOTA: Los circuitos de los que trata este Artículo se caracterizan por limitaciones de uso y de potencia eléctrica que los diferencia de los circuitos de alumbrado y de fuerza. Por lo tanto, se les aplican requisitos alternativos a los de los Capítulos 1 al 4 en lo que respecta al tamaño mínimo de los conductores, factores de ajuste y corrección de ampacidad, protección contra sobrecorriente, requisitos de aislamiento, métodos de alambrado y materiales.

725-2. Definiciones.

Cable abandonado Clase 2, Clase 3 y cables de potencia limitada para charola portacables (PLTC). Cables Clase 2, Clase 3 y PLTC instalados y que no terminan en un equipo y que no están identificados con una etiqueta para uso futuro.

Cable para integridad del circuito (CI). Cables usados para sistemas de control remoto, señalización y de potencia limitada que alimentan circuitos críticos para garantizar el funcionamiento continuo del circuito durante un tiempo específico y bajo condiciones de incendio.

Circuito Clase 1: La parte del sistema de alambrado entre el lado carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente o la alimentación de potencia limitada y los equipos conectados.

NOTA: Ver 725-41 con respecto a las limitaciones de tensión y de potencia de los circuitos Clase 1.

Circuito Clase 2: La parte del sistema de alambrado entre el lado carga de una fuente de alimentación Clase 2 y los del equipo conectado. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito Clase 2 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego y provee una protección aceptable contra choque eléctrico.

Circuito Clase 3: La parte del sistema de alambrado entre el lado carga de una fuente de alimentación Clase 3 y los equipos conectados. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito Clase 3 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego. Como en este circuito se permiten niveles de tensión y corriente más altos que en los Clase 2, debe tener medidas adicionales de seguridad que brinden protección contra el riesgo de choque eléctrico que se pudiera encontrar.

Cable de potencia limitada para charola portacables (PLTC). Un ensamble de 2 o más conductores aislados clasificados a una tensión de 300 V, con o sin conductores de puesta a tierra de equipos asociados desnudos o aislados, dentro de una cubierta no metálica.

725-3. Otros Artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir con los Artículos o las secciones que se indican en (a) hasta (n). Sólo aquellas secciones del Artículo 300 referenciadas en este Artículo se deben aplicar a los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3.

a) Número y tamaño de los conductores en una canalización. Véase 300-17.

b) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones de circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 deben cumplir con 300-21.

c) Ductos, plenums y otros espacios de circulación del aire. Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 instalados en ductos, plenums y otros espacios de circulación de aire deben cumplir con 300-22.

Excepción 1: Los cables de Clase 2 y Clase 3 seleccionados de acuerdo con la Tabla 725-154 e instalados de acuerdo con 725-135(b) y 300-22(b), se permitirá que se instalen en ductos fabricados específicamente para aire ambiental.

Excepción 2: Se permitirá que los cables de Clase 2 y Clase 3 seleccionados de acuerdo con la Tabla 725-154 e instalados de acuerdo con 725-135(c) se instalen en otros espacios usados para aire ambiental.

d) Áreas peligrosas (clasificadas). Cuando se instalen en áreas peligrosas (clasificadas), véanse los Artículos 500 al 516 y el Artículo 517, Parte D.

e) Charolas portacables. Cuando estén instalados en charolas portacables, véase el Artículo 392.

f) Circuitos de control de motores. Cuando se conecten en el lado de la carga de los dispositivos de protección de circuitos derivados de motores, como se especifica en 430-72(a).

g) Cable de instrumentación en charolas. Véase el Artículo 727.

h) Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas. Las instalaciones deben cumplir con 300-7(a).

i) Soporte vertical para cables y conductores clasificados para fuego. Instalaciones verticales de cables y conductores del tipo "integridad de circuito" en una canalización o conductores y cables de sistemas de protección de circuitos eléctricos deberán ser instaladas conforme a 300-19.

j) Pasacables. Se debe instalar un pasacables cuando los cables emergen de una canalización utilizada para soporte mecánico o para protección, conforme a 300-15(c).

k) Instalación de conductores con otros sistemas. Las instalaciones deben cumplir con lo establecido en la sección 300-8.

l) Lugares corrosivos, húmedos o mojados. Los cables de Clase 2 y Clase 3 instalados en lugares corrosivos, húmedos o mojados deben cumplir con los requisitos aplicables establecidos en las secciones 110-11, 300-5(B), 300-6, 300-9 y 310-10(g).

m) Ensamblajes de direccionamiento de cables. Se permitirá que los cables Clase 2 y Clase 3 y los tipo PLTC sean instalados en ensambles de enrutamiento de cables en *plenums*, ensambles de enrutamiento de cables en cubos verticales y ensambles de enrutamiento de cables de uso general seleccionados de acuerdo con la Tabla 800-154 (c), aprobados de acuerdo con las disposiciones de 800-182, e instalados de acuerdo con 800-110(c) y 800-113.

n) Canalizaciones de Comunicaciones. Se permitirá que los cables de Clase 2, Clase 3 y Tipo PLTC se instalen en canalizaciones de comunicación en *plenum*, en canalizaciones de comunicaciones de cubos verticales y en canalizaciones de comunicaciones de uso general seleccionadas de acuerdo con las disposiciones de la Tabla 800-154(b), aprobadas de acuerdo con 800-182, e instalados de acuerdo con las secciones 800-113 y 362-24 a 362-56, en los que se aplican los requisitos aplicables a los tubos eléctricos no metálicos (ENT).

725-21. Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de tableros diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe verse impedido por la acumulación de cables y alambres que evite la remoción de los paneles, incluso los paneles del plafón suspendido.

725-24. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 se deben instalar de manera organizada y profesional. Los cables y conductores instalados expuestos en la superficie de plafones y paredes laterales se deben sostener por la estructura del edificio, de modo que el cable no se dañe durante el uso normal del edificio. Los cables se deben sostener con correas, grapas, ganchos, amarres para cable o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4 (d).

725-25. Cables abandonados. La parte accesible de los cables abandonados Clase 2, Clase 3 y PLTC se debe retirar. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, ésta debe tener la durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

725-30. Identificación de los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 se deben identificar en los lugares de terminación y empalme, de manera tal que se evite la interferencia involuntaria con otros circuitos durante pruebas y mantenimiento.

725-31. Equipo de control de seguridad

a) Circuitos de control remoto. Los circuitos de control remoto de los equipos de control de seguridad se deben clasificar como Clase 1, si la falla del equipo puede producir un riesgo directo de incendio o muerte. No se consideran equipos de control de seguridad los termostatos para cuartos, los reguladores de la temperatura del agua y otros controles similares utilizados junto con los equipos de calefacción y aire acondicionado.

b) Protección física. Cuando una avería en el circuito de control remoto de un equipo de control de seguridad pueda producir un riesgo como los descritos en 725-31(a), todos los conductores de dichos circuitos de control remoto deben estar instalados en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tubo conduit metálico ligero, cable del tipo MI, cable del tipo MC u otro tipo debidamente protegido contra los daños físicos.

725-35. Requisitos de los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Un circuito de control remoto, de señalización o de potencia limitada debe cumplir con las siguientes partes de este Artículo:

- (1) Circuitos Clase 1: Las Partes A y B.
- (2) Circuitos Clase 2 y Clase 3: Las Partes A y C.

Parte B. Circuitos Clase 1

725-41. Clasificación de los circuitos Clase 1 y requisitos de alimentación. Los circuitos Clase 1 se deben clasificar en, circuitos de potencia limitada Clase 1 cuando cumplen las limitaciones de potencia de (a), o en circuitos de control remoto y señalización Clase 1 cuando se usen para control remoto o señalización y cumplan las limitaciones de potencia de (b) siguientes:

a) Circuitos de potencia limitada Clase 1. Estos circuitos deben estar alimentados por una fuente con salida nominal no mayor que 30 volts y 1000 voltamperes.

1) Transformadores Clase 1. Los transformadores utilizados para alimentar circuitos de potencia limitada Clase 1 deben cumplir con las secciones aplicables de las Partes A y B del Artículo 450.

2) Otras fuentes de alimentación Clase 1. Las fuentes de alimentación, que no sean transformadores, deben estar protegidas por dispositivos contra sobrecorriente con capacidad no superior al 167 por ciento de los voltamperes de la fuente divididos entre la tensión nominal. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben ser intercambiables con otros de mayor capacidad. Se permite que el dispositivo de protección contra sobrecorriente forme parte integral de la fuente de alimentación.

Para cumplir con la limitación de 1000 voltamperes establecida en 725-41(a), la salida máxima ($VA_{m\acute{a}x}$) de las fuentes de alimentación, que no sean transformadores, se debe limitar a 2500 voltamperes y el producto de la corriente máxima ($I_{m\acute{a}x}$) por la tensión máxima ($V_{m\acute{a}x}$) no debe superar los 10 000 voltamperes. Estos valores nominales se deben determinar puentando cualquier dispositivo de protección contra sobrecorriente en el circuito.

$VA_{m\acute{a}x}$ es la salida máxima en voltamperes después de un minuto de funcionamiento, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente (si se usa) puentado. Para determinar los $VA_{m\acute{a}x}$ no se debe desconectar la impedancia limitadora de corriente.

$I_{m\acute{a}x}$ es la corriente máxima de salida con cualquier carga no capacitiva, incluyendo un cortocircuito, y con la protección contra sobrecorriente (si se usa) puentada. Al determinar la $I_{m\acute{a}x}$ no se debe puentear mediante su derivación la impedancia de limitación de corriente. Cuando se utilice una impedancia de limitación de corriente, aprobada para esa aplicación o que forme parte de un producto aprobado, en combinación con una fuente de almacenamiento de energía, por ejemplo, una batería de acumuladores, para limitar la corriente de salida, se deben aplicar los límites de $I_{m\acute{a}x}$ después de 5 segundos.

$V_{m\acute{a}x}$ es la máxima tensión de salida independientemente de la carga, cuando se aplica la entrada nominal.

b) Circuitos de control remoto y señalización Clase 1. Estos circuitos no deben exceder 600 volts. No se exigirá limitar la potencia de salida de la fuente de alimentación.

725-43. Protección contra sobrecorriente de los circuitos Clase 1. La protección contra sobrecorriente para conductores 2.08 mm² (14 AWG) y mayores se debe proporcionar de acuerdo con la ampacidad de dichos conductores, sin aplicar factores de corrección y ajuste de ampacidad de 310-15 al cálculo de la ampacidad. La protección contra sobrecorriente no debe ser mayor de 7 amperes para conductores de 0.824 mm² (18 AWG) ni de 10 amperes para los de 1.31 mm² (16 AWG).

Excepción: Cuando otros Artículos de esta NOM exijan o permitan otra protección contra sobrecorriente.

NOTA: Por ejemplo, ver 430-72 para motores, 610-53 para grúas y montacargas y 517-74 (b) y 660-9 para equipos de rayos X.

725-45. Ubicación del dispositivo contra sobrecorriente de un circuito Clase 1. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar ubicados tal como se especifica en (a), (b), (c), (d) o (e) siguientes.

a) Punto de alimentación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar ubicados en el punto donde el conductor que se va a proteger recibe la alimentación.

b) Derivaciones del alimentador. Se permitirá que los conductores de circuitos Clase 1 sean derivados, sin protección contra sobrecorriente en la derivación, cuando el dispositivo contra sobrecorriente que protege el conductor del circuito esté dimensionado para proteger al conductor en derivación.

c) Derivaciones del circuito derivado. Los conductores de un circuito Clase 1 de 2.08 mm² (14 AWG) y mayores que estén derivados desde el lado carga del dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente de un circuito controlado de iluminación y fuerza requieren sólo protección de cortocircuito y falla a tierra y se permite protegerlos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado cuando la capacidad nominal de tales dispositivos sea máximo del 300 por ciento de la ampacidad del conductor del circuito Clase 1.

d) Lado del primario del transformador. Se permitirá que los conductores de un circuito Clase 1 alimentados por el secundario de un transformador monofásico con un secundario de sólo 2 hilos (una sola tensión), estén protegidos por la protección contra sobrecorriente instalada en el lado primario del transformador, siempre que dicha protección cumpla lo establecido en 450-3 y no exceda el valor determinado al multiplicar la ampacidad del conductor del secundario, por la relación de tensión del secundario al primario del transformador. Los conductores del secundario de un transformador diferente a uno de 2 hilos no se deben considerar como protegidos por la protección contra sobrecorriente del primario.

e) Lado de entrada de una fuente electrónica de alimentación. Se permitirá que los conductores de un circuito Clase 1 alimentados por la salida de una fuente electrónica de alimentación, aprobada, monofásica,

diferente a un transformador, que tenga sólo una salida de 2 hilos (una sola tensión) para conectarse con circuitos Clase 1, estén protegidos mediante la protección contra sobrecorriente proporcionada en el lado de entrada de la fuente electrónica de alimentación, siempre que esta protección no exceda el valor determinado al multiplicar la ampacidad de los conductores del circuito Clase 1 por la relación de la tensión de salida a la de entrada de la fuente electrónica de alimentación. Las salidas de una fuente electrónica de alimentación, diferentes a las de 2 hilos (una sola tensión), no deben considerarse protegidas por la protección contra sobrecorriente del primario.

725-46. Métodos de alambrado para circuitos Clase 1. Los circuitos Clase 1 se deben instalar de acuerdo con la Parte A del Artículo 300 y con los métodos de alambrado de los Artículos adecuados del Capítulo 3.

Excepción 1: Se permitirá aplicar las disposiciones de 725-48 hasta 725-51 en las instalaciones de los circuitos Clase 1.

Excepción 2: Los métodos permitidos o exigidos por otros artículos de esta NOM se deben aplicar a la instalación de circuitos Clase 1.

725-48. Conductores de distintos circuitos en el mismo cable, charola portacables, envolvente o canalización. Se permitirá instalar circuitos Clase 1 junto con otros circuitos según se especifica en 725-48(a) y (b).

a) Dos o más circuitos Clase 1. Se permitirá que los circuitos Clase 1 ocupen el mismo cable, charola portacables, envolvente o canalización, independientemente de si los circuitos individuales son de corriente continua o de corriente alterna, siempre que todos los conductores estén aislados para la máxima tensión de cualquier conductor que haya en el cable, charola portacables, envolvente o canalización.

b) Circuitos Clase 1 con circuitos de suministro de fuerza. Sólo se permitirá que los circuitos Clase 1 se instalen con conductores de suministro de fuerza como se especifica en (1) hasta (4) siguientes.

1) En un cable, envolvente o canalización. Se permitirá que los circuitos Clase 1 y los circuitos de suministro de fuerza ocupen el mismo cable, envolvente o canalización únicamente cuando el equipo alimentado esté funcionalmente asociado.

2) En centros de control ensamblados en fábrica o en el sitio. Se permitirá que los circuitos Clase 1 y los circuitos de suministro de fuerza se instalen en centros de control ensamblados en fábrica o en sitio.

3) En un pozo de visitas. Se permitirá que los circuitos Clase 1 y los circuitos de suministro de fuerza se instalen como conductores subterráneos en un pozo de visitas, siempre que se cumpla una de las siguientes condiciones:

- (1) Los conductores del circuito de suministro de fuerza o los conductores del circuito Clase 1 están en un cable con recubrimiento metálico o un cable tipo UF.
- (2) Además del aislamiento del alambre, los conductores del circuito Clase 1 estén separados permanentemente de los conductores de suministro de fuerza por un material continuo no conductor y fijo firmemente, como por ejemplo una tubería flexible.
- (3) Los conductores estén permanente y eficazmente separados de los de suministro de fuerza y asegurados firmemente a bastidores, aisladores u otros soportes aprobados.

4) En charolas portacables. Las instalaciones en charolas portacables deben cumplir con (1) ó (2) siguientes.

- (1) Los conductores del circuito Clase 1 y los conductores de suministro de fuerza no asociados funcionalmente con los conductores del circuito Clase 1, deben estar separados por una barrera fija y sólida de un material compatible con la charola portacables.
- (2) Se permitirá que los conductores del circuito Clase 1, y los conductores de suministro de fuerza no asociados funcionalmente con los conductores del circuito Clase 1, estén instalados en una charola portacables sin barreras, si todos los conductores están instalados con cables multiconductores separados de los tipos AC, MC, MI o TC, y todos los conductores en los cables están aislados a 600 volts o más.

725-49. Conductores de los circuitos Clase 1

a) Tamaño y uso. Se permitirá usar conductores de tamaños 0.824 mm² (18 AWG) y 1.31 mm² (16 AWG) siempre que las cargas que alimentan no superen las ampacidades de los conductores dadas en 402-5, y estén instalados en una canalización, un envolvente aprobado o en un cable aprobado. Los conductores de tamaño mayor de 1.31 mm² (16 AWG) no deben alimentar cargas mayores que las ampacidades dadas en 310-15. Los cordones flexibles deben cumplir lo dispuesto en el Artículo 400.

b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe ser para la tensión del sistema y no menos de 600 volts. Los conductores de tamaño mayor de 1.31 mm^2 (16 AWG) deben cumplir lo establecido en el Artículo 310. Los conductores de tamaño 0.824 mm^2 (18 AWG) y 1.31 mm^2 (16 AWG) deben ser de los Tipos FFH-2, KF-2, KFF-2, PAF, PAFF, PF, PFF, PGF, PGFF, PTF, PTFF, RFH-2, RFHH-2, RFHH-3, SF-2, SFF-2, TF, TFF, TFFN, TFN, ZF o ZFF. Se permitirá usar conductores con aislamiento de otros tipos y de otros espesores, siempre que estén aprobados para usarlos en circuitos Clase 1.

725-51. Número de conductores en charolas portacables y canalizaciones, y factores de ajuste de ampacidad

a) Conductores de los circuitos Clase 1. Cuando en una canalización sólo haya conductores de circuitos Clase 1, el número de conductores se debe determinar de acuerdo con 300-17. Sólo se deben aplicar los factores de ajuste de ampacidad de 310-15(b)(3)(a) si dichos conductores conducen cargas continuas en exceso del 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor.

b) Conductores de suministro de fuerza y de circuitos Clase 1. Cuando, según lo permitido en 725-48, en una canalización haya conductores de circuitos Clase 1 y para suministro de fuerza, el número de conductores se debe determinar de acuerdo con 300-17. Los factores de ajuste de ampacidad de 310-15(b)(3)(a) se deben aplicar del siguiente modo:

- (1) A todos los conductores, cuando los conductores del circuito Clase 1 conduzcan cargas permanentes mayores al 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor, y el número total de conductores sea más de tres.
- (2) Sólo a los conductores de suministro de fuerza, cuando los conductores del circuito Clase 1 no conduzcan cargas permanentes mayores al 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor, y el número total de conductores de alimentación sea más de tres.

c) Conductores de circuitos Clase 1 en charolas portacables. Cuando haya conductores de circuitos Clase 1 instalados en charolas portacables, éstos deben cumplir lo establecido en 392-22 y 392-80(a).

725-52. Circuitos que se extienden más allá de un edificio. Si los circuitos Clase 1 salen en forma aérea más allá de un edificio, también deben cumplir los requisitos del Artículo 225.

Parte C. Circuitos Clase 2 y Clase 3

725-121. Fuentes de alimentación para circuitos Clase 2 y Clase 3.

a) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación para un circuito Clase 2 o Clase 3 debe ser como se especifica en (1), (2), (3), (4) ó (5) siguientes.

NOTA 1: En la Nota 1 de la Figura 725-121 se indica la relación entre las fuentes de alimentación Clase 2 o Clase 3, su alimentación, y los circuitos Clase 2 o Clase 3.

NOTA 2: En las Tablas 11(a) y 11(b) del Capítulo 10 se establecen los requisitos para las fuentes de alimentación aprobadas Clase 2 y Clase 3.

- (1) Un transformador aprobado para Clase 2 o Clase 3.
- (2) Una fuente de alimentación aprobada para Clase 2 o Clase 3.
- (3) Otro equipo aprobado y marcado para identificar la fuente de alimentación Clase 2 o Clase 3.

Excepción 1 para (3): No se exigirá que los termopares estén aprobados como fuente de alimentación Clase 2.

Excepción 2 para (3): Los circuitos de potencia limitada de equipos aprobados cuando tales circuitos tengan niveles de energía con valor nominal en o por debajo de los límites establecidos en las Tablas 11(a) y 11(b) del Capítulo 10.

NOTA: Ejemplos de otros equipos aprobados son:

- 1) Un circuito impreso aprobada para uso como fuente de alimentación para circuitos Clase 2 o Clase 3 si forma parte de un conjunto aprobado.
- 2) Una impedancia limitadora de corriente aprobada para ese propósito o que forma parte de un producto aprobado, utilizada junto con un transformador de potencia no limitada o una fuente de almacenamiento de energía, como una batería de acumuladores, para limitar la corriente de salida.
- 3) Un termopar.
- 4) Un circuito secundario de comunicaciones de impedancia limitada o de corriente/tensión limitado de equipos de control industrial.

- (4) Los circuitos de potencia limitada de los equipos de audio/video de tecnología de la información (computadora), circuitos de potencia limitada de comunicaciones y equipo industrial aprobados

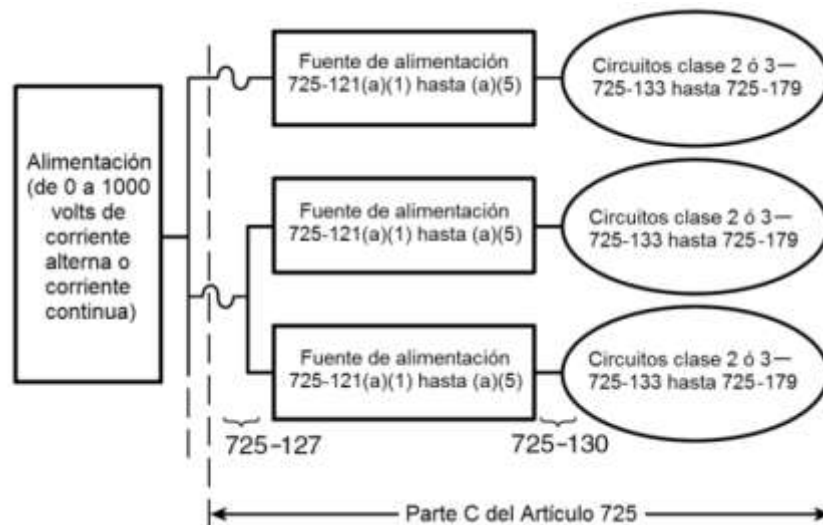


Figura 725-121.- No. 1 Circuitos Clase 2 y Clase 3

NOTA. Estos circuitos son normalmente los que se usan para interconectar equipos de tecnología de la información con el propósito de intercambiar información (datos).

- (5) Una pila seca (zinc-carbón, alcalina, de mercurio, óxido de plata, níquel-cadmio o litio son algunas de las pilas secas) se debe considerar una fuente de alimentación Clase 2 intrínsecamente limitada, siempre que su tensión sea de 30 volts o menos y que su capacidad sea igual o menor que la disponible en las pilas No. 6 de zinc y carbón conectadas en serie (1/2 de ampere continuo).

b) Interconexión de fuentes de alimentación. No se deben conectar en paralelo ni interconectar de ningún otro modo las salidas de las fuentes de alimentación Clase 2 ó Clase 3, a menos que estén aprobadas para ello.

c) Marcado. Las fuentes de energía para los circuitos limitados de potencia a que hacen referencia las secciones 725-121(a)(3) y los circuitos eléctricos limitados para la tecnología de información de audio / vídeo (equipo) y el equipo industrial mencionado en la sección 725-121(a)(4) deberán tener una etiqueta que indique la tensión máxima y la corriente de salida para cada punto de conexión.

725-124. Marcado del circuito. El equipo que alimenta a los circuitos debe tener una marca duradera, plenamente visible que indique que cada circuito es Clase 2 ó Clase 3.

725-127. Métodos de alambrado en el lado fuente de las fuentes de alimentación Clase 2 ó Clase 3. Los conductores y equipos en el lado fuente de las fuentes de alimentación se deben instalar de acuerdo con los requisitos correspondientes de los Capítulos 1 a 4. Los transformadores u otros dispositivos que se alimenten desde circuitos de alumbrado o de fuerza deben estar protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de máximo 20 amperes.

Excepción: Se permitirá que los terminales de entrada de un transformador u otra fuente de alimentación que alimenten a un circuito Clase 2 o Clase 3, sean de tamaño menor que 2.08 mm² (14 AWG) pero no menor que 0.824 mm² (18 AWG), si no tienen más de 305 milímetros de longitud y tienen un aislamiento que cumpla lo establecido en 725-49 (b).

725-130. Materiales y métodos de alambrado en el lado carga de la fuente de alimentación Clase 2 ó Clase 3. Se permitirá que los circuitos Clase 2 y Clase 3 en el lado de la carga de la fuente de alimentación se instalen usando métodos de alambrado y materiales, de acuerdo con lo establecido en (a) o (b) siguientes.

a) Métodos de alambrado y materiales Clase 1. La instalación se debe hacer de acuerdo con 725-46.

Excepción 1: No se deben aplicar los factores de ajuste de ampacidad dados en 310-15 (b)(3)(a).

Excepción 2: Se permitirá que los circuitos Clase 2 y Clase 3 se reclasifiquen e instalen como circuitos Clase 1, si se eliminan las marcas exigidas en 725-124 para Clase 2 y Clase 3, y todo el circuito se instala usando los métodos de alambrado y los materiales de acuerdo con la Parte B, Circuitos Clase 1.

NOTA: Los circuitos Clase 2 y Clase 3 reclasificados e instalados como circuitos Clase 1 ya no son circuitos Clase 2 ó Clase 3, independientemente de que sigan conectados a una fuente de alimentación Clase 2 ó Clase 3.

b) Métodos de alambrado Clase 2 y Clase 3. Los conductores en el lado carga de la fuente de alimentación deben estar aislados cumpliendo como mínimo los requisitos de 725-179 y se deben instalar de acuerdo con 725-133 y 725-154.

Excepción 1: Según se especifica en 620-21 para ascensores y equipos similares.

Excepción 2: Se permitirá que otros métodos de alambrado y materiales, instalados según los requisitos de 725-3 amplíen o reemplacen los conductores y cables descritos en 725-179 y permitidos por 725-130(b).

Excepción 3: Se permitirá usar conductores Clase 2, desnudos como parte de un sistema de protección contra intrusión, cuando se instale de acuerdo con las instrucciones del fabricante del sistema.

725-133. Instalación de los conductores y equipos en cables, compartimientos, charolas portacables, envolventes, pozos de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos, canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables para circuitos Clase 2 y Clase 3.

Los conductores y equipos para circuitos Clase 2 y Clase 3 se deben instalar de acuerdo con 725-135 hasta 725-144.

725-135. Instalación de cables de Clase 2, Clase 3 y PLTC. La instalación de cables de Clase 2, Clase 3 y PLTC debe cumplir con lo establecido en las secciones 725-135(a) hasta (m).

(a) Aprobado. Los cables de Clase 2, Clase 3 y PLTC instalados en edificios deben estar aprobados.

b) Ductos específicamente fabricados para ventilación ambiental. Deben permitirse los siguientes cables en ductos específicamente fabricados para uso en ventilación ambiental, como se describe en la sección 300-22(b), si están directamente asociados con el sistema de distribución de aire:

(1) Cables de los tipos CL2P y CL3P, en tramos tan cortos como sea factible para el desempeño de la función requerida

(2) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3, CL2X, CL3X y PLTC, instalados en canalizaciones que cumplan con lo establecido en la sección 300-22(b)

c) Otros espacios utilizados para ventilación ambiental (*plenums*). Deben permitirse los siguientes cables en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental, según se describe en la sección 300-22(c):

(1) Cables de los tipos CL2P y CL3P

(2) Cables de los tipos CL2P y CL3P instalados en canalizaciones de comunicaciones para *plenums*

(3) Cables de los tipos CL2P y CLP3 instalados en ensambles enrutadores de cables

(4) Cables de los tipos CL2P y CLP3 y canalizaciones de comunicaciones para ventilación ambiental, soportadas por charolas portacables metálicas abiertas o sistemas de charolas portacables

(5) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3, CL2X, CL3X y PLTC, instalados en canalizaciones instaladas de conformidad con lo establecido en la sección 300-22(c)

(6) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3, CL2X, CL3X y PLTC soportados por charolas portacables metálicas de fondo sólido con cubiertas metálicas sólidas en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*), según se describe en la sección 300-22(c).

(7) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3, CL2X, CL3X y PLTC instalados en canalizaciones de comunicaciones para *plenums*, canalizaciones de comunicaciones para cubos verticales y canalizaciones de comunicaciones para propósitos generales, soportados por charolas portacables metálicas de fondo sólido con cubiertas metálicas sólidas en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*), según se describe en la sección 300-22(c).

d) Cubos verticales-Cables en trayectorias verticales. Deben permitirse los siguientes cables en trayectorias verticales que penetren uno o más pisos y en las trayectorias verticales de un foso:

(1) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R y CL3R

(2) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R y CL3R instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones para *plenums*

b. Ensamblés de enrutamiento de cables para *plenums*

c. Canalizaciones de comunicaciones para cubos verticales

d. Ensamblés de enrutamiento de cables para cubos verticales

NOTA: Ver sección 300-31 sobre requisitos de sellos cortafuego para penetraciones en pisos.

e) Cubos verticales-Cables en canalizaciones metálicas. Deben permitirse los siguientes cables en canalizaciones metálicas de un cubo vertical con sellos cortafuego en cada uno de los pisos:

- (1) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3, CL2X, CL3X y PLTC
- (2) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3, CL2X, CL3X y PLTC instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones para *plenums*
 - b. Canalizaciones de comunicaciones para cubos verticales
 - c. Canalizaciones de comunicaciones para propósitos generales

NOTA: Ver sección 300-31 sobre requisitos de sellos cortafuego para penetraciones en pisos.

f) Cubos verticales-Cables en fosos a prueba de incendios. Debe permitirse que los siguientes cables se instalen en fosos de tramos verticales a prueba de incendios, con sellos cortafuego en cada uno de los pisos:

- (1) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3, CL2X, CL3X y PLTC
- (2) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3 y PLTC instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones para *plenums*
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones de comunicaciones para cubos verticales
 - d. Ensamblados de enrutamiento de cables para cubos verticales
 - e. Canalizaciones de comunicaciones para propósitos generales
 - f. Ensamblados de enrutamiento de cables para propósitos generales

NOTA: Ver sección 300-31 sobre requisitos de sellos cortafuego para penetraciones en pisos.

g) Cubos verticales-Viviendas unifamiliares y bifamiliares. Deben permitirse los siguientes cables en viviendas unifamiliares y bifamiliares:

- (1) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3 y PLTC
- (2) Cables de los tipos CL2X y CL3X de menos de 6 mm (0.25 pulgadas) de diámetro
- (3) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3 y PLTC instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones para *plenums*
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones de comunicaciones para cubos verticales
 - d. Ensamblados de enrutamiento de cables para cubos verticales
 - e. Canalizaciones de comunicaciones para fines generales
 - f. Ensamblados de enrutamiento de cables para fines generales

h) Charolas portacables. Los cables instalados en charolas portacables exteriores deben ser del tipo PLTC. Debe permitirse que los siguientes cables sean sostenidos por charolas portacables situadas en edificios:

- (1) Cables de los tipos CM CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3 y PLTC
- (2) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3 y PLTC instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones para *plenums*
 - b. Canalizaciones de comunicaciones para cubos verticales
 - c. Canalizaciones de comunicaciones para propósitos generales

i) Arreglos de conexión cruzada. Debe permitirse que los siguientes cables se instalen en arreglos de conexión cruzada:

- (1) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3 y PLTC
- (2) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3 y PLTC instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones para *plenums*
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*

- c. Canalizaciones de comunicaciones para cubos verticales
- d. Ensamblajes de enrutamiento de cables para cubos verticales
- e. Canalizaciones de comunicaciones para fines generales
- f. Ensamblajes de enrutamiento de cables para propósitos generales

j) Establecimientos industriales. En establecimientos industriales donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas estarán a cargo de la instalación, deben permitirse cables de tipo PLTC, de acuerdo con lo establecido en (1) o (2) de la siguiente manera:

(1) Donde el cable no esté sujeto a daños físicos, los cables de tipo PLTC que cumplan con los requisitos de impacto y aplastamiento de cables de tipos MC y estén identificados como PLTC-ER para dicho uso, debe permitirse que estén expuestos entre la charola portacables y el equipo de utilización o dispositivo. El cable debe estar soportado de manera continua y protegido contra daños físicos, por medio de protección mecánica, tales como soportes, ángulos o canales dedicados. El cable debe estar soportado y fijado de manera segura, a intervalos que no excedan de 1.8 m. Si no está sujeto a daños físicos, se permitirá que el cable de tipo PLTC-ER pase entre charolas portacables y equipo o dispositivos de utilización a una distancia que no exceda 1,8 m sin soporte continuo. El cable deberá ser soportado mecánicamente cuando salga de la charola portacables para asegurar que no se exceda el radio mínimo de curvatura.

(2) Debe permitirse instalar, de manera expuesta, cables de tipo PLTC, con cubierta metálica o armadura, de acuerdo con lo establecido en la sección 725-179(e). El cable debe estar soportado de manera continua y protegido contra daños físicos, por medio de protección mecánica, tales como soportes, ángulos o canales dedicados. El cable debe estar fijado de manera segura a intervalos que no excedan de 1.8 m.

k) Otros lugares de un edificio. Debe permitirse que los siguientes cables sean instalados en lugares de un edificio diferentes de aquellos mencionados en las secciones 725-135(b) hasta (i):

- (1) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3 y PLTC
- (2) Un máximo de 3 m de cables de tipo CL2X expuestos, en espacios no ocultos
- (3) Un máximo de 3 m de cables de tipo CL3X expuestos, en espacios no ocultos
- (4) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3 y PLTC instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones para *plenums*
 - b. Ensamblajes de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones de comunicaciones para cubos verticales
 - d. Ensamblajes de enrutamiento de cables para cubos verticales
 - e. Canalizaciones de comunicaciones para propósitos generales
 - f. Ensamblajes de enrutamiento de cables para propósitos generales

(5) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3, CL2X, CL3X y PLTC instalados en las canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3:

(6) Cables de comunicaciones de tipo CMUC para bajo alfombras, instalados debajo de alfombras, pisos modulares y tablonés.

l) Viviendas multifamiliares. Debe permitirse que los siguientes cables sean instalados en viviendas multifamiliares de lugares diferentes de aquellos mencionados en las secciones 725-135(b) hasta (i):

- (1) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3 y PLTC
- (2) Cables del tipo CL2X de menos de 6 mm de diámetro, en espacios no ocultos
- (3) Cables del tipo CL3X de menos de 6 mm de diámetro, en espacios no ocultos
- (4) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3 y PLTC instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones para *plenums*
 - b. Ensamblajes de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones de comunicaciones para cubos verticales
 - d. Ensamblajes de enrutamiento de cables para cubos verticales
 - e. Canalizaciones de comunicaciones para propósitos generales
 - f. Ensamblajes de enrutamiento de cables para propósitos generales

(5) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3, CL2X, CL3X y PLTC instalados en las canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3

(6) Cables de comunicaciones de tipo CMUC para bajo alfombras, instalados debajo de alfombras, pisos modulares y tableros.

m) Viviendas unifamiliares y bifamiliares. Debe permitirse que los siguientes cables sean instalados en viviendas unifamiliares y bifamiliares de lugares diferentes de aquellos mencionados en las secciones 725.135(B) hasta (I):

- (1) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3 y PLTC
- (2) Cables de los tipos CL2X de menos de 6 mm (0.25 pulgadas) de diámetro
- (3) Cables de los tipos CL3X de menos de 6 mm (0.25 pulgadas) de diámetro
- (4) Cables de comunicación de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3 y PLTC instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones para *plenums*
 - b. Ensamblajes de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones de comunicaciones para cubos verticales
 - d. Ensamblajes de enrutamiento de cables para cubos verticales
 - e. Canalizaciones de comunicaciones para propósitos generales
 - f. Ensamblajes de enrutamiento de cables para propósitos generales

(5) Cables de los tipos CL2P, CL3P, CL2R, CL3R, CL2, CL3, CL2X, CL3X y PLTC instalados en las canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3

(6) Cables de comunicaciones de tipo CMUC para bajo alfombras, instalados debajo de alfombras, pisos modulares y tableros

725-136. Separación entre los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

a) Generalidades. Los cables y conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 no deben colocarse en cables, compartimientos, charolas portacables, envoltorios, pozos de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos ni canalizaciones o accesorios similares con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, y circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que así lo permita algún inciso de (b) hasta (i) siguientes:

b) Separados por barreras. Se permitirá que los circuitos Clase 2 y Clase 3 se instalen junto con conductores de alumbrado eléctrico, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, cuando estén separados por una barrera.

c) Canalizaciones dentro de envoltorios. Se permitirá instalar los circuitos Clase 2 y Clase 3 en envoltorios, pero dentro de una canalización que los separe de los circuitos Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizada por una red de potencia media.

d) Sistemas asociados dentro de los envoltorios. Se permitirá que los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 en compartimientos, envoltorios, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares se instalen con los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media si se introducen únicamente para conectarse a los equipos conectados a los circuitos Clase 2 y Clase 3, y donde aplican (1) ó (2).

- (1) Los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media se enruten de modo que mantengan una separación mínima de 6 milímetros de los cables y conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3.
- (2) Los conductores del circuito que operen a 150 volts o menos a tierra y cumplan además con uno de los siguientes requisitos:

- a. Que los circuitos Clase 2 y Clase 3 se instalen usando cables de los tipos CL3, CL3R o CL3P o cables sustitutos permitidos, siempre que los conductores del cable del circuito Clase 3 que se prolonguen más allá de la cubierta estén separados de todos los demás conductores por una distancia mínima de 6 milímetros o por una manga no conductora o una barrera no conductora.
- b. Que los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 se instalen como un circuito Clase 1, de acuerdo con 725-41.

e) Envoltentes con una sola abertura. Se permitirá instalar los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 que entren en compartimentos, envoltentes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares, con los circuitos Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, si se introducen únicamente para conectarse a los equipos conectados a los circuitos Clase 2 ó Clase 3. Cuando los conductores de un circuito Clase 2 y Clase 3 deban entrar en un envoltente con una sola abertura, se permitirá que lo hagan a través de un accesorio sencillo (tal como una "T") siempre que los conductores estén separados de los conductores de los demás circuitos por un elemento no conductor, continuo y fijo firmemente, como una tubería flexible.

f) Pozos de visita. Se permitirá instalar conductores de circuitos subterráneos de Clase 2 y Clase 3 en un pozo de visita con circuitos Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizada por una red de potencia media, si se cumple una de las siguientes condiciones:

- (1) Los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizada por una red de potencia media, estén dentro de un cable con recubrimiento metálico o un cable del Tipo UF.
- (2) Los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 estén permanente y eficazmente separados de los conductores de los otros circuitos mediante una barrera no conductora continua y fija firmemente, tal como una tubería flexible, adicional al aislamiento o recubrimiento del alambre.
- (3) Los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 estén permanente y eficazmente separados de los conductores de los otros circuitos y asegurados firmemente a soportes, aisladores u otros soportes aprobados.

g) Charolas portacables. Se permitirá instalar los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 en charolas portacables, donde los conductores de los circuitos de alumbrado, Clase 1, y de alarma contra incendios de potencia no limitada estén separados mediante una barrera fija sólida de un material compatible con el de la charola portacables, o cuando los circuitos Clase 2 y Clase 3 estén instalados en cable del tipo MC.

h) En los fosos de elevadores. En los fosos de elevadores, los conductores de los circuitos Clase 2 ó Clase 3 se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit metálico ligero. Para ascensores o equipos similares, se permitirá que estos conductores se instalen como se indica en 620-21.

i) Otras aplicaciones. Para otras aplicaciones, los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 deben estar separados como mínimo 5 centímetros de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando: (a) todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media o (b) todos los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 estén instalados en una canalización o armadura metálica, cable armado, cables con armadura no metálica o cable de Tipo UF.
- (2) Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media estén separados permanentemente de todos los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 por una barrera continua, no conductora y fija firmemente, tal como tubos de porcelana o tubería flexible, adicional al aislamiento de los conductores.

725-139. Instalación de conductores de distintos circuitos en el mismo cable, envoltente, charola portacables, canalización o ensamble de enrutamiento de cables.

a) Dos o más circuitos Clase 2. Se permitirá instalar los conductores de dos o más circuitos Clase 2 en el mismo cable, envoltente, canalización o ensamble de enrutamiento de cables.

b) Dos o más circuitos Clase 3. Se permitirá instalar los conductores de dos o más circuitos Clase 3 en el mismo cable, envolvente, canalización o ensamble de enrutamiento de cables.

c) Circuitos Clase 2 con circuitos Clase 3. Se permitirá instalar los conductores de uno o más circuitos Clase 2 en el mismo cable, envolvente, canalización o ensamble de enrutamiento de cables. con conductores de circuitos Clase 3, siempre que el aislamiento de los conductores de los circuitos Clase 2 que haya en el cable, envolvente, canalización o ensamble de enrutamiento de cables sea como mínimo el exigido para los conductores de los circuitos Clase 3.

d) Circuitos Clase 2 y Clase 3 con circuitos de comunicaciones.

1) Clasificados como circuitos de comunicaciones. Se permitirá instalar los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 en el mismo cable con circuitos de comunicaciones, en cuyo caso los circuitos Clase 2 y Clase 3 se deben clasificar como circuitos de comunicaciones y se deben instalar de acuerdo con los requisitos del Artículo 800. Los cables deben estar aprobados como cables de comunicaciones.

2) Cables combinados. Se permitirá que los cables contruidos con conductores individuales aprobados Clase 2, Clase 3 y de comunicaciones, instalados dentro de la misma cubierta estén clasificados como cables de comunicaciones. La clasificación de resistencia nominal al fuego de los cables combinados se debe determinar por el desempeño del cable compuesto.

e) Cables Clase 2 o Clase 3 con cables de otros circuitos. Se permitirá que en el mismo envolvente, charola portacables, canalización o ensamble de enrutamiento de cables haya cables con cubierta de circuitos Clase 2 o Clase 3 con cables con cubierta de cualquiera de los siguientes circuitos:

- (1) Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada que cumplan lo establecido en las Partes A y C del Artículo 760.
- (2) Cables de fibra óptica, conductores o no conductores, que cumplan lo establecido en las Partes A y D del Artículo 770.
- (3) Circuitos de comunicaciones que cumplan lo establecido en las Partes A y D del Artículo 800.
- (4) Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión que cumplan lo establecido en las Partes A y D del Artículo 820.
- (5) Cables de comunicaciones de banda ancha alimentados desde una red de baja potencia, de conformidad con las Partes A y D del Artículo 830.

f) Conductores o cables Clase 2 o Clase 3 y circuitos de sistemas de audio. No se permitirá que los circuitos de sistemas de audio descritos en 640-9(c), e instalados usando métodos de alambrado Clase 2 o Clase 3, de conformidad con 725-133 y 725-154, se instalen en el mismo cable, canalización o ensamble de enrutamiento de cables con conductores o cables Clase 2 o Clase 3.

725-141. Instalación de conductores de circuitos que se extienden más allá de un edificio. Cuando los conductores de los circuitos Clase 2 o Clase 3 se extienden más allá de un edificio y estén tendidos de modo que puedan entrar en contacto accidental con conductores de alumbrado o de fuerza que funcionen a más de 300 volts a tierra, o estén expuestos a las descargas atmosféricas en los tramos que haya entre los edificios de un mismo inmueble, también se deben aplicar los siguientes requisitos:

- (1) Los establecidos en 800-44, 800-50, 800-53, 800-93, 800-100, 800-170(a) y 800-170(b), cuando los conductores no sean coaxiales.
- (2) Los establecidos en 820-44, 820-93 y 820-100 para conductores coaxiales.

725-143. Soporte de los conductores. Los conductores de los circuitos Clase 2 ó Clase 3 no deben sujetarse con abrazaderas, cinta o cualquier otro medio a cualquier tubo conduit u otra canalización como un medio de soporte. Se permitirá que estos conductores se instalen según lo permite 300-11 (b)(2).

725-144. Transmisión de potencia y datos. Los requisitos de la sección 725-144(a) y (b) se aplicarán a los circuitos de Clase 2 y Clase 3 que transmiten potencia y datos a un dispositivo alimentado por este sistema. Los requisitos de las Partes A y C de los Artículos 725 y 300-11 se aplicarán a los circuitos de Clase 2 y Clase 3 que transmitan potencia y datos. Los conductores que transmiten potencia para los circuitos de datos deben ser de cobre. La corriente en el circuito de potencia no debe exceder los límites de corriente de los conectores.

NOTA 1: Un ejemplo del uso de cables que transmiten potencia y datos es la conexión de circuito cerrado de TV Cámaras (CCTV).

NOTA 2: El conector 8P8C está siendo utilizado ampliamente con sistemas de comunicación alimentados. Estos conectores son típicamente declarados máximo a 1.3 Amperes.

a) Uso de Cables Clase 2 o Clase 3 para Transmitir Energía y Datos. Cuando se utilicen los tipos CL3P, CL2P, CL3R, CL2R, CL3R, CL2R o CL2, para transmitir potencia y datos se aplicará lo siguiente:

- (1) Las ampacidades de la Tabla 725-144 se aplicarán a una temperatura ambiente de 30 °C.
- (2) Para temperaturas ambiente superiores a 30 °C, se aplicarán los factores de corrección de 310-15 (b)(2).

NOTA: un ejemplo del uso de cables Clase 2 es una red de cámaras de un circuito cerrado de televisión usando cables 24 AWG, declarados para 60°C, del tipo CL2R, categoría 5e para red de área local (LAN).

Tabla 725-144. Ampacidades de cada conductor en amperes en 4 pares de cables de energía y datos de Clase 2 o Clase 3 basados en conductores de cobre a una temperatura ambiente de 30 °C con todos los conductores de todos los cables portadores de corriente a 60 °C, 75 °C y 90 °C nominales

AWG	Número de cables de 4 pares en un paquete						
	1	2-7	8-19	20-37	38-61	62-91	92-192
	Temperatura	Temperatura	Temperatura	Temperatura	Temperatura	Temperatura	Temperatura
	60°C 75°C 90°C	60°C 75°C 90°C	60°C 75°C 90°C	60°C 75°C 90°C	60°C 75°C 90°C	60°C 75°C 90°C	60°C 75°C 90°C
26	1 1 1	1 1 1	0.7 0.8 1	0.5 0.6 0.7	0.4 0.5 0.6	0.4 0.5 0.6	NA NA NA
24	2 2 2	1 1.4 1.6	0.8 1 1.1	0.6 0.7 0.9	0.5 0.6 0.7	0.4 0.5 0.6	0.3 0.4 0.5
23	2.5 2.5 2.5	1.2 1.5 1.7	0.8 1.1 1.2	0.6 0.8 0.9	0.5 0.7 0.8	0.5 0.7 0.8	0.4 0.5 0.6
22	3 3 3	1.4 1.8 2.1	1 1.2 1.4	0.7 0.9 1.1	0.6 0.8 0.9	0.6 0.8 0.9	0.5 0.6 0.7

Nota 1: Para tamaños de atado de cables de más de 192 cables, o para conductores de tamaño inferior a 26 AWG, se permitirá la determinación de ampacidades por personal calificado bajo supervisión de ingeniería.

Nota 2: Cuando sólo la mitad de los conductores de cada cable lleven corriente, se permitirá que los valores de la tabla aumenten en un factor de 1.4.

Nota 3: Los tamaños de los conductores en los cables de datos de uso generalizado son típicamente 22-26 AWG.

b) Uso de Cables Clase 2-LP o Clase 3-LP para transmitir potencia y datos. Se permitirá el suministro de energía a los equipos CL3P-LP, CL2P-LP, CL3R-LP, CL2R-LP, -CL3-LP o CL2-LP a un nivel de corriente arriba del límite de amperes marcado inmediatamente después de el Sufijo LP y se le permitirá transmitir datos al equipo. Los cables Clase 2-LP y Clase 3-LP deberán cumplir con lo siguiente:

NOTA 1: El "(xxA)" que sigue al sufijo -LP indica la intensidad de cada conductor en un cable.

NOTA 2: Un ejemplo de un cable de potencia limitada (LP) es un cable marcado con Tipo CL2-LP (0.5A), 23 AWG. Un tipo CL2-LP (0.5), 23 AWG podría utilizarse en cualquier lugar donde se pudiera utilizar un tipo CL2; sin embargo, el cable LP sería adecuado para transportar hasta 0.5 Amperes por conductor, independientemente del número de cables en un atado de cables. Si se utiliza en un atado de cables de 7 cables, el mismo cable podría transportar hasta 1.2 amperes por conductor.

(1) Se permitirá que los cables con el sufijo "-LP" se instalen en atado de cables, canalizaciones, bandejas de cables, canalizaciones de comunicaciones y ensambles de enrutamiento de cables.

(2) Los cables con el sufijo "-LP" y un nivel de amperaje marcado deberán seguir la jerarquía de sustitución de la Tabla 725-154 y la Figura 725-154 (a) para el tipo de cable sin el sufijo "LP" y sin el nivel de amperaje marcado.

(3) El diseño del sistema podrá ser permitido a personas calificadas bajo supervisión de ingenieros.

725-154. Aplicaciones de los cables aprobados Clase 2, Clase 3 y PLTC. Los cables Clase 2, Clase 3 y PLTC deben cumplir cualquiera de los requisitos descritos en los incisos (a) hasta (c) siguientes y como se indica en la Tabla 725-154

Tabla 725.154 Aplicaciones de cables de Clase 2, Clase 3, CMUC y PLTC, ubicados en edificios.

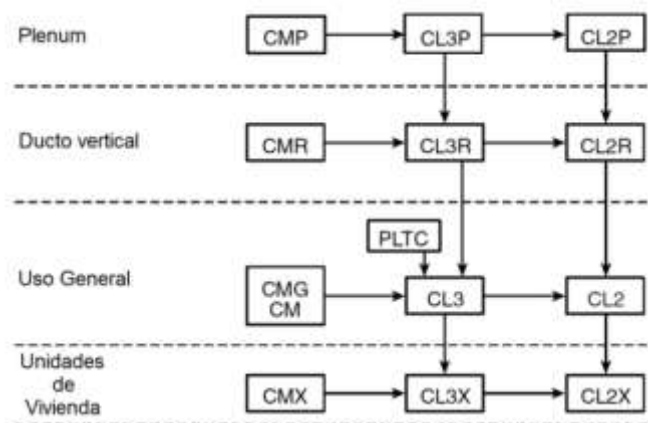
Aplicaciones		Tipo de cable					
		CL2P & CL3P	CL2R & CL3R	CL2 & CL3	CL2X & CL3X	CMUC	PLTC
En ductos fabricados, según lo descrito en 300-22(b)	En ductos fabricados	Y*	N	N	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(b)	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*
En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental, según lo descrito en 300-22(c)	En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental	Y*	N	N	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(b)	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámaras de distribución de aire	Y*	N	N	N	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámaras de distribución de aire	Y*	N	N	N	N	N
	Sostenido por bandejas portacables metálicas abiertas	Y*	N	N	N	N	N
	Sostenido por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas	Y*	Y*	Y*	Y*	N	N
En tramos verticales	En trayectos verticales	Y*	Y*	N	N	N	N
	En canalizaciones metálicas	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*
	En fosos a prueba de incendios	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámaras de distribución de aire	Y*	Y*	N	N	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámaras de distribución de aire	Y*	Y*	N	N	N	N
	En canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales	Y*	Y*	N	N	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales	Y*	Y*	N	N	N	N
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*
Dentro de edificios, en lugares diferentes de espacios de manejo de aire y tramos verticales	Generalidades	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*
	En viviendas multifamiliares	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*
	En espacios no ocultos	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*
	Sostenido por bandejas portacables	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*
	Debajo de tapetes	N	N	N	N	Y*	N
	En arreglos de conexión cruzada	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*

	En cualquiera de las canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámaras de distribución de aire	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámaras de distribución de aire	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para fines generales	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables para fines generales	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*

Nota: Una "N" en la tabla indica que no debe permitirse que el tipo de cable sea instalado en la aplicación. Una "Y*" indica que debe permitirse que el cable sea instalado en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en las secciones 725-130 hasta 725-143.

Tabla 725-154(a).- Sustituciones de los cables

Tipo de Cable	Sustituciones permitidas
CL3P	CMP
CL2P	CMP, CL3P
CL3R	CMP, CL3P, CMR, LSOH
CL2R	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R, LSOH
PLTC	
CL3	CMP, CL3P, CMR, CL3R, CMG, CM, PLTC, LSOH
CL2	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R, CL2R, CMG, CM, PLTC, CL3, LSOH
CL3X	CMP, CL3P, CMR, CL3R, CMG, CM, PLTC, CL3, CMX, LSOH
CL2X	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R, CL2R, CMG, CM, PLTC, CL3, CL2, CMX, CL3X, LSOH



Tipo CM — Cables y alambres para comunicaciones
 Tipo CL2 y CL3 — Cables clase 2 y 3 de control remoto, señalización y potencia limitada
 Tipo PLTC — Cable de potencia limitada para charola portacables

A → **B** Se permitirá usar el cable A en lugar del cable B.

Figura 725-154(g).- Jerarquía de la sustitución de cables

a) Sustituciones de los cables Clase 2 y Clase 3. Se permitirán las sustituciones de los cables Clase 2 y Clase 3 indicados en la Tabla 725-154(a) e ilustrados en la Figura 725-154(a). Cuando se instalan cables sustitutos, se deben aplicar los requisitos de alambrado del Artículo 725, Partes A y C.

NOTA: Para más información sobre los cables de los Tipos CMP, CMR, CM y CMX, ver 800-179.

b) Cables Clase 2, Clase 3, PLTC de integridad del circuito (CI) o sistemas de protección del circuito eléctrico. Se permitirá el uso de cable de integridad del circuito (CI) o un sistema aprobado de protección del circuito eléctrico en sistemas de potencia limitada, para su uso en sistemas de control remoto, de señalización o de potencia limitada que alimentan circuitos críticos para garantizar la integridad del circuito para una operación continua durante un tiempo específico bajo condiciones de incendio.

c) Circuitos Termocople. Se permite que los conductores de los cables Tipo PLTC utilizados para circuitos termocople Clase 2 sean de cualquiera de los materiales usados como extensión en los termocoples

Parte D. Requisitos de aprobación

725-170. Aprobado y marcado de equipos para transmisión de energía y datos. La fuente de energía para circuitos destinados a suministrar energía y datos a través de cables de Clase 2 a equipos remotos deberá ser la especificada en 725-121(a)(1), (a)(2), (a)(3) o (a)(4). De acuerdo con la sección 725-121(b), las fuentes de energía no tendrán las conexiones de salida paralelas o interconectadas de otra manera, a menos que estén aprobadas para tal interconexión. Los aparatos conectados a un circuito que suministra datos y energía deben ser aprobados. La marcación de las conexiones de salida del equipo debe estar de acuerdo con 725-121(c).

725-179. Aprobación y marcado de los cables Clase 2, Clase 3 y Tipo PLTC. Los cables Clase 2, Clase 3 y PLTC, instalados como métodos de alambrado dentro de edificios, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego y otros criterios según 725-179(a) hasta (i) y deben estar marcados según 725-179(j).

a) Tipos CL2P y CL3P. Los cables de los tipos CL2P y CL3P para *plenums*, deben estar aprobados como adecuados para su uso en *plenums*, ductos y otros espacios de circulación de aire ambiental; además, deben estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

NOTA: Un método para definir un cable que es de baja producción de humo y resistente al fuego consiste en que el cable presente en la prueba una densidad óptica de pico máximo de 0.5 o menos y una densidad óptica promedio de 0.15 o menos; una distancia de propagación de la flama de máxima de 1.50 metros.

b) Tipos CL2R y CL3R. Los cables para ductos verticales, tipos CL2R y CL3R deben estar marcados como tipos CL2R Y CL3R, y deben estar aprobados como adecuados para su uso en trayectorias verticales dentro de fosos o de piso a piso, además, deben estar aprobados como poseedores de características de resistencia al fuego para que no transmitan las llamas de un piso a otro.

c) Tipos CL2 y CL3. Los cables de los tipos CL2 y CL3 deben estar marcados como tipos CL2 y CL3 y estar aprobados como adecuados para uso general, excepto en ductos verticales, *plenums*, ductos y otros espacios utilizados para la circulación del aire ambiental; además, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

d) Tipos CL2X y CL3X. Los cables de uso limitado de los tipos CL2X y CL3X deben estar marcados como tipos CL2X Y CL3X y estar aprobados como adecuados para uso en viviendas y en canalizaciones, y además, estar aprobados como resistentes a la propagación de las llamas.

e) Tipo PLTC. Los cables de potencia limitada con recubrimiento no metálico para charolas portacables, tipo PLTC deben estar aprobados como adecuados para usarlos en charolas portacables y deben consistir en un ensamble de fábrica de dos o más conductores aislados en una cubierta no metálica. Los conductores aislados deben ser de tamaños 0.325 mm² (22 AWG) hasta 3.31 mm² (12 AWG). El material de los conductores debe ser cobre (sólido o trenzado) y el aislamiento sobre los conductores debe tener valor nominal de 300 volts. El núcleo del cable debe ser dos o más conductores paralelos, uno o más grupos de ensambles de conductores trenzados o en paralelo o una combinación de los anteriores. Se permitirá aplicar sobre el núcleo del cable, sobre grupos de conductores o sobre ambos, una pantalla metálica o una pantalla de hoja metalizada con alambre de puesta a tierra (drain wire). El cable debe estar aprobado como resistente a la propagación del fuego. La cubierta exterior debe ser de un material no metálico y resistente a la humedad y a la luz del sol. El cable del tipo PLTC usado en un lugar mojado debe estar aprobado para su uso en lugares mojados o tener un recubrimiento metálico impermeable a la humedad.

Excepción 1: No se exigirá que tenga una cubierta exterior no metálica cuando se aplique sobre la cubierta no metálica un recubrimiento metálico liso, un recubrimiento metálico continuo y corrugado o una armadura de cinta entrelazada. En los cables con recubrimiento metálico sin cubierta exterior no metálica, la información requerida por 310-120 debe estar ubicada sobre la cubierta no metálica bajo el recubrimiento.

Excepción 2: Se permitirá que los conductores en los cables PLTC usados para circuitos de termopares Clase 2 sean de cualquiera de los materiales que se utilicen para el alambre de extensión de los termopares.

f) Cable de integridad del circuito (CI) o sistemas de protección del circuito eléctrico. Los cables usados para la garantizar la integridad de los circuitos críticos bajo condiciones de fuego cumplirán también con lo siguiente:

(1) Cables de integridad del circuito (CI). Los cables de integridad del circuito (CI), que se especifican en 725-179(a), (b) y (e) y que se usan para la supervivencia de circuitos críticos, deben tener una clasificación adicional utilizando el sufijo "-CI". Los cables de integridad de circuito (CI) solamente se permitirá que se instalen en una canalización específicamente aprobada y marcada como parte de un sistema de protección de circuitos eléctricos como se indica en 725-179(f) (2).

(2) Sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables especificados en las secciones 725-154(a) y (b), que sean parte de un sistema de protección del circuito eléctrico deben estar identificados con el número de sistema de protección y el valor nominal por hora, impresos en la chaqueta exterior del cable e instalados de acuerdo con lo establecido en el listado del sistema de protección.

g) Tensión de los cables Clase 2 y Clase 3. Los cables Clase 2 deben tener tensión nominal no menor a 150 volts. Los cables Clase 3 deben tener una tensión nominal no menor a 300 volts. Los cables Clase 2 y Clase 3 tendrán una temperatura nominal de no menos de 60 °C

h) Conductores individuales Clase 3. Los conductores individuales Clase 3 usados como otro alambrado dentro de los edificios no deben tener un tamaño menor que 0.824 mm² (18 AWG) y deben ser del tipo CL3. Se permitirán los tipos de conductores descritos en 725-49 (b) que también están aprobados como tipo CL3.

NOTA: Un método para definir la resistencia a la propagación del fuego es que al someter los cables a la prueba de flama vertical para cables en charolas portacables, éstos no propaguen el fuego hasta la parte superior de la charola portacables. Otro método para definir la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera 1.5 metros cuando se le somete a la prueba de flama vertical para charolas portacables.

i) Cables de potencia limitada (LP). Los cables de potencia limitada (LP) se clasificarán como adecuados para el transporte de circuitos de potencia y de datos hasta un límite de corriente especificado para cada conductor sin sobrepasar la clasificación de temperatura del cable donde el cable se instala en atado de cables al aire libre o instalado dentro de una canalización, una charola portacables o un ensamble de enrutamiento de cables. Los cables se marcarán con el sufijo "-LP" con el límite de amperes localizado inmediatamente después del sufijo LP, donde el límite de corriente está en amperes por conductor.

NOTA: El límite de amperes localizado inmediatamente después del sufijo LP es la ampacidad de cada conductor en un cable. Por ejemplo, los cables de potencia limitada de 1 ampere de Clase 2 estarían marcados con CL2-LP (1.0A), CL2R-LP (1.0A) o CL2-LP (1.0A).

Tabla 725-179(j).- Marcado de los cables

Marcado del cable	Tipo
CL3P	Cable Clase 3 en <i>plenums</i>
CL2P	Cable Clase 2 en <i>plenums</i>
CL3R	Cable Clase 3 en ductos verticales
CL2R	Cable Clase 2 en ductos verticales
PLTC	Cable de potencia limitada en charolas portacables
CL3	Cable Clase 3
CL2	Cable Clase 2
CL3X	Cable Clase 3 para propósitos limitados
CL2X	Cable Clase 2 para propósitos limitados

j) Marcado. Los cables deben estar marcados de acuerdo con 310-120(a)(2), (a)(3), (a)(4) y (a)(5) y la Tabla 725-179(j). Las tensiones nominales no se deben marcar en los cables.

NOTA: Si se marcara la tensión nominal en los cables se podría mal interpretar como sugiriendo que los cables podrían ser adecuados para aplicaciones Clase 1 de alumbrado eléctrico y de fuerza.

Excepción: Se permitirá que la tensión nominal esté marcada en los cables cuando estén aprobados para varias aplicaciones y las condiciones de aprobado de alguna de ellas así lo exijan.

Los valores de temperatura deben estar marcados sobre la cubierta de los cables Clase 2 y Clase 3 que tengan un valor de temperatura que exceda de 60°C.

NOTA: Los tipos de cables Clase 2 y Clase 3 están relacionados en orden descendente en cuanto a su valor nominal de resistencia al fuego. Los cables Clase 3 están relacionados por encima de los Clase 2, puesto que se pueden utilizar en sustitución de los cables Clase 2.

ARTÍCULO 727

CABLES DE INSTRUMENTACIÓN EN CHAROLAS PORTACABLES TIPO ITC

727-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción del cable de instrumentación en charolas portacables, aplicables a los circuitos de instrumentación y control que operan a 150 volts o menos y 5 amperes o menos.

727-2. Definición.

Cable de instrumentación en charolas portacables, tipo ITC. Ensamble montado en fábrica de dos o más conductores aislados, con o sin conductor o conductores de puesta a tierra y forrado con un recubrimiento no metálico.

727-3. Otros Artículos. Además de las disposiciones de este Artículo, la instalación del cable tipo ITC debe cumplir con los demás Artículos aplicables de esta NOM.

727-4. Usos permitidos. Se permitirá usar cable tipo ITC en establecimientos industriales donde las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que la instalación es atendida sólo por personas calificadas y en las siguientes condiciones:

- (1) En charolas portacables.
- (2) En canalizaciones.
- (3) En lugares peligrosos, tal como lo permiten 501-10, 502-10, 503-10, 504-20, 504-30, 504-80 y 505-15.
- (4) Con un recubrimiento metálico liso, un recubrimiento metálico corrugado continuo o con una armadura de cinta entrelazada sobre el recubrimiento no metálico, de acuerdo con 727-6. El cable se debe soportar y asegurar a intervalos que no superen 1.80 metros.
- (5) Un cable, sin cubierta o armadura metálica, que cumpla con los requisitos de compresión e impacto del cable del tipo MC y esté identificado para ese uso como ITC-ER, se permitirá que esté expuesto. El cable debe estar soportado de manera continua y protegido contra daño físico, por medio de protección mecánica como por ejemplo puntales, ángulos o canales. El cable debe estar soportado y asegurado a intervalos no mayores de 1.80 metros.

Excepción a (5): Si no está sujeto a daños físicos, se permitirá que el ITC-ER haga transición entre charolas portacables y entre charola portacables y equipo o dispositivos de utilización por una distancia que no exceda 1,8 m sin soportes continuos. El cable deberá ser soportado mecánicamente cuando salga de la charola portacables para asegurar que no se exceda el radio de curvatura mínimo.

- (6) Como cable aéreo sobre un cable mensajero.
- (7) Directamente enterrados cuando estén identificados para ese uso.
- (8) Bajo pisos falsos en cuartos que contienen equipos de control de procesos industriales y en cuartos de bastidores de distribución donde estén dispuestos de tal forma que se eviten daños a los cables.
- (9) Bajo pisos falsos en cuartos que contienen equipos de tecnología de la información, de acuerdo con 645-5 (e)(5)(c).

727-5. Usos no permitidos. No se deben instalar cables tipo ITC en circuitos que operen a más de 150 volts o más de 5 amperes.

La instalación de cable Tipo ITC con otros cables debe estar sujeta a las disposiciones establecidas en los Artículos específicos para los otros cables. Cuando los artículos específicos no contengan las disposiciones establecidas para la instalación con cable tipo ITC, no se permitirá la instalación del cable tipo ITC con los otros cables.

No se deben instalar cables tipo ITC con circuitos Clase 1 de alumbrado o de fuerza, que no sean de potencia limitada, ni con circuitos de potencia no limitada.

Excepción 1: Cuando terminen dentro de equipos o cajas de empalme y las separaciones se mantengan mediante barreras aislantes u otros medios.

Excepción 2: Cuando se aplique un recubrimiento o armadura metálicos sobre el recubrimiento no metálico del cable tipo ITC.

727-6. Construcción. Los conductores aislados de los cables Tipo ITC deben ser de tamaños entre 0.325 mm² (22 AWG) y 3.31 mm² (12 AWG). El material de los conductores debe ser cobre o aleación para termopar. El aislamiento de los conductores debe tener valor nominal de 300 volts. Se permitirá el blindaje.

Los cables deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego. La cubierta exterior debe ser resistente a la humedad y a la luz del sol.

Cuando se aplique un recubrimiento metálico liso, un recubrimiento metálico continuo y corrugado o una armadura de cinta trenzada sobre el recubrimiento no metálico, no se exigirá aplicar una cubierta exterior no metálica.

727-7. Marcado. Los cables deben estar marcados de acuerdo con 310-120(a)(2), (a)(3), (a)(4) y (a)(5). La tensión nominal no se debe marcar en los cables.

727-8. Ampacidad permisible. La ampacidad permisible para los conductores debe ser de 5 amperes, excepto para los conductores de 0.325 mm² (22 AWG) la cual debe ser de 3 amperes.

727-9. Protección contra la sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente no debe exceder 5 amperes para conductores de 0.519 mm² (20 AWG) y mayores, y de 3 amperes para los conductores de 0.325 mm² (22 AWG).

727-10. Curvas o dobleces. Las curvas en los cables del Tipo ITC se deben hacer de manera que no se dañe el cable.

ARTÍCULO 728

SISTEMAS DE CABLES RESISTENTES AL FUEGO

728-1. Alcance. Este artículo trata sobre la instalación de cables resistentes al fuego, conductores resistentes al fuego y otros componentes de sistemas que se utilicen para la supervivencia de circuitos críticos, con el fin de garantizar un funcionamiento continuo durante un tiempo especificado, en condiciones de incendio, según lo requerido en la presente NOM.

728-2. Definición.

Sistema de cables resistente al fuego. Cable y componentes que se utilizan para garantizar la supervivencia de circuitos críticos durante un tiempo especificado, en condiciones de incendio.

728-3. Otros artículos. En caso de discrepancia entre los requisitos de otros artículos de esta *NOM* y lo establecido en el Artículo 728, se deben aplicar los requisitos del Artículo 728.

728-4. Generalidades. Los cables resistentes al fuego, los conductores resistentes al fuego y los componentes deben ser sometidos a prueba como un sistema completo, deben estar diseñados para uso en un sistema específico certificado como resistente al fuego y no deben ser intercambiables entre los sistemas. Los cables, conductores y componentes resistentes al fuego deben estar aprobados.

NOTA: Los sistemas de cables resistentes al fuego se consideran parte del sistema de protección de un circuito eléctrico.

728-5. Instalaciones. Los sistemas de cables resistentes al fuego, instalados afuera de salas certificadas como resistentes al fuego para las que se utilizan, tales como la sala de electricidad o el cuarto de bombas contra incendios, deben cumplir con los requisitos de las secciones 728-5(a) hasta (h) y con todas las otras instrucciones de instalación descritas.

a) Montaje. El sistema de cables resistente al fuego debe estar fijado de manera segura a la estructura del edificio, de acuerdo con lo establecido en las instrucciones de instalación del fabricante.

b) Soportes. El sistema de cables resistente al fuego debe estar sostenido de acuerdo con lo descrito en las instrucciones de instalación del fabricante.

NOTA: Los soportes son fundamentales para la supervivencia del sistema. Cada sistema tiene sus requisitos de soporte específicos.

c) Canalizaciones y coples. Donde el sistema resistente al fuego esté aprobado para ser instalado en una canalización, las canalizaciones que cubren el sistema, cualquiera de los coples y los conectores deben estar aprobados como parte del sistema certificado como resistente al fuego.

d) Bandejas portacables. Las bandejas portacables que se utilicen como parte de un sistema resistente al fuego deben estar aprobadas como parte del sistema resistente al fuego.

e) Cajas. Las cajas o envoltentes que se utilicen como parte de un sistema resistente al fuego deben estar aprobadas como parte del sistema resistente al fuego y deben estar fijados de manera segura a la estructura del edificio, independientemente de las canalizaciones o cables del sistema.

f) Lubricantes para el tendido de cables. Los sistemas de cables resistentes al fuego, instalados en una canalización deben utilizar solamente lubricantes para cables aprobados como parte del sistema de cables resistente al fuego.

g) Soportes verticales. Los cables y conductores instalados en canalizaciones verticales deben estar sostenidos de acuerdo con lo establecido en el sistema de cables resistente al fuego.

h) Empalmes. Deben usarse solamente empalmes que sean parte del sistema de cables resistente al fuego. Los empalmes deben tener las instrucciones de instalación del fabricante.

728-60. Puesta a tierra. Los sistemas resistentes al fuego, instalados en una canalización que requiera un conductor de puesta a tierra de equipos deben usar el mismo cable certificado como resistente al fuego descrito en el sistema, a menos que haya conductores alternativos de puesta a tierra del equipo con el sistema. Todos los conductores de puesta a tierra para equipos deben estar marcados con el número del sistema. El sistema debe especificar un conductor de puesta a tierra de equipos permisible. Si no se hubiera especificado, el conductor de puesta a tierra de un equipo debe ser el mismo que el del cable certificado como resistente al fuego descrito en el sistema.

728.-20. Marcado. Además del marcado requerido en la sección 310-120, los cables y conductores del sistema deben estar marcados en la superficie con el sufijo "FRR" (certificación de resistencia al fuego), junto con la duración de la integridad del circuito, expresada en horas y con el identificador del sistema.

ARTÍCULO 750

SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE ENERGÍA

750-1. Alcance. Este artículo se aplica a la instalación y al funcionamiento de los sistemas de administración de energía.

NOTA: Las disposiciones sobre desempeño descritas en otras Normas establecen requisitos prescriptivos que pueden restringir aún más los requisitos incluidos en este artículo.

750-2. Definiciones. A los fines del presente artículo, deben aplicarse las siguientes definiciones:

Control. El proceso predeterminado de conectar, desconectar, aumentar o reducir la energía eléctrica.

Sistema de administración de energía. Sistema que consiste en alguno de los siguientes: uno o más monitores, equipos de comunicación, uno o más controladores, uno o más temporizadores u otro/s dispositivo que monitoreen o controlen una carga eléctrica o una fuente de generación de energía o de almacenamiento.

Monitor. Medio eléctrico o electrónico para observar, grabar o detectar el funcionamiento o condición del aparato o sistema de energía eléctrica.

750-20. Fuentes alternas de energía. Un sistema de administración de energía no debe anular ninguno de los controles necesarios para garantizar la continuidad de la fuente de alimentación alterna para:

- (1) Bombas contra incendios
- (2) Instalaciones para cuidado de la salud
- (3) Sistemas de emergencia
- (4) Sistemas de reserva legalmente requeridos
- (5) Sistemas de energía para operaciones críticas

750-30. Administración de cargas. Debe permitirse que el sistema de administración de energía monitoree y controle las cargas eléctricas, excepto que ello estuviera restringido de acuerdo con lo establecido en las secciones 750.30(a) hasta (c).

a) Controles de separación de carga. Un sistema de administración de energía no debe anular los controles de separación de carga establecidos para garantizar la capacidad eléctrica mínima para:

- (1) Bombas contra incendios
- (2) Sistemas de emergencia
- (3) Sistemas de reserva legalmente requeridos
- (4) Sistemas de energía para operaciones críticas

b) Desconexión de la energía. No debe permitirse que el sistema de administración de energía provoque la desconexión de la energía en:

- (1) Ascensores, escaleras mecánicas, pasarelas móviles o sillas eléctricas para subir escaleras
- (2) Ventilación mecánica positiva para lugares (clasificados como) peligrosos
- (3) Ventilación utilizada para la extracción de gases peligrosos o la reclasificación de un área
- (4) Circuitos que alimentan la iluminación de emergencia
- (5) Sistemas eléctricos esenciales de instalaciones para cuidado de la salud

c) Capacidad del circuito derivado, alimentador o acometida. Un sistema de administración de energía no debe provocar la sobrecarga de un circuito derivado, alimentador o acometida en ningún momento.

750-50. Marcado de campo. Donde se emplee un sistema de administración de energía para el control de la alimentación eléctrica mediante el uso de un medio remoto, debe colocarse un directorio que identifique los dispositivos y circuitos controlados sobre el envoltorio del controlador, desconectador o dispositivo contra sobrecorriente del circuito derivado.

NOTA: El uso del término remoto tiene el significado de transmitir que un controlador puede ser puesto en funcionamiento a través de otro medio o ubicación mediante la comunicación sin una interfaz de operador directo con el dispositivo controlado

ARTÍCULO 760

SISTEMAS DE ALARMA CONTRA INCENDIOS

Parte A. Generalidades

760-1. Alcance. Este Artículo trata de la instalación del alambrado y de los equipos de los sistemas de alarma contra incendios, incluidos todos los circuitos controlados y alimentados por el sistema de alarma contra incendios.

NOTA 1: Los sistemas de alarma contra incendios incluyen la detección del fuego y notificación de la alarma, puestos de guardia, flujo de agua de los rociadores automáticos y sistemas de supervisión de los mismos. Los circuitos controlados y alimentados por el sistema de alarma contra incendios, incluyen los circuitos de control para las funciones de los sistemas de seguridad del edificio, mandar los ascensores a pisos predefinidos, parar los ascensores, apertura de puertas, control de las compuertas y puertas corta humos, control de las puertas y compuertas cortafuegos y parar los ventiladores, pero únicamente cuando estos circuitos estén alimentados y controlados por el sistema de alarma contra incendios.

NOTA 2: Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 se definen en el Artículo 725.

760-2. Definiciones.

Cable abandonado de alarma contra incendios. Cable instalado de alarma contra incendios que no termina en un equipo, diferente de un conector, y que no está identificado para su uso futuro con una etiqueta.

Circuito de alarma contra incendios. Parte del sistema de alambrado entre el lado carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente o de la alimentación de potencia limitada y el equipo conectado en todos los circuitos alimentados y controlados por el sistema de alarma contra incendios. Los circuitos de la alarma contra incendios se clasifican bien sea como de potencia no limitada o de potencia limitada.

Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendios: Cable empleado en sistemas de alarma contra incendios con el fin de asegurar la continuidad del funcionamiento de los circuitos críticos durante un tiempo especificado bajo condiciones de incendio.

Circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada: Circuito de alarma contra incendios alimentado por una fuente que cumple lo establecido en 760-41 y 760-43.

760-3. Otros Artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir las disposiciones de (a) hasta (k). Sólo aquellas secciones del Artículo 300 referenciadas en este Artículo se deben aplicar a los sistemas de alarma contra incendio.

a) Propagación del fuego o productos de combustión. Véase 300-21.

b) Plenums, ductos y otros espacios de ventilación. Los cables de alarma contra incendios, con o sin limitación de potencia, instalados en ductos, *plenums* u otros espacios utilizados para el aire ambiental deberán cumplir con lo estipulado en 300-22.

Excepción 1: Podrán instalarse cables de alarma de incendio de limitación de potencia, seleccionados de acuerdo con la Tabla 760-154 e instalados de acuerdo con 760-135(b) y 300-22(b), en ductos fabricados específicamente para aire ambiental.

Excepción 2: Los cables de alarma de incendio de limitación de potencia seleccionados de acuerdo con la Tabla 760-154 e instalados de acuerdo con 760-135(c) se permitirán instalar en otros espacios utilizados para el aire ambiental.

c) Áreas peligrosas (clasificadas). Cuando se instalen en áreas peligrosas (clasificadas), los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir los Artículos 500 a 516 y el 517 Parte D.

d) Áreas con ambientes corrosivos, mojados o húmedos. Cuando se instalen en áreas con ambientes corrosivos, mojados o húmedos, los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir lo establecido en 110-11, 300-6 y 310-10 (g).

e) Circuitos de control del edificio. Cuando los circuitos de control del edificio (por ejemplo: mandar los ascensores a pisos predefinidos, parada de los ventiladores) estén asociados con el sistema de alarma contra incendios, deben cumplir lo establecido en el Artículo 725.

f) Cables de fibra óptica. Cuando se utilicen cables de fibra óptica en los circuitos de alarma contra incendios, se deben instalar cumpliendo lo establecido en el Artículo 770.

g) Instalación de los conductores con otros sistemas. Las instalaciones deben cumplir lo establecido en 300-8.

h) Canalizaciones o mangas expuestas a diferentes temperaturas. Las instalaciones deben cumplir con 300-7(a).

i) Soporte vertical para cables y conductores clasificados para fuego. Instalaciones verticales de cables y conductores del tipo "integridad de circuito" en una canalización, o conductores y cables de sistemas de protección de circuitos eléctricos, deberán ser instaladas conforme a 300-19.

j) Número y tamaño de cables y conductores en canalizaciones. Las instalaciones deben cumplir con 300-17.

k) Pasacables. Se debe instalar una pasacables cuando los cables emergen de una canalización utilizada para soporte mecánico o para protección, conforme a 300-15(c).

l) Ensamble de Enrutamiento de Cable. Se permitirá instalar cables de alarma contra incendios con limitación de potencia en los ensambles de enrutamiento de cables de *plenum*, en los ensambles de enrutamiento de cables de elevación y en ensambles de enrutamiento de cables de uso general seleccionados de acuerdo con la Tabla 800-154(c), aprobados de conformidad con las disposiciones de 800-182; Instalado de acuerdo con 800-110(c) y 800-113.

m) Canales de Comunicaciones. Se permitirá el uso de cables de alarma de incendio de limitación de potencia en las comunicaciones de *plenum*, canalizaciones de comunicaciones de elevación y canalizaciones de comunicaciones de uso general seleccionadas de acuerdo con la sección 800-14(b), aprobadas de conformidad con las disposiciones de 800-182 e instaladas de acuerdo con 800-113 y 362-24 a través de 362-56, donde se aplican los requisitos aplicables a los tubos eléctricos no metálicos.

760-21. Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no se debe ver impedido por la acumulación de conductores y cables que dificulten o eviten quitar los paneles, incluso los de los plafones.

760-24. Ejecución mecánica del trabajo.

a) Generalidades. Los circuitos de alarmas contra incendios se deben instalar de manera ordenada y profesional. Los cables y los conductores instalados expuestos en la superficie de plafones y paredes laterales se deben sostener por la estructura del edificio de modo que el cable no se dañe durante el uso normal del edificio. Dichos cables se deben sostener con flejes, grapas, ganchos, amarres de cable o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4 (d).

b) Cables de integridad del circuito (CI). Los cables de integridad del circuito (CI) deben estar sostenidos a una distancia que no exceda de 6 cm. Donde estén ubicados dentro de 2.1 m del piso, según se describe en las secciones 760-53(a)(1) y 760-130(1), según corresponda, el cable debe estar sujeto de una manera aprobada, a intervalos de no más de 45 cm. Los soportes y sujetadores de cables deben ser de acero.

760-25. Cables abandonados. La parte accesible de los cables abandonados de alarmas contra incendios se debe retirar. Cuando los cables están identificados con una etiqueta para su uso futuro, ésta debe tener la durabilidad suficiente para tolerar el ambiente involucrado.

760-30. Identificación del circuito de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios deben estar identificados en los lugares de terminación y de empalme de manera que ayude a prevenir las falsas alarma contra incendios durante la prueba y mantenimiento de otros sistemas.

760-32. Circuitos de alarma contra incendios que se prolongan más allá de un edificio. Los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, que se extienden más allá de un edificio y que estén instalados en exteriores, deben cumplir los requisitos de instalación del Artículo 800, Partes B, C y D y cumplir con los requisitos de instalación de la Parte A del Artículo 300.

760-35. Requisitos de los circuitos de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir lo establecido en (a) y (b) siguientes.

a) Circuitos de alarma contra incendio de potencia no limitada. Ver las Partes A y B.

b) Circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada. Ver las Partes A y C.

Parte B. Circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada

760-41. Requisitos de la fuente de alimentación del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada.

a) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación de los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada debe cumplir lo establecido en los Capítulos 1 a 4, y la tensión de salida no debe ser mayor a 600 volts. Se debe permitir que el desconectador del circuito de alarma contra incendio sea asegurado en la posición de “encendido”.

b) Circuito derivado. El circuito derivado que alimenta los equipos de alarma de incendio no deberá alimentar ninguna otra carga. La ubicación del dispositivo de protección de sobrecorriente del circuito derivado deberá ser permanentemente identificada en la unidad de control de la alarma de incendio. Los medios de desconexión del circuito deberán tener una identificación de color rojo, sólo serán accesibles a personal calificado, y deberán identificarse como “CIRCUITO DE ALARMA DE INCENDIO”. La identificación de color rojo no deberá dañar los dispositivos de protección de sobrecorriente u ocultar las marcas del fabricante. Este circuito derivado no debe ser alimentado a través de interruptores de circuito contra fallas a tierra ni interruptores de circuito contra fallas por arco.

NOTA: Véase la Excepción a 210-8(a)(5) con respecto a los contactos en sótanos no terminados en unidades de vivienda que alimentan los sistemas de alarma contra incendios.

760-43. Protección contra sobrecorriente del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Los conductores tamaño 2.08 mm^2 (14 AWG) y mayores deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad, sin aplicar los factores de corrección y ajustes de ampacidad de 310-15 para el cálculo de dicha ampacidad. La protección contra sobrecorriente no debe superar 7 amperes para los conductores de tamaño 0.824 mm^2 (18 AWG), ni de 10 amperes para los de 1.31 mm^2 (16 AWG).

Excepción: Cuando otros Artículos de esta NOM permitan o exijan otra protección contra sobrecorriente.

760-45. Ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente de un circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe estar ubicado en el punto de conexión del conductor a la red de alimentación.

Excepción 1: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del conductor de mayor tamaño protege también al de menor tamaño.

Excepción 2: Conductores del secundario de transformadores. Se permitirá que los conductores del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada, alimentados desde el secundario de un transformador monofásico de 2 hilos (una sola tensión), estén protegidos por el dispositivo contra sobrecorriente proporcionado en el lado primario del transformador (lado fuente), siempre que esa protección cumpla lo establecido en 450-3 y no se exceda del valor determinado al multiplicar la ampacidad de los conductores del secundario por la relación de transformación del transformador. No se deben considerar protegidos por el dispositivo contra sobrecorriente del primario los conductores del secundario de un transformador que no sea de 2 hilos.

Excepción 3: Conductores de salida de una fuente electrónica de alimentación. Se permitirán que los conductores del circuito de potencia no limitada alimentados por la salida de una fuente electrónica de alimentación, monofásica aprobada, diferente de un transformador, y que tenga sólo una salida de 2 hilos (una sola tensión) para conectarse a circuitos de potencia no limitada, estén protegidos mediante el dispositivo de protección contra sobrecorriente proporcionado en el lado de entrada de la fuente electrónica de alimentación, siempre que esta protección no exceda el valor determinado al multiplicar la ampacidad del conductor de circuito de potencia no limitada por la relación de la tensión de salida a la de la entrada. Las salidas de una fuente electrónica de alimentación, diferentes a las de 2 hilos (una sola tensión) conectadas a circuitos de potencia no limitada, no se deben considerar como protegidas por la protección contra sobrecorriente en la entrada de la fuente electrónica de alimentación.

NOTA: Un ejemplo de fuente de alimentación de potencia no limitada que cumple con los requisitos de 760-41 es una fuente electrónica de alimentación, monofásica, aprobada, cuya salida alimenta un circuito de 2 hilos (una sola tensión).

760-46. Alambrado de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada. La instalación de los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada debe cumplir con lo establecido en 110-3 (b), 300-7, 300-11, 300-15, 300-17, 300-19(b) y otros Artículos aplicables del Capítulo 3.

Excepción 1: Lo establecido en 760-48 hasta 760-53.

Excepción 2: Cuando otras secciones de esta NOM exijan otros métodos.

760-48. Conductores de diferentes circuitos en el mismo cable, envolvente o canalización.

a) Circuitos Clase 1 con circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Se permitirá que los circuitos Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada ocupen el mismo cable, envolvente o canalización, independientemente de si los circuitos individuales son de corriente continua o de corriente alterna, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima de cualquier conductor en la envolvente o canalización.

b) Circuitos de alarma contra incendios con circuitos de alimentación. Sólo se permitirá que los conductores de los circuitos de alimentación y de alarma contra incendios ocupen el mismo cable, envolvente o canalización cuando estén conectados al mismo equipo.

760-49. Conductores del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada.

a) Tamaños y uso. En los sistemas de alarma contra incendios sólo se permitirá utilizar conductores de cobre. Se permitirá utilizar conductores de tamaños 0.824 mm^2 (18 AWG) y 1.31 mm^2 (16 AWG) siempre que las cargas que alimentan no superen las ampacidades de la Tabla 402-5 y estén instalados en una canalización, un envolvente o un cable aprobados. Los conductores de tamaño mayor a 1.31 mm^2 (16 AWG) no deben alimentar cargas mayores que la ampacidad dada en 310-15, cuando sea aplicable.

b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe ser para la tensión del sistema y no menos de 600 volts. Los conductores con tamaño mayor a 1.31 mm^2 (16 AWG) deben cumplir con lo establecido en el Artículo 310. Los conductores de tamaños 1.31 mm^2 (16 AWG) y 0.824 mm^2 (18 AWG) deben ser tipos KF-2, KFF-2, PAFF, PTFF, PF, PFF, PGF, PGFF, RFH-2, RFHH-2, RFHH-3, SF-2, SFF-2, TF, TFF, TFN, TFFN, ZF o ZFF. Se permitirá utilizar conductores con aislamiento de otro tipo y de otro espesor, siempre que estén aprobados para uso en circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada.

NOTA: Para indicaciones sobre los usos de los tipos de conductores véase la Tabla 402-3.

c) Material de los conductores. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

Excepción para (b) y (c): Se permitirá usar alambres tipos PAF y PTF sólo para aplicaciones a alta temperatura, entre 90°C y 250°C .

760-51. Número de conductores en canalizaciones y charolas portacables y factores de ajuste de ampacidad.

a) Circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada y Clase 1. Cuando en una canalización sólo haya conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada y Clase 1, el número de conductores se debe determinar según 300-17. Los factores de ajuste de ampacidad dados en 310-15(b)(3)(a) deben aplicarse si dichos conductores llevan cargas continuas en exceso del 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor.

b) Conductores de alimentación y de circuitos de alarma contra incendios. Cuando en una canalización esté permitido instalar conductores de circuitos de alimentación y de alarma contra incendios de potencia no limitada, según lo establecido en 760-48, el número de conductores se debe determinar de acuerdo con 300-17. Los factores de ajuste de ampacidad dados en 310-15 (b)(3)(a) se deben aplicar como sigue:

- (1) A todos los conductores, cuando los del circuito de alarma contra incendios conducen cargas permanentes mayores al 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor y cuando el número total de conductores es más de tres.
- (2) Sólo a los conductores del circuito de alimentación, cuando los conductores del circuito de alarma contra incendios no conducen cargas permanentes mayores al 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor, y cuando el número de conductores de alimentación sea más de tres.

c) Charolas portacables. Cuando los conductores del circuito de alarma contra incendios estén instalados en charolas portacables, deben cumplir con 392-22 y 392-80(a).

760-53. Cables multiconductores de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Se permitirá usar cables multiconductores de alarma contra incendios de potencia no limitada, que cumplan los requisitos de 760-176 en circuitos de alarma contra incendios que funcionen a 150 volts o menos y se deben instalar de acuerdo con (a) y (b) siguientes:

a) Método de alambrado del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Los cables multiconductores de un circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada se deben instalar de acuerdo con (1), (2) y (3) siguientes:

1) En canalizaciones, expuestos en plafones y paredes, o tendido en espacios ocultos. Los empalmes de los cables o terminaciones deben hacerse en accesorios aprobados, cajas, envoltentes, dispositivos de alarma contra incendios, o equipo de utilización. Cuando estén expuestos, los cables deben estar soportados adecuadamente e instalados de modo que cuenten con la máxima protección contra daños físicos mediante los elementos del edificio, como zócalos, marcos de las puertas, cornisas, etc. Cuando estén instalados máximo a 2.10 metros del piso, los cables deben estar sujetos adecuadamente a intervalos no mayores a 45 centímetros.

2) A través de pisos o paredes. Los cables deberán ser instalados en canalizaciones metálicas o tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, cuando pasen a través de un piso o de una pared hasta una altura de 2.10 metros sobre el piso, a menos que estén adecuadamente protegidos por los elementos del edificio como se detalla en el inciso (1) anterior o a menos que se suministre un medio de resguardo sólido equivalente.

3) En fosos de ascensores. Cuando estén instalados en fosos de ascensores, los cables deberán ser instalados, en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit metálico ligero.

Excepción: Lo establecido en 620-21 para ascensores y equipos similares.

b) Aplicaciones de los cables aprobados de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. El uso de cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada debe cumplir lo establecido de (1) hasta (4) siguientes:

1) Ductos específicamente fabricados para ventilación ambiental. Los cables multiconductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada tipos NPLFP, NPLFR y NPLF no se deben instalar expuestos en ductos.

NOTA: Ver 300-22 (b).

2) Otros espacios usados para aire ambiental. Los cables instalados en otros espacios utilizados para aire ambiental deben ser del tipo NPLFP.

Excepción 1: Los cables tipos NPLFR y NPLF instalados de acuerdo con 300-22(c).

Excepción 2: Otros métodos de alambrado permitidos por 300-22(c) y los conductores que cumplan lo establecido en 760-49(c).

Excepción 3: Se permitirá instalar cable tipo NPLFP-CI para servir como cable con clasificación nominal de integridad del circuito de 2 horas.

3) Tramos verticales. Los cables instalados en ductos verticales que atraviesen más de un piso o los instalados en ductos verticales o dentro de fosos deben ser tipo NPLFR. Cuando se exija que los cables que pasen a través del piso sean tipo NPLFR, sólo se deben usar cables adecuados para su uso en secciones verticales o en *plenums*.

Excepción 1: Los cables tipo NPLF u otros cables, especificados en el Capítulo 3, que cumplan lo establecido en 760-49(c) y estén encerrados en canalizaciones metálicas.

Excepción 2: Los cables del Tipo NPLF ubicados en un foso a prueba de incendios que tenga cortafuegos en cada piso.

NOTA: Véase 300-21 sobre los requisitos de cortafuegos en las penetraciones a pisos.

Excepción 3: Se permitirá instalar cable tipo NPLFP-CI para servir como cable con clasificación nominal de integridad del circuito de 2 horas.

4) Otro alambrado dentro de edificios. Los cables instalados en lugares de edificios distintos a los mencionados en los incisos anteriores (1), (2) y (3) deben ser tipo NPLF.

Excepción 1: Los métodos de alambrado del Capítulo 3 con conductores que cumplan lo establecido en 760-49(c).

Excepción 2: Se permitirá usar cables tipos NPLFP o NPLFR.

Excepción 3: Se permitirá instalar cable tipo NPLFR-CI para servir como cable con clasificación nominal de integridad del circuito de 2 horas.

Parte C. Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada

760-121. Fuentes de alimentación para los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

a) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación para un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada debe ser como se especifica en (1), (2) ó (3) siguientes:

NOTA 1: En las Tablas 12(a) y 12(b) del Capítulo 10 se dan los requisitos de fuentes de alimentación de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada aprobadas.

NOTA 2: Véase la Excepción a 210-8(a)(5), con respecto a los contactos en sótanos no terminados en unidades de vivienda que alimentan los sistemas de alarma contra incendios

- (1) Un transformador aprobado para su uso en un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada o Clase 3.
- (2) Una fuente de alimentación aprobada para circuito de alarma contra incendios de potencia limitada o Clase 3.
- (3) Equipo aprobado y marcado para identificar la fuente de alimentación del circuito de alarma contra incendios de potencia limitada.

NOTA: Otros equipos aprobados son, por ejemplo, tableros de control de alarma contra incendios con fuente de alimentación incorporada; una placa de circuito (circuito electrónico) aprobada para usarse como fuente de alimentación de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, si forma parte de un ensamble aprobado; una impedancia limitadora de corriente aprobada para ese propósito o como parte de un producto aprobado, utilizado junto con un transformador de potencia no limitada o una fuente de energía almacenada, como una batería de acumuladores, para limitar la corriente de salida.

b) Circuito derivado. El circuito derivado que alimenta los equipos de alarma de incendio no deberá alimentar ninguna otra carga. La ubicación del dispositivo de protección de sobrecorriente del circuito derivado deberá ser permanentemente identificada sobre la unidad de control de la alarma de incendio. Los medios de desconexión del circuito deberán tener una identificación de color rojo, sólo serán accesibles a personal calificado, y deberán identificarse como "CIRCUITO DE ALARMA CONTRA INCENDIO". La identificación de color rojo no deberá dañar los dispositivos de protección de sobrecorriente u ocultar las marcas del fabricante. Este circuito derivado no debe ser alimentado a través de interruptores del circuito contra fallas a tierra ni interruptores del circuito contra fallas por arco.

760-124. Marcado de circuitos. Los equipos que alimentan los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada deben estar marcados de modo duradero en un lugar claramente visible, para señalar cada circuito que es un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada.

NOTA: Cuando se reclasifique un circuito de potencia limitada a uno de potencia no limitada, ver 760-130(a), Excepción 3.

760-127. Métodos de alambrado en el lado fuente de la fuente de alimentación del circuito de alarma contra incendios de potencia limitada. Los conductores y equipos del lado fuente de la fuente de alimentación se deben instalar de acuerdo con los requisitos apropiados de la Parte B de este Artículo y de los Capítulos 1 a 4 de esta NOM. Los transformadores u otros dispositivos alimentados desde los conductores de alimentación deben estar protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente a una corriente nominal no mayor a 20 amperes.

Excepción: Se permitirá que los terminales de entrada de un transformador o de otra fuente de alimentación que suministre corriente a un circuito de alarma contra incendio de potencia limitada, sean de tamaño menor a 2.08 mm² (14 AWG), pero no menor a 0.824 mm² (18 AWG), si no tienen más de 30 centímetros de longitud y tienen un aislamiento que cumpla lo establecido en 760-49 (b).

760-130. Materiales y métodos de alambrado en el lado carga de las fuentes de alimentación del circuito de alarma contra incendios de potencia limitada. Se permitirá instalar los circuitos de alarma contra incendios en el lado de la carga de la fuente de alimentación utilizando los materiales y métodos de alambrado que se especifican en los siguientes incisos (a) o (b) o una combinación de ambos.

a) Materiales y métodos de alambrado para circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada. La instalación debe realizarse de acuerdo con lo establecido en 760-46 y los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

Excepción 1: No se deben aplicar los factores de ajuste de ampacidad establecidos en 310-15 (b)(3)(a).

Excepción 2: Se permitirá conductores y cables multiconductores descritos e instalados de acuerdo con 760-49 y 760-53.

Excepción 3: Se permitirá reclasificar los circuitos de potencia limitada e instalarlos como de potencia no limitada si se eliminan las marcas exigidas por 760-124, y todo el circuito se instala utilizando los métodos de alambrado y los materiales de la Parte B, Circuitos de alarma contra incendio de potencia no limitada.

NOTA: Los circuitos de potencia limitada, reclasificados e instalados como circuitos de potencia no limitada, dejan de ser de potencia limitada, sin importar que continúen conectados a una fuente de potencia limitada.

b) Materiales y métodos de alambrado para circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada. Los conductores y los cables de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada descritos en 760-179 se deben instalar como se indica en (1), (2) ó (3) siguientes y en 300-7. Los dispositivos deben instalarse de acuerdo con lo establecido en 110-3 (b), 300-11(a) y 300-15.

1) En canalizaciones, expuestos en plafones y paredes, o jalado en espacios ocultos. Los empalmes de los cables o terminaciones deben hacerse en accesorios aprobados, cajas, envoltentes, dispositivos de alarma contra incendios, o equipo de utilización. Cuando estén expuestos, los cables deben estar soportados adecuadamente e instalados de modo que cuenten con la máxima protección contra daños físicos mediante los elementos del edificio, como zócalos, marcos de las puertas, cornisas, etc. Cuando estén instalados máximo a 2.10 metros del piso, los cables deben estar sujetos adecuadamente a asegurados firmemente de una manera aprobada, y a intervalos no mayores a 45 centímetros.

2) A través de pisos o paredes. Los cables deberán ser instalados en canalizaciones metálicas o tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, cuando pasen a través de un piso o pared hasta una altura de 2.10 metros sobre el piso, a menos que estén adecuadamente protegidos por los elementos del edificio como se detalla en el inciso (1) anterior o a menos que se suministre un medio sólido de resguardo equivalente.

3) En fosos de ascensores. Cuando estén instalados en fosos de ascensores, deben estar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit metálico ligero.

Excepción: Lo establecido en 620-21 para elevadores y equipos similares.

760-133. Instalación de conductores y equipos en cables, compartimentos, charolas portacables, envoltentes, pozos de visita, cajas de salida, cajas de dispositivos y canalizaciones para circuitos de potencia limitada. Los conductores y equipos para los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada se deben instalar de acuerdo con 760-136 hasta 760-143.

760-135. Instalación de cables de PLFA en edificios. La instalación de cables para alarmas de incendio de potencia limitada debe cumplir con lo establecido en las secciones 760-135(a) hasta (j).

a) Aprobado. Los cables de PLFA instalados en edificios deben estar aprobados.

b) Ductos específicamente fabricados para ventilación ambiental. Deben permitirse los siguientes cables en ductos fabricados para ventilación ambiental, como se describe en la sección 300-22(b), si están directamente asociados con el sistema de distribución de aire:

(1) Cables de los tipos FPLP y FPLP-CI, en tramos tan cortos como sea factible para el desempeño de la función requerida

(2) Cables de los tipos FPLP, FPLP-CI, FPLR, FPLR-CI, FPL y FPL-CI, instalados en canalizaciones que cumplan con lo establecido en la sección 300-22(b)

c) Otros espacios utilizados para ventilación ambiental (*plenums*). Deben permitirse los siguientes cables en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental, según se describe en la sección 300-22(c):

(1) Cables del tipo FPLP

(2) Cables del tipo FPLF instalados en canalizaciones de comunicaciones para *plenums*

(3) Cables de los tipos FPLP y FPLP-CI sostenidos por bandejas portacables metálicas abiertas o sistemas de bandejas portacables

(4) Cables de los tipos FPLP, FPLR y FPL, instalados en canalizaciones que cumplan con lo establecido en la sección 300-22(c)

(5) Cables de los tipos FPLP, FPLR y FPL, sostenidos por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*), según se describe en la sección 300-22(c).

(6) Cables de los tipos FPLP, FPLR y FPL, instalados en canalizaciones de comunicaciones para *plenums*, canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales y canalizaciones de comunicaciones para fines generales, sostenidos por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*), según se describe en la sección 300-22(c).

d) Tramos verticales-Cables en trayectos verticales. Deben permitirse los siguientes cables en los trayectos verticales que penetren uno o más pisos y en los trayectos verticales de un foso:

(1) Cables de los tipos FPLP y FPLR

(2) Cables de los tipos FPLP y FPLR, instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones para *plenums*

b. Ensamblajes de enrutamiento de cables para *plenums*

c. Canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales

d. Ensamblajes de enrutamiento de cables para tramos verticales

Nota: Ver sección 300-31 sobre requisitos de sellos cortafuego para penetraciones en pisos.

e) Tramos verticales-Cables en canalizaciones metálicas. Deben permitirse los siguientes cables en canalizaciones metálicas de un tramo vertical con sellos cortafuego en cada uno de los pisos:

(1) Cables de los tipos FPLP, FPLR y FPL

(2) Cables de los tipos FPLP, FPLR y FPL, instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones para *plenums*

b. Canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales

c. Canalizaciones de comunicaciones para fines generales

Nota: Ver sección 300-31 sobre requisitos de sellos cortafuego para penetraciones en pisos.

f) Tramos verticales-Cables en fosos a prueba de incendios. Debe permitirse que los siguientes cables se instalen en fosos de tramos verticales a prueba de incendios, con sellos cortafuego en cada uno de los pisos:

(1) Cables de los tipos FPLP, FPLR y FPL

(2) Cables de los tipos FPLP, FPLR y FPL, instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones para *plenums*

b. Ensamblajes de enrutamiento de cables para *plenums*

- c. Canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales
- d. Ensamblajes de enrutamiento de cables para tramos verticales
- e. Canalizaciones de comunicaciones para fines generales
- f. Ensamblajes de enrutamiento de cables para fines generales

Nota: Ver sección 300-31 sobre requisitos de sellos cortafuego para penetraciones en pisos.

g) Tramos verticales-Viviendas unifamiliares y bifamiliares Deben permitirse los siguientes cables en viviendas unifamiliares y bifamiliares:

- (1) Cables de los tipos FPLP, FPLR y FPL
- (2) Cables de los tipos FPLP, FPLR y FPL, instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones para *plenums*
 - b. Ensamblajes de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales
 - d. Ensamblajes de enrutamiento de cables para tramos verticales
 - e. Canalizaciones de comunicaciones para fines generales
 - f. Ensamblajes de enrutamiento de cables para fines generales

h) Otros lugares de un edificio. Debe permitirse que los siguientes cables sean instalados en lugares de un edificio diferentes de aquellos mencionados en las secciones 770-113(b) hasta (h):

- (1) Cables de los tipos FPLP, FPLR y FPL
- (2) Cables de los tipos FPLP, FPLR y FPL, instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones para *plenums*
 - b. Ensamblajes de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales
 - d. Ensamblajes de enrutamiento de cables para tramos verticales
 - e. Canalizaciones de comunicaciones para fines generales
 - f. Ensamblajes de enrutamiento de cables para fines generales

(3) Cables de los tipos FPLP, FPLR y FPL, instalados en una canalización de uno de los tipos reconocidos en el Capítulo 3

i) Espacios no ocultos. Debe permitirse instalar los cables especificados en el Capítulo 3 y que cumplan los requisitos de las secciones 760-179(a) y (b) en espacios no ocultos, donde la longitud expuesta del cable no sea mayor de 3 m.

j) Sistema de alarma de incendio portátil. Debe permitirse que un sistema de alarma de incendio portátil que proteja un escenario o plató cuando no están en uso, utilice métodos de cableado que cumplan con lo establecido en la sección 530-12.

760-136. Separación de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

a) Generalidades. Los cables y conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada no deben instalarse en cables, charolas portacables, compartimentos, envoltentes, pozos de visitas, cajas de salida, cajas de dispositivos, canalizaciones o accesorios similares con conductores de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, o de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que sea permitido en (b) hasta (g) siguientes:

b) Separados por barreras. Se permitirá que los cables de circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada se instalen junto con circuitos Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, cuando estén separados por una barrera.

(Continúa en la Novena Sección)

(Viene de la Octava Sección)

c) Canalizaciones dentro de envoltorios. En los envoltorios se permitirá instalar los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada en una canalización que los separe de los de los circuitos Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

d) Sistemas asociados dentro de los envoltorios. Se permitirá que los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada en compartimientos, envoltorios, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares se instalen con circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, cuando estos se introducen únicamente para conectarse a los equipos conectados a los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada, y se cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, se instalan de manera que mantengan una separación de como mínimo 6 milímetros de los cables y conductores de los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada.
- (2) Los conductores del circuito operen a 150 volts o menos a tierra y cumplan además uno de los siguientes requisitos:
 - a. Que los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada se instalen usando cables tipo FPL, FPLR o FPLP o cables substitutos permitidos, siempre que los conductores de los cables de potencia limitada que se prolonguen más allá de la cubierta estén separados de todos los demás conductores por una distancia mínima de 6 milímetros o por una manga no conductora o una barrera no conductora.
 - b. Que los conductores de los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada se instalen como circuitos de potencia no limitada, de acuerdo con 760-46.

e) Envoltorios con una sola abertura. Se permitirá instalar los conductores de circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada que entren en compartimientos, envoltorios, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares, con circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, si se introducen únicamente para conectarse a los equipos conectados a circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada o a otros circuitos controlados por el sistema de alarma contra incendios al cual se conectan los otros conductores en el envoltorio. Si los conductores de los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada deben entrar en un envoltorio con una sola abertura, se permitirá que lo hagan a través de un accesorio individual (como una "T") siempre que estén separados de los conductores de los demás circuitos por un elemento no conductor, continuo y fijo firmemente, como una tubería flexible.

f) En fosos de ascensores. En los fosos de los ascensores, los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit metálico ligero. Para elevadores o equipos similares, se permitirá que estos conductores se instalen como se indica en 620-21.

g) Otras aplicaciones. Para otras aplicaciones, los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada deben estar separados como mínimo a 5 centímetros de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando (a) todos los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media o (b) todos los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada están instalados en una canalización, cable con recubrimiento metálico, con armadura metálica, con recubrimiento no metálico o cable del tipo UF.
- (2) Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados permanentemente de todos los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada por una barrera continua, no conductora y fija firmemente, tal como tubos de porcelana o tubería flexible, adicional al aislamiento de los conductores.

TABLA 760-154. Aplicaciones de los cables de PLFA, situados en edificios

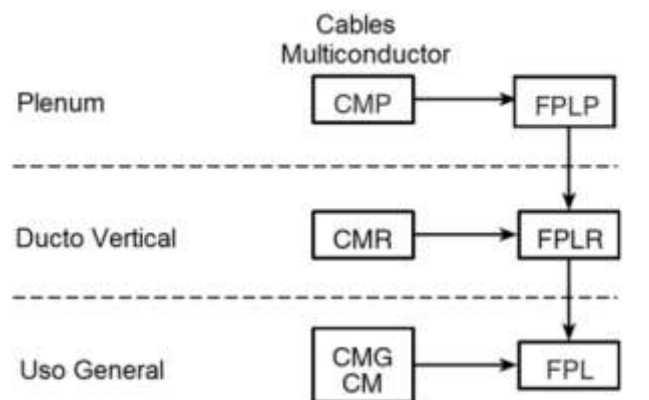
Aplicaciones		Tipo de cable		
		FPLP y FPLP-CI	FPLR y FPLR-CI	FPL y FPL-CI
En ductos fabricados, según lo descrito en 300-22(b)	En ductos fabricados	Y*	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(b)	Y*	Y*	Y*
En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental, según lo descrito en 300-22(c)	En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental	Y*	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(b)	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	Y*	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	Y*	N	N
	Sostenido por bandejas portacables metálicas abiertas	Y*	N	N
	Sostenido por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas	Y*	Y*	Y*
En tramos verticales	En trayectos verticales	Y*	Y*	N
	En canalizaciones metálicas	Y*	Y*	Y*
	En fosos a prueba de incendios	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	Y*	Y*	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	Y*	Y*	N
	En canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales	Y*	Y*	N
	En ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales	Y*	Y*	N
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*

Dentro de edificios, en lugares diferentes de espacios de manejo de aire y tramos verticales	Generalidades	Y*	Y*	Y*
	Sostenido por bandejas portacables	Y*	Y*	Y*
	En cualquiera de las canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para fines generales	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables para fines generales	Y*	Y*	Y*

Nota: Una "N" en la tabla indica que no debe permitirse que el tipo de cable sea instalado en la aplicación. Una "Y*" indica que debe permitirse que el tipo de cable sea instalado en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en las secciones 760-130 hasta 760-145.

Tabla 760-154(a).- Sustituciones de los cables

Tipo de cable	Referencias	Sustituciones permitidas
FPLP	760-154(a)	CMP
FPLR	760-154(b)	CMP, FPLP, CMR
FPL	760-154(c)	CMP, FPLP, CMR, FPLR, CMG, CM



Tipo CM — Cables y alambres para comunicaciones

Tipo CL2 y CL3 — Cables de alarma contra incendio de potencia limitada

A → B Se permitirá usar el cable A en lugar del cable B.
Tamaño o designación 0.128 mm² (26 AWG) mínimo.

Figura 760-154(a).- Jerarquía de la sustitución de los cables**Parte D. Requisitos de aprobación**

760-176. Aprobado y marcado de los cables de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Los cables de alarma contra incendios de potencia no limitada que se instalen como alambrado dentro de los edificios, deben estar aprobados de acuerdo con 760-176(a) y (b), y como resistentes a la propagación del fuego según 760-176(c) hasta (f) y estar marcados según 760-176(g). El cable utilizado en lugares mojados debe estar aprobado para su uso en lugares mojados o tener un recubrimiento metálico impermeable a la humedad. Los cables de alarma de incendio que no tengan limitaciones de potencia tendrán una clasificación de temperatura de no menos de 60 °C.

a) Materiales de los conductores de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA). Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado de tamaño 0.824 mm² (18 AWG) o mayor.

b) Conductores aislados. El aislamiento de los conductores debe tener un valor nominal para la tensión del sistema y no menor de 600 volts. Los conductores aislados de tamaño 2.08 mm² (14 AWG) y mayores deben ser de uno de los tipos indicados en la Tabla 310-104(a) o uno identificado para este uso. Los conductores aislados de tamaños 0.824 mm² (18 AWG) y 1.31 mm² (16 AWG) deben estar de acuerdo con lo especificado en 760-49.

NOTA: Véase 800-179 para más información sobre los cables de comunicaciones (CMP, CMR, CMG y CM).

c) Tipo NPLFP. Los cables de alarma contra incendios de potencia no limitada del tipo NPLFP para uso en otros espacios usados para aire ambiental deben estar aprobados para su uso en estos lugares, tal como se describe en 300-22(c) y también deben estar aprobados como poseedores de características para una adecuada resistencia al fuego y baja producción de humo.

NOTA: Un método para definir que un cable es de baja producción de humo y que un cable es resistente al fuego consiste en que el cable exhiba una densidad óptica de pico máximo de 0.5 o menos, una densidad óptica promedio de 0.15 o menos y una distancia máxima de propagación de la llama de 1.52 metros o menos.

d) Tipo NPLFR. Los cables del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada del tipo NPLFR para ductos verticales, deben estar aprobados para ser instalados en una trayectoria vertical, en un foso o de piso a piso y deben también estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y capaces de prevenir la propagación de las llamas de un piso a otro.

e) Tipo NPLF. Los cables tipo NPLF para alarmas contra incendio de potencia no limitada deben estar aprobados para uso en alarmas contra incendio de uso general, excepto en ductos verticales, *plenums*, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental, y además deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

f) Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendio o sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables que se utilicen con el fin de garantizar la integridad de circuitos críticos en condiciones de incendio deben cumplir con lo siguiente:

(1) Cables de integridad del circuito (CI). Los cables especificados en 760-176(c), (d) y (e) y que se usen para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional empleando el sufijo "-CI". Debe permitirse que los cables de integridad del circuito (CI) sean instalados solamente en una canalización donde estén específicamente aprobados y marcados como parte de un sistema de protección del circuito eléctrico, según lo mencionado en el inciso (2) siguiente.

(2) Sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables especificados en los incisos (c), (d), (e) y (f)(1) de esta sección 170-176, que sean parte de un sistema de protección del circuito eléctrico deben estar identificados con el número de sistema de protección y el valor nominal por hora, impresos en la chaqueta exterior del cable e instalados de acuerdo con lo establecido en el listado del sistema de protección.

g) Marcado de los cables de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Los cables multiconductores de alarma contra incendios de potencia no limitada se deben marcar de acuerdo con lo establecido en la Tabla 760-176(g). Se permitirá que los cables de alarma contra incendios de potencia no limitada estén marcados con la tensión nominal máxima de 150 volts. Los cables aprobados para integridad del circuito deben estar identificados con el sufijo "CI", según se define en 760-176(f). Se marcará la temperatura nominal en la chaqueta de los cables NPLFA que tengan una temperatura nominal que exceda 60 °C. La chaqueta de los cables NPLFA estará marcada con el tamaño del conductor.

NOTA: Los tipos de cables están aprobados en orden descendente según la clasificación de resistencia nominal contra el fuego.

Tabla 760-176(g) Marcado de los cables NPLFA

Marcado del cable	Tipo	Referencias
NPLFP	Cable del circuito de alarma de incendio de potencia no limitada para uso en "otros espacios usados para aire ambiental"	760-176(c) y (g)
NPLFR	Cable del circuito de alarma de incendio de potencia no limitada para tramos verticales	760-176(d) y (g)
NPLF	Cable del circuito de alarma de incendio de potencia no limitada	760-176(e) y (g)

Nota: Los cables identificados en 760-176(c), (d) y (e) y que cumplan con los requisitos para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional usando el sufijo "CI" (por ejemplo, NPLFP-CI, NPLFR-CI y NPLF-CI)

760-179. Aprobado y marcado de cables PLFA y de los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada.

Los cables tipo FPL instalados como alambrado dentro de edificios deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego y otros criterios de acuerdo con (a) hasta (h) y deben estar marcados según (i) siguientes. Los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada deben estar aprobados de acuerdo con 760-179(j). El cable utilizado en lugares mojados debe estar aprobado para uso en lugares mojados o tener un recubrimiento metálico impermeable a la humedad.

a) Materiales de los conductores. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

b) Tamaño de los conductores. El tamaño de los conductores en un cable multiconductor no debe ser menor a 0.131 mm² (26 AWG). Los conductores individuales no deben ser de tamaño menor a 0.824 mm² (18 AWG).

c) Valor nominal. Los cables deben tener una tensión nominal mínimo de 300 volts.

d) Tipo FPLP. Los cables de alarmas contra incendios de potencia limitada para *plenums* tipo FPLP deben ser adecuados para instalarlos en *plenums*, ductos y otros espacios para aire ambiental, y también deben estar aprobados como poseedores de características para una adecuada resistencia al fuego y baja producción de humo.

e) Tipo FPLR. Los cables de alarma contra incendios de potencia limitada para ductos verticales tipo FPLR, deben estar aprobados como adecuados para instalarlos en trayectorias verticales en un foso o de piso a piso, y deben también estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego capaces de prevenir la propagación de las llamas de un piso a otro.

f) Tipo FPL. Los cables de alarma contra incendios de potencia limitada tipo FPL deben estar aprobados como adecuados para uso en alarmas contra incendio de uso general excepto en ductos verticales, *plenums*, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental y además deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

g) Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendio o sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables que se utilicen con el fin de garantizar la integridad de circuitos críticos en condiciones de incendio deben cumplir con lo siguiente:

(1) Cables de integridad del circuito (CI). Los cables especificados en 760-179(d), (e), (f) y (h) y que se usen para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional usando el sufijo "-CI". Debe permitirse que los cables de integridad del circuito (CI) sean instalados solamente en una canalización donde estén específicamente aprobados y marcados como parte de un sistema de protección del circuito eléctrico, según lo mencionado en el inciso (2) siguiente.

(2) Sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables especificados en los incisos (d), (e), h y (g)(1) de esta sección 170-176, que sean parte de un sistema de protección del circuito eléctrico deben estar identificados con el número de sistema de protección y el valor nominal por hora, impresos en la chaqueta exterior del cable e instalados de acuerdo con lo establecido en el listado del sistema de protección.

h) Cables coaxiales. Se permitirá que los cables coaxiales empleen un alambre conductor central de acero recubierto de cobre de conductividad del 30 por ciento, y deben estar aprobados como cables tipos FPLP, FPLR o FPL.

i) Marcado de cables. Los cables se deben marcar de acuerdo con lo establecido en la Tabla 760-179(i). En los cables no se debe marcar su tensión nominal. Los cables aprobados para integridad del circuito deben

identificarse con el sufijo CI, según se define en (g). Se marcará la temperatura nominal en la chaqueta de los cables PLFA que tengan una temperatura nominal que exceda 60 °C. La chaqueta de los cables PLFA estará marcada con el tamaño del conductor.

NOTA: Si se marcara la tensión en los cables, éste se podría interpretar mal, como sugiriendo que pueden ser adecuados para uso en aplicaciones de alumbrado, de fuerza y Clase 1.

Excepción: Se permitirá que la tensión nominal esté marcada en los cables cuando el cable tenga múltiples aprobaciones y el marcado de la tensión se requiera por uno o más de las aprobaciones.

NOTA: Los cables identificados en (d), (e) y (f) que cumplan con los requisitos para la integridad del circuito deben tener la clasificación adicional usando el sufijo "CI" (por ejemplo, FPLP-CI, FPLR-CI y FPL-CI).

j) Detectores de incendio del tipo de línea continua aislada. Los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada, deben ser clasificados de acuerdo con (c), aprobados como resistentes a la propagación del fuego según (d) hasta (f), marcados de acuerdo con (i) y el compuesto de la cubierta exterior debe tener un alto grado de resistencia a la abrasión.

Tabla 760-179(i).- Marcados de cables

Marcados del cable	Tipo de cable
FPLP	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada en <i>plenums</i>
FPLR	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada en ductos verticales
FPL	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada

ARTÍCULO 770

CABLES Y CANALIZACIONES PARA FIBRA ÓPTICA

Ver Nota Figura 800(a) y Nota Figura 800(b) sobre la aplicación ilustrativa de un conductor de unión o de un conductor de electrodo de puesta a tierra.

Parte A. Generalidades

770-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación de cables de fibra óptica, canalizaciones, y ensambles enrutadores de cables. Este Artículo no abarca la construcción de cables de fibra óptica ni de canalizaciones para fibra óptica.

770-2. Definiciones. Ver Parte A del Artículo 100. Para los propósitos de este Artículo, se aplican las siguientes definiciones adicionales.

Cable de fibra óptica abandonado. Cable de fibra óptica instalado que no termina en un equipo, diferente de un conector, y no está identificado para su uso futuro con una etiqueta.

Expuesto (a contacto accidental). Cable de fibra óptica conductivo que se encuentra en una posición tal que, en caso de falla de los soportes o del aislamiento, se puede producir contacto entre elementos conductivos no portadores de corriente del cable y un circuito eléctrico.

NOTA: Ver Parte A del Artículo 100 con respecto a dos definiciones diferentes de Expuesto. Expuesto (como se aplica en las partes vivas) y Expuesto (como se aplica en los métodos de alambrado)

Punto de entrada. Punto dentro de un edificio en el cual el cable emerge de una pared externa, de una placa de concreto en el piso.

Recubrimiento del cable. Cubierta sobre el ensamble de fibra óptica que incluye una o más cubiertas y puede incluir uno o más elementos metálicos o elementos de resistencia mecánica.

770-3. Otros Artículos. Las instalaciones de cables de fibra óptica y sus canalizaciones, deben cumplir lo establecido en (a) y (b) siguientes. Sólo aquellas secciones del Capítulo 2 y del Artículo 300 referenciadas en este Artículo se deben aplicar a los cables de fibra óptica y a las canalizaciones para fibra óptica.

a) Áreas peligrosas (clasificadas). Se permite instalar cables de fibra óptica aprobados en áreas peligrosas (clasificadas). Los cables deben ser sellados de acuerdo con los requisitos de 501-15, 502-15, 505-16 o 506-16, lo que sea aplicable.

b) Cables en ductos para polvos, fibras sueltas o extracción de vapores. Los requisitos de la sección 300-22(a) para sistemas de cableado deben aplicarse a los cables de fibra óptica conductores.

c) Cables compuestos: Cables compuestos de fibra óptica serán clasificados como cables eléctricos de acuerdo al tipo de conductores eléctricos. Deberán ser contruidos, aprobados, y marcados de acuerdo con el Artículo apropiado para cada tipo de cable eléctrico.

770-21. Acceso a equipos eléctricos detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no se debe impedir por la acumulación de cables de fibra óptica que dificulten o eviten quitar los paneles, incluso los de los plafones suspendidos.

770-24. Ejecución mecánica de los trabajos. Los cables de fibra óptica se deben instalar de manera ordenada y profesional. Los cables instalados expuestos en la superficie de plafones y paredes laterales deben estar soportados por la estructura del edificio de modo que el cable no se dañe durante el uso normal del edificio. Dichos cables se deben asegurar usando accesorios de fijación incluyendo flejes, grapas, ganchos, amarres para cable o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con las secciones 300-4(d) hasta (g) y 300-11. Los amarres para cables no metálicos y otros accesorios para cables no metálicos que se utilicen para ventilación ambiental (cámaras de distribución de aire) deben estar listados como con bajas propiedades de liberación de humo y calor.

NOTA 1: La pintura, el concreto, los limpiadores, los abrasivos, los residuos corrosivos, u otros contaminantes pueden resultar en una alteración indeterminada de las propiedades del cable de fibra óptica

NOTA 2: Para mayor información sobre las prácticas aceptadas por la industria para la instalación de cableado de fibra óptica ver Apéndice B.

770-25. Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables de fibra óptica abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

770-26. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones de cables de fibra óptica y de canalizaciones de comunicaciones en espacios huecos, ductos verticales y ductos de ventilación o circulación de aire se deben hacer de manera tal que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas alrededor de las penetraciones de los cables de fibra óptica y de las canalizaciones de comunicaciones a través de paredes, divisiones, pisos o plafones con resistencia nominal al fuego deben tener cortafuegos que utilicen métodos aprobados para mantener la clasificación de resistencia nominal al fuego.

NOTA: Los directorios de materiales eléctricos para la construcción publicados por los laboratorios de prueba calificados contienen muchas restricciones de aprobado de la instalación, necesarias para mantener la clasificación de resistencia nominal al fuego de los ensambles cuando se hacen penetraciones o aberturas. Las normas de construcción también contienen restricciones sobre las penetraciones de las membranas en los lados opuestos de un ensamble para pared con clasificación de resistencia nominal al fuego. Un ejemplo es la separación horizontal mínima de 60 centímetros que generalmente se aplica entre las cajas instaladas en los lados opuestos de la pared. En las normas de edificio, directorios de resistencia contra el fuego y aprobaciones de producto se pueden encontrar ayudas para cumplir con lo especificado en esta sección.

Parte B. Cables en el exterior y entrando a los edificios.

770-44. Cables aéreos de fibra óptica. Los cables aéreos de fibra óptica que contengan una parte metálica no conductora de corriente que entre en los edificios deberán cumplir lo dispuesto en 840-44(a) y (b).

a) Sobre postes y claros. Cuando los cables de fibra óptica y los conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los cables de fibra óptica deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los cables de fibra óptica no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.

3) Espacio para subir. El espacio para subir, entre los cables de fibra óptica debe cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) Libramiento. Las acometidas aéreas de 0 a 750 volts, encima y paralelas a las acometidas de servicios de comunicaciones de banda ancha alimentados por la instalación del edificio, deben tener una separación mínima de 30 centímetros en cualquier parte del claro interpostal, incluyendo hasta el punto donde se fija al edificio. En el poste se debe mantener un libramiento no menor de 1.00 metro entre los dos servicios.

b) Sobre los techos. Los cables de fibra óptica en el exterior deben tener un libramiento vertical mínimo de 2.50 metros desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción 1: Los requisitos de 770-44(b) no aplican a edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos de 46 centímetros si:

1) los conductores de acometida de los sistemas de fibra óptica pasan sobre el alerón de la azotea a no más de 1.20 metros, y

2) el cable de fibra óptica es terminado en una canalización a través o encima del techo u otro soporte aprobado.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 centímetros por cada 30 centímetros, se permite una reducción del libramiento a un mínimo de 90 centímetros.

770-47. Cables de fibra óptica subterráneos que entran en edificios. La instalación de los cables de fibra óptica subterráneos que entran en edificios deben cumplir con lo establecido en las secciones 770- 47(a) y (b).

a) Sistemas subterráneos con conductores de circuitos de luz eléctrica, de potencia, de Clase 1, de alarma de incendio de potencia no limitada. Los cables conductores de fibra óptica, subterráneos, que entran en edificios con conductores de circuitos de luz eléctrica, de potencia, de Clase 1 o de alarmas de incendio de potencia no limitada en una canalización, envolvente de acceso manual o pozo de inspección deben estar ubicados en una sección separada de estos conductores por medio de divisiones de ladrillo, concreto o azulejo o por medio de una barrera adecuada.

b) Cables y canalizaciones enterrados directamente. Los cables conductores de fibra óptica, enterrados directamente deben estar separados por una distancia de al menos 30 cm de los conductores de cualquiera de los circuitos de luz eléctrica, de potencia, de alarma de incendio de potencia no limitada o de un circuito de Clase 1.

Excepción 1: No debe requerirse que los cables conductores de fibra óptica enterrados directamente estén separados por una distancia de al menos 30 cm de los conductores de la acometida eléctrica, donde los conductores de la acometida eléctrica estén instalados en canalizaciones o tengan una armadura metálica.

Excepción 2: No debe requerirse que los cables conductores de fibra óptica enterrados directamente estén separados por una distancia de al menos 30 cm de los conductores de alimentadores o circuitos derivados de iluminación o potencia, de los conductores de circuitos de alarma de incendio de potencia no limitada o de los conductores de circuitos de Clase 1, donde los conductores de alimentadores o de circuitos derivados de iluminación o potencia, los conductores de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada o los conductores de circuitos de Clase 1 estén instalados en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, revestidos de metal o de los tipos UF o USE.

770-48. Cables afuera y entrando a los edificios.

a) Cables conductores y no conductores. Se permitirá instalar cables de fibra óptica conductores y no conductores aprobados, en espacios de edificios distintos de: ductos verticales, *plenums* ductos usados para aire ambiental, y otros espacios usados para aire ambiental, cuando la longitud del cable dentro del edificio, medida desde su punto de entrada, no supere los 15.00 metros y el cable entre en el edificio desde el exterior y termine en un envolvente.

Se permitirá que el punto de entrada se extienda desde la penetración de la pared externa o de la losa del suelo, encerrando continuamente los cables de entrada de fibra óptica en un conducto metálico rígido (RMC) o un conducto metálico intermedio (IMC) hasta el punto de emergencia.

NOTA 1: Por lo general se utilizan cajas de empalme o de terminación, tanto metálicas como de plástico, como envolventes para empalme o terminación de los cables de fibra óptica.

b) Cables no conductores en canalizaciones. Se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores situados en el exterior de la planta entren en el edificio desde el exterior y se permitirá estén instalados en cualquiera de las siguientes canalizaciones:

- (1) tubo conduit Metálico semipesado Tipo IMC;
- (2) tubo conduit metálico pesado Tipo RMC;
- (3) tubo conduit rígido de policloruro de vinilo Tipo PVC;

(4) tubo conduit metálico ligero Tipo EMT.

770- 49. Puesta a tierra de conductos de entrada metálicos. Los conductos metálicos pesado (RMC) o los conductos metálicos semipesados (IMC) que contengan cables de fibra óptica de entrada deben estar conectados mediante un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra con un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 770-100(b).

Parte C. Protección

770-93. Puesta a tierra o interrupción de los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica que entran al edificio o terminan en el exterior de éste, deben cumplir con lo dispuesto en (a) o (b) siguientes.

a) Que entran al edificio. En las instalaciones donde un cable de fibra óptica esté expuesto al contacto con conductores de circuitos de alumbrado o de fuerza, y el cable entre al edificio, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica deben estar puestos a tierra tal como se especifica en 770-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible al punto de entrada.

b) Terminación en el exterior de los edificios. En las instalaciones donde el cable de fibra óptica está expuesto al contacto con los conductores de fuerza o de alumbrado eléctrico y el cable termina en el exterior del edificio, los elementos metálicos no portadores de corriente deben estar puestos a tierra tal como se especifica en 770-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se debe hacer lo más cerca posible al punto de terminación del cable.

Parte D. Métodos de puesta a tierra

770-100. Puesta a tierra y unión del cable de entrada. Cuando se requiera, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica que entran en los edificios deben estar unidos y puestos a tierra tal como se especifica en (a) hasta (d) siguientes:

a) Conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra.

1) Aislamiento. El conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar aprobado y se permitirá que sea aislado, forrado o desnudo.

2) Material. El conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre o de otro material conductor resistente a la corrosión, trenzado o sólido.

3) Tamaño. El tamaño del conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser inferior al 2.08 mm² (14 AWG). Debe tener una ampacidad no menor que la del elemento puesto a tierra. No se exigirá que el conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra sea de un tamaño superior al 13.3 mm² (6 AWG).

4) Longitud. El conductor de unión o el conductor del electrodo de puesta a tierra deben ser de la menor longitud posible. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, el conductor de unión o el conductor del electrodo de puesta a tierra deben ser de la menor longitud posible y no exceder de 6.0 m de largo.

NOTA: Limitaciones similares de la longitud del conductor de unión o del conductor del electrodo de puesta a tierra aplicadas a edificios de apartamentos y edificios comerciales ayudan a reducir las tensiones que se pueden desarrollar entre los sistemas de potencia y de comunicaciones del edificio durante eventos de descargas atmosféricas.

Excepción: En viviendas unifamiliares y bifamiliares donde no sea factible lograr una longitud máxima total del conductor de unión o del conductor del electrodo de puesta a tierra de 6.0 m, debe colocarse una varilla a tierra separada que cumpla con los criterios de dimensiones mínimas de la sección 770-100(b)(3)(2), el conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar conectado a la varilla a tierra separada según lo establecido en la sección 770-100(c) y la varilla a tierra separada debe estar unida al sistema del electrodo de puesta a tierra de potencia, de acuerdo con lo establecido en la sección 770-100(d).

5) Tendido en línea recta. El conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra se debe tender en una línea lo más recta que sea posible.

6) Protección física. Cuando estén expuestos, los conductores de unión y los conductores del electrodo de puesta a tierra deberán estar protegidos contra daños físicos. Cuando el conductor de unión o el conductor del electrodo de puesta a tierra estén instalados en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben estar unidos a los conductores contenidos o a la misma terminal o electrodo al que está conectado el conductor de unión o al conductor del electrodo de puesta a tierra.

b) Electrodo. El conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar de acuerdo con (1), (2) o (3) siguientes.

1) En edificios o estructuras con una terminal de unión de intersistema. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminal de unión de intersistema como es requerido en 250-94, el conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar conectado a la terminal de unión del intersistema.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si se establece una terminal de unión intersistemas, se aplicará 250-94(a).

Si el edificio o estructura alimentada no tiene terminal de unión intersistemas, el conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar al lugar accesible más cercano de uno de los siguientes elementos:

- (1) Al sistema del electrodo de puesta a tierra del edificio o estructura, tal como se indica en 250-50.
- (2) Al sistema de tubería metálica interior de agua, puesta a tierra, a una distancia máxima de 1.50 metros desde su punto de entrada al edificio, tal como se indica en 250-52.
- (3) Al medio accesible de la acometida, afuera de las envolventes, usando la excepción que se indica en 250-94(a).
- (4) La canalización metálica no flexible de la acometida.
- (5) Al envolvente del equipo de acometida.
- (6) Al conductor del electrodo de puesta a tierra o al envolvente metálico del conductor del electrodo de puesta a tierra de la acometida, o
- (7) Al conductor del electrodo de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura, que esté puesto a tierra a un electrodo, tal como se indica en 250-32.

3) En edificios o estructuras sin terminal de unión de intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminal de unión de intersistemas ni un medio de puesta a tierra, tal como se describe en (b)(2) anterior, el conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar a cualquiera de los siguientes elementos.

- (1) A cualquiera de los electrodos de puesta a tierra individuales descritos en 250-52(a)(1), (a)(2), (a)(3) o (a)(4).
- (2) Si el edificio o estructura alimentada no tienen medios de puesta a tierra, como se describe en 770-100(b)(2) o (b)(3)(1), a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-52(a)(7) y (a)(8) o a una varilla o tubo cuya longitud no sea inferior a 1.50 metros y 12.7 milímetros de diámetro, enterrado, cuando sea factible, dentro de tierra permanentemente mojada y separado de los conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas según se indica en 800-53 y por lo menos a 1.80 metros de los electrodos de otros sistemas. Las tuberías de agua caliente o de vapor y los conductores aéreos del sistema pararrayos, no se deben utilizar como electrodos para los elementos metálicos no conductores de corriente.

c) Conexión al electrodo. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en 250-70.

d) Unión de los electrodos. Se debe conectar un puente de unión de cobre, de tamaño no menor a 13.3 mm² (6 AWG) o equivalente entre el electrodo de puesta a tierra y el sistema del electrodo de puesta a tierra en el edificio o estructura alimentada cuando se utilizan electrodos separados.

Excepción: En casas móviles, tal como se indica 770-106 siguiente.

NOTA 1: Véase 250-60 con respecto al uso de los terminales aéreos (varillas pararrayos).

NOTA 2: La unión de todos los electrodos separados limita las diferencias de potencial entre ellos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

770-106. Puesta a tierra y unión de los cables de entrada a casas móviles.

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) y (2) siguientes:

- (1) Cuando no hay equipo de acometida de la casa móvil ubicado a una distancia no mayor que 9.00 metros desde la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica que entran a la casa móvil deben estar puestos a tierra de acuerdo con 770-100(b)(3).
- (2) Cuando no hay un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra según 250-32 y ubicado a una distancia no mayor que 9.00 metros desde la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica que entran a la casa móvil deben estar puestos a tierra de acuerdo con 770-100(b)(3).

b) Unión. El electro de puesta a tierra debe estar unido al bastidor metálico o a la terminal de puesta a tierra disponible en la casa móvil, con un conductor de cobre de puesta a tierra de tamaño no menor a 3.31 mm² (12 AWG) bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando no hay equipo de acometida ni medios de desconexión para la casa móvil, tal como se indica en 770-106(a).
- (2) Cuando la casa móvil es alimentada con cordón y clavija.

Parte E. Métodos de instalación dentro de los edificios

770-110. Canalizaciones para cables de fibra óptica.

a) Tipos de canalización. Se permitirá que cables de fibra óptica sean instalados en cualquier canalización que cumpla con (1) ó (2) siguientes y en ensambles de enrutamiento de cables instalados de conformidad con lo descrito en la sección 770-110(c):

1) Canalizaciones reconocidas en Capítulo 3. Se permitirá que cables de fibra óptica sean instalados de acuerdo con el capítulo 3. Las canalizaciones serán instaladas de acuerdo con los requisitos del capítulo 3.

2) Canalizaciones de comunicaciones. Se permitirá que cables de fibra óptica sean instalados en canalizaciones aprobadas para *plenums*, canalizaciones aprobados para comunicaciones en ductos verticales, canalizaciones aprobadas de propósito general, seleccionadas de acuerdo con la Tabla 800-154(b) y aprobadas de acuerdo con 800-113, e instaladas de acuerdo con 362-24 hasta 362-56, cuando apliquen los requisitos aplicables a tubos eléctricos no metálicos (ENT).

3) Ductos internos para cables de fibra óptica. Se permitirán las canalizaciones de comunicación para *plenums*, canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales, canalizaciones de propósito general, seleccionadas de acuerdo con lo que indica la Tabla 800-154(b) que sean instaladas como ductos internos en cualquier tipo de canalización permitida en el Capítulo 3.

b) Ocupación de cables de fibra óptica en canalizaciones. La ocupación de cables de fibra óptica en canalizaciones deberá cumplir con (1) ó (2) siguientes:

1) Sin circuitos de alumbrado o fuerza. Cuando cables de fibra óptica estén instalados en canalización que no contenga circuitos de alumbrado o fuerza, no se deberán aplicar los requisitos de ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 10.

2) Cables no conductivos de fibra óptica con circuitos de alumbrado o fuerza. Cuando cables no conductivos de fibra óptica son instalados con circuitos de alumbrado o fuerza en una canalización, se aplicarán los requisitos de ocupación de los Capítulos 3 y 10.

c) Ensamblados de enrutamiento de cables. Debe permitirse que los cables de fibra óptica sean instalados en ensambles de enrutamiento de cables para *plenums*, ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales y ensambles de enrutamiento de cables para fines generales, seleccionados de acuerdo con lo descrito en las disposiciones de la sección 800-113 y lo especificado en la Tabla 800-154(c), aprobados de acuerdo con la sección 800-182 e instalados de acuerdo con las secciones 800-110(c) y 800-113.

770-113. Instalación de cables de fibra óptica. La instalación de cables de fibra óptica debe cumplir con (a) hasta (j) siguientes. La instalación de canalizaciones también debe cumplir con 770-110.

a) Aprobado. Los cables de fibra óptica instalados en edificios deberán ser aprobados.

b) Ductos específicamente fabricados utilizados para aire ambiental. Se permitirán los siguientes cables en ductos específicamente fabricados para ventilación ambiental, como se describe en 300-22(b) si estos cables tienen interacción directa con el sistema de distribución de aire:

- (1) Cables tipo OFCP y OFNP hasta 1.2 metros
- (2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en canalizaciones que están instaladas de acuerdo con 300-22(b)

c) Otros espacios utilizados para aire ambiental (*plenums*). Los siguientes cables y canalizaciones serán permitidos en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c):

- (1) Cables tipo OFNP y OFCP
- (2) Cables tipo OFNP y OFCP instalados en canalizaciones para *plenums* o canalizaciones para comunicaciones en *plenums* aprobados de acuerdo con la sección 800-182.
- (3) Cables tipo OFNP y OFCP instalados en ensambles de enrutamiento de cables en *plenums* aprobados de acuerdo con la sección 800-182.

- (4) Cables tipo OFNP y OFCP soportados por charolas portacables metálicas o sistemas de charolas portacables.
- (5) Cables tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en canalizaciones que están instaladas de acuerdo con 300-22(c).
- (6) Cables de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH, sostenidos por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*), según se describe en la sección 300-22(c).
- (7) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en canalizaciones de comunicaciones para *plenums*, canalizaciones para comunicaciones de tramos verticales o canalizaciones de comunicaciones de propósito general aprobadas de acuerdo con la sección 800-182 o soportadas por charolas portacables metálicas de fondo sólido con tapa metálica sólida en otros espacios usados para aire ambiental (*plenums*) como se describe en 300-22(c).

d) Ductos verticales-Cables en ductos verticales. Los siguientes cables serán permitidos en tendidos verticales para atravesar uno o más pisos y en tendidos verticales en un pozo:

- (1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR y LSOH
- (2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones para comunicaciones en *plenums*
 - b. Ensamblajes enrutadores de cables en *plenums*
 - c. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
 - d. Ensamblajes enrutadores de cables en ductos verticales

NOTA: Véase 770-26 para requisitos de cortafuegos en aberturas a través de pisos.

e) Ductos verticales-cables y ductos internos en canalizaciones metálicas. Los siguientes cables y ductos internos serán permitidos en canalizaciones metálicas en un pozo vertical que tenga cortafuegos en cada piso.

- (1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH
- (2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones para comunicaciones en *plenums* (ductos internos)
 - b. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales (ductos internos)
 - c. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general (ductos internos)

NOTA: Véase 770-26 para requisitos de cortafuegos en aberturas a través de pisos.

f) Ductos verticales-cables en espacios a prueba de fuego. Los siguientes cables se permitirá que sean instalados en espacios verticales a prueba de fuego que tengan cortafuegos en cada piso:

- (1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH
- (2) Cables instalados tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH en:
 - a. Canalizaciones para comunicaciones en *plenums*
 - b. Ensamblajes enrutadores de cables en ductos verticales
 - c. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
 - d. Ensamblajes enrutadores de cables en ductos verticales
 - e. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general
 - f. Ensamblajes enrutadores de cables de propósito general

NOTA: Véase 770-26 para requisitos de cortafuegos en aberturas a través de pisos.

g) Ductos verticales en viviendas unifamiliares y bifamiliares. Los siguientes cables, canalizaciones y ensamblajes enrutadores de cables serán permitidos en viviendas unifamiliares y bifamiliares:

- (1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH
- (2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en:

- a. Canalizaciones para comunicaciones en *plenums*
- b. Ensamblados enrutadores de cables en *plenums*
- c. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
- d. Ensamblados enrutadores de cables en ductos verticales
- e. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general
- f. Ensamblados enrutadores de cables de propósito general

h) Charolas portacables. Los siguientes cables se permitirá que estén soportadas por charolas portables:

- (1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH
- (2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones para comunicaciones en *plenums*
 - b. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
 - c. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general

i) Bastidores de distribución y marcos de conexión. Los siguientes cables, canalizaciones y ensamblados enrutadores de cables se permitirá que sean instalados en bastidores de distribución y marcos de conexión:

- (1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH
- (2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones para comunicaciones en *plenums*
 - b. Ensamblados enrutadores de cables en *plenums*
 - c. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
 - d. Ensamblados enrutadores de cables en ductos verticales
 - e. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general
 - f. Ensamblados enrutadores de cables de propósito general

j) Otros lugares del edificio. Los siguientes cables, canalizaciones y ensamblados enrutadores de cables se permitirá que sean instalados en lugares de un edificio, que no sean los considerados en los incisos (b) hasta (i) anteriores

- (1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH
- (2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones para comunicaciones en *plenums*
 - b. Ensamblados enrutadores de cables en *plenums*
 - c. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
 - d. Ensamblados enrutadores de cables en ductos verticales
 - e. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general
 - f. Ensamblados enrutadores de cables de propósito general
- (3) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC instalados en algún tipo de canalización reconocida en Capítulo 3

770-114. Puesta a tierra. Los elementos conductivos no portadores de corriente de cables de fibra óptica deben ser unidos a un bastidor o envoltorio de equipo puesto a tierra, o puesto a tierra de acuerdo con los métodos de puesta a tierra especificados en 770-100(b)(2).

770-133. Instalación de fibras ópticas y conductores eléctricos.

a) Con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media. Cuando los cables de fibra óptica están dentro del mismo cable compuesto para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha

energizados por una red de potencia media, que operen a 1000 volts o menos, se permitirá que estén instalados únicamente cuando las funciones de la fibra óptica y de los conductores eléctricos estén asociadas.

Se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores ocupen la misma canalización o charola portacables con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, tipo ITC o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, que operen a 1000 volts o menos. No se permitirá que los cables de fibra óptica conductores ocupen la misma canalización o charola portacables, con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, tipo ITC o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Se permitirá que las fibras ópticas en cables de fibra óptica compuestos que tengan únicamente conductores de corriente para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 con valor nominal para 1000 volts o menos, ocupen el mismo gabinete, charola portacables, caja de salida, panel, canalización u otro envoltorio de terminación junto con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza, o Clase 1 que operen a 1000 volts o menos.

No se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores ocupen el mismo gabinete, caja de salida, panel, o envoltorio similar que aloje a las terminaciones eléctricas de un circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: Se permitirá la ocupación del mismo gabinete, caja de salida, panel o envoltorio similar cuando los cables de fibra óptica no conductores estén asociados funcionalmente con el circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 2: Se permitirá la ocupación del mismo gabinete, caja de salida, panel o envoltorio similar cuando los cables de fibra óptica no conductores se instalan en centros de control ensamblados en fábrica o en campo.

Excepción 3: Únicamente en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores estén con circuitos que operen a más de 1000 volts.

Excepción 4: Únicamente en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permitirá la instalación de fibras ópticas en cables de fibra óptica compuestos que tengan conductores portadores de corriente que operen a más de 1000 volts.

Excepción 5: Si todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados de todos los cables de fibra óptica por una barrera permanente o una división aprobada.

b) Con otros circuitos. Las fibras ópticas se permitirán en el mismo cable, y los cables de fibra óptica conductivos y no conductivos se permitirán en la misma charola portacables, envoltorio, o canalización con cualquiera de los conductores siguientes:

- (1) Circuitos de control remoto Clase 2 y Clase 3, de señalización y de potencia limitada, de conformidad con el Artículo 645 o las Partes A y C del Artículo 725.
- (2) Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, de conformidad con las Partes A y C del Artículo 760.
- (3) Circuitos de comunicaciones de conformidad con las Partes A y E del Artículo 800
- (4) Antenas comunitarias de televisión y sistemas de distribución de radio, de conformidad con las partes A y E del artículo 820
- (5) Circuitos de comunicaciones de banda ancha de baja potencia con conexión a red de acuerdo con las Partes A y E del Artículo 830

d) Soporte de los cables fibra óptica. Las canalizaciones se deben utilizar para el uso proyectado. Los cables de fibra óptica no deben sujetarse con flejes o con cinta ni con cualquier otro medio de sujeción al exterior de cualquier tubo conduit u otra canalización como medio de soporte.

Excepción: Se permitirá que los tramos aéreos de los cables de fibra óptica estén unidos al exterior de un mástil del tipo canalización proyectado para la sujeción y el soporte de dichos cables.

770-154. Aplicaciones de los cables de fibra óptica aprobados. Aplicaciones permitidas y no permitidas de cables de fibra óptica, aprobados, deben cumplir con cualquiera de los requisitos indicados en la Tabla 770-154(a). Las aplicaciones permitidas deberán sujetarse a los requisitos de instalación de 770-110 y 770-113. Se permitirá sustitución por cable de fibra óptica como se indica en la tabla 770-154(b) y como se ilustra en la figura 770-154.

Tabla 770-154(a).- Aplicaciones para cable de fibra óptica, situados en edificios.

Aplicaciones		Tipo de cable de fibra óptica			
		OFNP, OFCP	OFNR, OFCR	OFNG, OFCG, OFN, OFC	LSOH
En ductos fabricados específicamente para ventilación ambiental, según lo descrito en 300-22(b)	En ductos fabricados	Y*	N	N	Y*
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300.-22(b)	Y*	Y*	Y*	Y*
En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (<i>plenums</i>), según lo descrito en 300-22(c)	En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental	Y*	N	N	Y*
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(b)	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	Y*	N	N	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	Y*	N	N	Y*
	Sostenido por bandejas portacables metálicas abiertas	Y*	N	N	Y*
	Sostenido por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas	Y*	Y*	Y*	Y*
En tramos verticales	En trayectos verticales	Y*	Y*	N	Y*
	En canalizaciones metálicas	Y*	Y*	Y*	Y*
	En fosos a prueba de incendios	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara. de distribución. de aire	Y*	Y*	N	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara. de distribución. de aire	Y*	Y*	N	Y*
	En canalizaciones de comunicación de tramos verticales	Y*	Y*	N	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales	Y*	Y*	N	
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*	Y*
Dentro de edificios, en lugares diferentes de espacios de manejo de aire y tramos verticales	Generalidades	Y*	Y*	Y*	Y*
	Sostenido por bandejas portacables	Y*	Y*	Y*	Y*
	En bastidores de distribución y arreglos de conexión cruzada	Y*	Y*	Y*	Y*
	En cualquiera de las canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara. de distribución. de aire	Y*	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara. de distribución. de aire	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicación de tramos verticales	Y*	Y*	Y*	Y*

En ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales	Y*	Y*	Y*	Y*
En canalizaciones de comunicaciones para fines generales	Y*	Y*	Y*	Y*
En ensambles de enrutamiento de cables para fines generales	Y*	Y*	Y*	Y*

Nota: Una "N" en la tabla indica que no debe permitirse que el tipo de cable sea instalado en la aplicación.

Una "Y*" indica que debe permitirse que el tipo de cable sea instalado en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en las secciones 770-110 y 770-113.

NOTA 1: La Parte E del Artículo 770 cubre los métodos de instalación dentro de edificios. Esta tabla incluye las aplicaciones de las canalizaciones y cables de fibra óptica aprobados y ensambles de enrutamiento de cables en edificios. La definición de *punto de entrada* se describe en la sección 770-2.

NOTA 2: Para obtener información sobre las restricciones para la instalación de los cables de fibra óptica en ductos específicamente fabricados para aire ambiental, ver sección 770-113(b).

Tabla 770-154(b).- Sustituciones de cables

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
OFNP	Ninguna
OFCP	OFNP
OFNR	OFNP, LSOH
OFNR	OFNP, OFCP, OFNR, LSOH
OFNG, OFN	OFNP, OFNR, LSOH
OFNG, OFN	OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFN, LSOH

Parte F. Requisitos de aprobación

770-179. Cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica deben estar aprobados e identificados de acuerdo con 770-179(a) hasta (e) y se deben marcar de acuerdo con la Tabla 770-179. Los cables de fibra óptica deben tener una temperatura de operación de cuando menos 60 °C. El grado de temperatura se debe marcar en la cubierta de los cables de fibra óptica que tienen una clasificación de temperatura superior a 60 °C.

a) Tipos OFNP y OFCP. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores para *plenums*, tipos OFNP y OFCP deben ser adecuados para su uso en *plenums*, ductos y otros espacios usados para aire ambiental y, además, deben estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

b) Tipos OFNR y OFCR. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores para ductos verticales, tipos OFNR y OFCR, deben estar aprobados como adecuados para su uso en trayectorias verticales en un ducto vertical o de un piso a otro y también deben estar aprobados como poseedores de características de resistencia al fuego y capaces de evitar la propagación del fuego de un piso a otro.

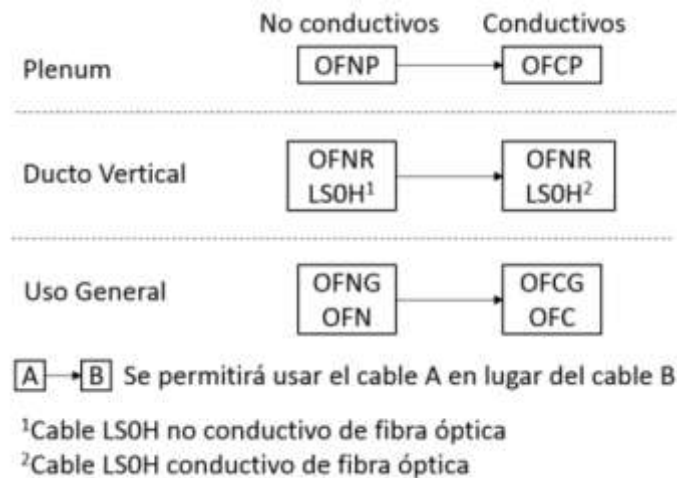


Figura 770-154.- Jerarquía de la sustitución de cables

c) Tipos OFNG y OFCG. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores de uso general, tipos OFNG y OFCG, deben estar aprobados como adecuados para uso general, excepto en ductos verticales y *plenums*; además, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

d) Tipos OFN y OFC. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores, tipos OFN y OFC, deben estar aprobados como adecuados para uso general, excepto en ductos verticales, *plenums* y otros espacios utilizados para aire ambiental, y además deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Los tipos de cables se enumeran en orden descendente con relación a su resistencia nominal al fuego. Dentro de cada resistencia nominal al fuego, el cable no conductor se enumera primero porque puede ser sustituto para el cable conductor.

e) Cables de integridad del circuito (CI) o sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables para uso en sistemas para asegurar la integridad de los circuitos bajo condiciones de fuego deben ser cumplir con (1) o (2) siguientes:

(1) Cables de integridad del circuito (CI). Los cables identificados en (a) hasta (d) anteriores que cumplan con los requisitos para integridad del circuito deben tener una clasificación adicional utilizando el sufijo "CI". A fin de mantener su certificación de resistencia al fuego aprobada, los cables de integridad del circuito (CI) deben ser instalados solamente al aire libre.

(2) Cables resistentes al fuego. Los cables especificados en los incisos (a) hasta (d) anteriores y en subinciso (1) anterior, que sean parte de un sistema de protección del circuito eléctrico, deben ser cables resistentes al fuego y deben estar identificados con el número de sistema de protección sobre el producto o sobre el contenedor unitario más pequeño en el que esté contenido el producto y deben ser instalados de acuerdo con lo establecido en el listado del sistema de protección.

Tabla 770-179.- Marcado de cables

Marcado de cables	Tipo
OFNP	Cable no conductor de fibra óptica en <i>plenum</i>
OFCP	Cable conductor de fibra óptica en <i>plenum</i>
OFNR	Cable no conductor de fibra óptica en ducto vertical
OFNR	Cable conductor de fibra óptica en ducto vertical
OFNG	Cable no conductor de fibra óptica para propósito general
OFCG	Cable conductor de fibra óptica para propósito general
OFN	Cable no conductor de fibra óptica para propósito general

OFC	Cable conductor de fibra óptica para propósito general
LSOH	Cable de baja emisión de humo y libre de halógenos

f) Cables de fibra óptica ensamblados en campo. Los cables de fibra óptica ensamblados en campo deben cumplir con lo establecido en (1) hasta (4) siguientes:

(1) La combinación específica de chaqueta y fibras ópticas prevista para ser instalada como un cable de fibra óptica ensamblado en campo debe estar aprobada de acuerdo con lo establecido en los incisos (a), (b) o (d) anteriores y debe estar marcada de acuerdo con lo especificado en la Tabla 770-179.

(2) La chaqueta de un cable de fibra óptica ensamblado en campo debe tener una marca en la superficie en la que se indiquen las fibras ópticas específicas con las que está aprobada para uso.

(3) Las fibras ópticas deben tener un marcado permanente, por ejemplo, con una cinta de marcado, en el que se indique la chaqueta con la que están aprobadas para uso.

(4) La chaqueta sin fibras debe cumplir con los requisitos de aprobado establecidos para canalizaciones de comunicaciones en las secciones 800-182(a), (b) o (c), según el marcado del cable.

g) Tipo LSOH. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores tipo LSOH deben ser adecuados para su uso general, en trayectorias verticales en un ducto vertical o de un piso a otro y también deben estar aprobados como de baja emisión de humos, libres de halógenos y poseedores de características de resistencia al fuego y capaces de evitar la propagación del fuego de un piso a otro.

770-180. Dispositivos de puesta a tierra. Donde se requiera la unión o la puesta a tierra, los dispositivos que se utilicen para conectar un blindaje, forro o las partes metálicas no portadores de corriente de un cable con un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados o deben ser parte de equipos aprobados.

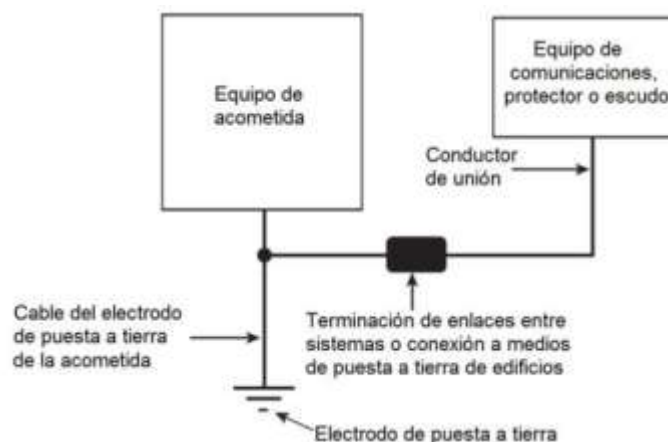
CAPÍTULO 8

SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

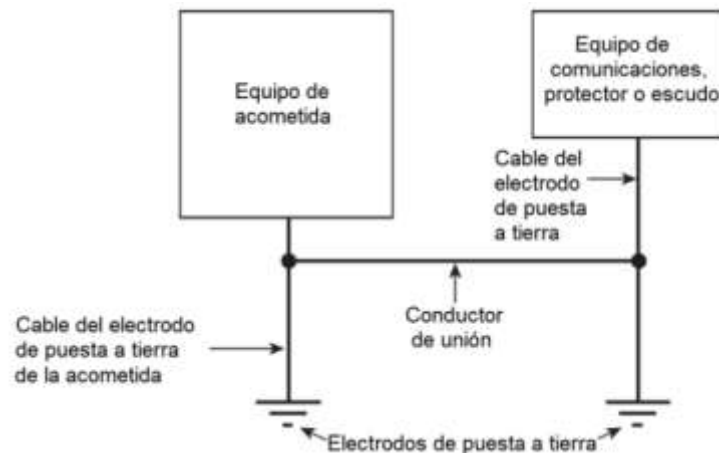
ARTÍCULO 800

CIRCUITOS DE COMUNICACIONES

NOTA: Figura 800(a). Ejemplo del uso del término Conductor de Unión utilizado en una instalación de comunicaciones.



NOTA: Figura 800(b). Ejemplo del uso del término Conductor del Electrodo de Puesta a Tierra utilizado en una instalación de comunicaciones.



Parte A. Generalidades

800-1. Alcance. Este Artículo cubre los requerimientos para circuitos y equipos de comunicaciones.

NOTA 1: Ver 1.2.2(e) para instalaciones de circuitos y equipos de comunicaciones que no están cubiertos.

NOTA 2: Para mayor información sobre circuitos de control remoto, señalización y circuitos de potencia limitada, ver Artículo 725.

NOTA 3: Para mayor información sobre sistemas de alarma de fuego, véase el Artículo 760.

800-2. Definiciones. Véase el Artículo 100. Para propósitos de este Artículo, adicionalmente se aplican las siguientes definiciones:

Alambre: Ensamble hecho en fábrica de uno o más conductores aislados sin una cubierta común.

Cable: Ensamble hecho en fábrica de dos o más conductores aislados con cubierta general.

Cable de comunicaciones abandonado: Cable de comunicaciones instalado que no llega a: terminales en ambos extremos, a un conector u otro equipo y no está marcado con una etiqueta para uso futuro.

Cable de integridad del circuito de comunicaciones: Cable utilizado en sistemas de comunicaciones para asegurar la operación ininterrumpida de circuitos críticos durante un tiempo especificado bajo condiciones de incendio.

Circuito de comunicaciones: El circuito que transmite voz, audio, video, datos, servicios interactivos, telégrafo (excepto radio), el alambrado externo para alarma de fuego o alarma de robo desde el equipo de comunicaciones del suministrador del servicio, al equipo de comunicaciones del usuario hasta, incluyéndolo, el equipo terminal tal como un teléfono, una máquina de fax y una contestadora automática.

Cuadra: Manzana, porción de una ciudad, terreno o aldea, rodeada por calles, incluyendo callejones encerrados, pero no las calles.

Expuesto (a contacto accidental): Circuito que está en una posición tal que, en caso de falla de los soportes o del aislamiento, puede hacer contacto con otro circuito.

NOTA: Véase el Artículo 100 para otras dos definiciones de Expuesto.

Forro de cable: Cubierta sobre el ensamble del conductor que puede incluir una o más cubiertas metálicas, refuerzos o cubiertas.

Punto de entrada: El punto de entrada a un edificio es el lugar donde los conductores o cables emergencia a través de un muro exterior, de una losa de concreto o de un tubo conduit metálico pesado o semipesado, conectado por un conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra de acuerdo con 800-100 (b).

800-3. Otros artículos

a) En áreas peligrosas (clasificadas). Los circuitos y equipos de comunicaciones instalados en un área peligrosa (clasificada) de acuerdo con 500-5 y 505-5 deben cumplir los requisitos aplicables del Capítulo 5.

b) Alambrado en ductos para polvo, pelusas o remoción de vapor. Aplican los requisitos de 300-22(a).

c) Equipos en otros espacios usados para manejar aire ambiental. Aplican los requisitos de 300-22(c)(3).

d) Instalación y uso. Deben aplicarse los requisitos de la sección 110-3(b).

e) Sistemas de comunicación de banda ancha alimentados por la red. Para sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por la red aplican los requisitos del Artículo 830.

f) Sistemas de comunicación de banda ancha alimentados de la instalación del edificio. Para sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados de la instalación del edificio aplican los requisitos del Artículo 840.

g) Cable de fibra óptica. Cuando se usa cable de fibra óptica, total o parcialmente, para proveer un circuito de comunicaciones dentro de un edificio, aplican los requisitos del Artículo 770 a la parte del circuito de comunicaciones instalada con fibra óptica.

h) Limitación de los conductores por temperatura. Se aplicará la sección 310-15 (a)(3)

800-18. Instalación del equipo. El equipo eléctricamente conectado a una red de comunicaciones debe ser aprobado de acuerdo con 800-170. La instalación del equipo también debe cumplir con 110-3b).

Excepción: El requisito de aprobación no se aplica al equipo de prueba destinado a conexión temporal a la red de telecomunicaciones por personal calificado, durante la instalación, mantenimiento o reparación de equipo o sistemas de telecomunicaciones.

800-21. Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe impedirse por la acumulación de alambres y cables, que eviten la remoción de paneles, incluyendo los plafones suspendidos del techo.

800-24. Ejecución de los trabajos. Los circuitos y equipo de comunicaciones deben instalarse de manera ordenada, profesional y procurando identificar todo el alambrado. Los cables deben soportarse sobre la estructura del edificio de forma que no puedan dañarse por el uso normal del edificio. Dichos cables deben ser asegurados mecánicamente, incluyendo correas, grapas, bridas, soportes o accesorios similares, diseñados e instalados de forma tal que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4(d) y 300-11. Los amarres para cables no metálicos y otros accesorios para cables no metálicos que se utilicen para fijar y sostener cables en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*) deben estar aprobados como con bajas propiedades de liberación de humo y calor de acuerdo con 800-170(c).

NOTA: Para mayor información sobre las prácticas aceptadas por la industria para la instalación de cableado de comunicaciones ver Apéndice B.

800-25. Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables de comunicaciones abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

800-26. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. La instalación de cables de comunicaciones, canalizaciones de comunicaciones y ensambles de enrutamiento de cables en espacios huecos, fosos verticales y ductos de ventilación y circulación de aire se deben hacer de tal manera que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas alrededor de los cables de comunicaciones, canalizaciones de comunicaciones ensambles de enrutamiento de cables a través de paredes, divisiones, pisos o plafones con clasificación como resistentes al fuego, deben ser cortafuegos utilizando métodos aprobados para mantener la clasificación de resistencia al fuego.

Parte B. Conductores en exteriores y en entrada a edificios

800-44. Cables y alambres aéreos de comunicaciones. Los conductores aéreos que entren en edificios deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Sobre postes y claros. Cuando alambres y cables de comunicaciones, y conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los alambres y cables de comunicaciones deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los alambres y cables de comunicaciones no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.

3) Espacio para subir. El espacio para subir entre los alambres y cables de comunicación debe cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) Libramiento. Las bajadas de la acometida de alimentación y los conjuntos de conductores de acometidas aéreas de 0 a 750 volts, encima y paralelas a las acometidas aéreas de comunicación, deben tener una separación mínima de 30 centímetros en cualquier punto del claro, incluyendo el punto de fijación al edificio, siempre que los conductores no puestos a tierra estén aislados y que se mantenga un libramiento de cuando menos 1.00 metro entre las dos acometidas en el poste.

b) Sobre azoteas. Los cables y alambres de comunicaciones deben tener una distancia vertical mínima de 2.50 metros desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción 1: No se requerirá que los cables y cables de comunicaciones tengan una separación vertical de no menos de 2.5 m por encima de los edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos 46 centímetros si (a) los conductores de la acometida de comunicaciones pasan sobre el alerón de la azotea no más de 1.20 metros; y (b) terminan en una canalización pasante o sobre el techo o soporte aprobado.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 centímetros por cada 30 centímetros, se permite una reducción en el libramiento a un mínimo de 90 centímetros.

800-47. Alambres y cables subterráneos de comunicaciones que entran a edificios. Los alambres y cables subterráneos de comunicaciones que entren en los edificios deben cumplir con (a) y (b) siguientes. Los requisitos de 310-10(c) no aplican para alambres y cables de comunicaciones.

a) Sistemas subterráneos con conductores eléctricos de luz, potencia, clase 1 o circuito de alarma de incendio de potencia no limitada. Los alambres y cables de comunicaciones subterráneos instalados en canalizaciones, registros o pozos de visita en los que haya conductores de alumbrado o fuerza, conductores de circuitos Clase 1 o de alarma contra incendios que no sean de potencia limitada, deben estar separados de estos conductores por medio de un muro divisorio de ladrillo, concreto o loseta o por medio de una barrera adecuada.

b) Distribución subterránea en la cuadra. Cuando todo el circuito de la calle sea subterráneo y el circuito dentro de la cuadra esté colocado de tal manera que no haya riesgo de contacto accidental con circuitos de alumbrado o fuerza de más de 300 volts a tierra, no deben aplicarse los requisitos de aislamiento indicados en 800-50(a) y (c), ni se exige colocar soportes aislantes para los conductores, ni se necesitan boquillas para la entrada de los conductores al edificio.

800-48. Cables no aprobados que entran a los edificios. Se permitirá que cables de comunicaciones no aprobados, externos a la instalación, sean instalados en cualquier espacio del edificio que no sea un pozo vertical y ductos, *plenums* u otros espacios para mover aire ambiental, cuando la longitud del cable dentro del edificio, medida desde el punto de entrada no sea mayor de 15.00 metros y el cable entre al edificio desde el exterior y termine en un envolvente o en un protector primario aprobado. Se permitirá que el punto de entrada se extienda desde la penetración de la pared externa o de la losa de suelo, encerrando continuamente los cables en tubo conduit metálico pesado (RMC) o tubo conduit metálico semipesado (IMC) hasta el punto de emergencia.

NOTA 1: Por lo general se utilizan cajas de empalme o de terminación, tanto metálicas como de plástico, como envolventes para empalmar o terminar los cables de teléfono.

NOTA 2: Esta sección limita la longitud del cable no aprobado exterior a la instalación a 15.00 metros, mientras que en 800-90(b) se exige que el protector primario esté ubicado lo más cerca posible del punto en el cual el cable entra al edificio. Por lo tanto, en las instalaciones que requieren un protector primario, puede no permitirse que el cable exterior a la fábrica se extienda 15 metros dentro del edificio, si es factible ubicar el protector primario a menos de 15 metros del punto de entrada.

800-49. Puesta a tierra de conductos de entrada metálicos. Los tubos conduit metálicos pesados (RMC) o los conduit metálicos semipesados (IMC) que contengan cables de entrada de comunicaciones deben estar conectados mediante un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra con un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 800-100(b).

800-50. Circuitos que necesitan protectores primarios. Los circuitos que requieren protectores primarios como los descritos en 800-90, deben cumplir los siguientes requisitos:

a) Aislamiento, alambres y cables. Los alambres y cables de comunicaciones sin pantalla metálica, tendidos desde el último soporte exterior del edificio hasta el protector primario, deben estar aprobados para este propósito de acuerdo con 800-173.

b) Sobre edificios. Los alambres y cables de comunicaciones, que cumplan lo establecido en 800-50(a), deben estar separados por lo menos 10 centímetros de los conductores de fuerza y alumbrado que no estén en una canalización o cable, o deben estar permanentemente separados de los conductores de los demás sistemas, además del aislamiento de los alambres, mediante una barrera no conductora, continua y fija firmemente, tal como un tubo de porcelana o tubería flexible. Los alambres y cables de comunicaciones que cumplan con lo indicado en 800-50(a), que se encuentren expuestos a contactos accidentales con conductores de alumbrado y fuerza operando a tensiones mayores de 300 volts a tierra y fijados a los edificios, deben separarse de la estructura del edificio mediante aisladores de vidrio, porcelana u otro material aislante.

c) Entrando a edificios. Cuando se instale un protector primario dentro del edificio, los alambres y cables de comunicaciones deben entrar al edificio ya sea por medio de una boquilla aislante, no absorbente y no combustible, o por medio de una canalización metálica. Puede omitirse la boquilla aislante en los alambre y cables de comunicaciones que entran, cuando: (1) son cables con pantalla metálica; (2) pasan a través de mampostería; (3) satisfacen los requisitos indicados en 800-50(a) y se omitan los fusibles según se dispone en 800-90(a)(1); o (4) cumplan con los requisitos especificados en 800-50(a) y se utilizan para extender circuitos desde un cable con pantalla metálica puesta a tierra hasta el edificio. Las canalizaciones o boquillas deben entrar desde el exterior al edificio con una pendiente hacia arriba desde el exterior o, cuando esto no es posible, deben hacerse curvas de goteo en los conductores inmediatamente antes de que entren al edificio.

Las canalizaciones deben estar equipadas con una mufa de acometida aprobada. Se permite que entren a través de una canalización o boquilla más de un alambre o cable de comunicaciones. Los tubos conduit u otras canalizaciones metálicas colocadas adelante del protector deben estar puestos a tierra.

800-53. Conductores para las descargas atmosféricas. Siempre que sea posible, se debe mantener una separación mínima de 1.80 metros entre los alambres y cables de comunicaciones de los edificios y los conductores para las descargas atmosféricas.

Parte C. Protección

800-90. Dispositivos de protección

a) Aplicación. Se debe instalar un protector primario aprobado en cada circuito que sea parcial o totalmente aéreo no confinado dentro de la cuadra. También se debe colocar un protector primario aprobado en cada circuito, aéreo o subterráneo, que esté situado en la cuadra en la que se ubique el edificio, que pueda estar expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza con tensiones mayores a 300 volts a tierra. Además, donde exista exposición a descargas atmosféricas, cada circuito que conecta las edificaciones en un predio, debe protegerse con un protector primario aprobado en cada extremo del circuito de conexión. La instalación de protectores primarios también debe cumplir lo establecido en 110-3(b).

NOTA 1: En un circuito no expuesto a contacto accidental con conductores de fuerza, la instalación de un protector primario de acuerdo con este Artículo ayuda a proteger contra otros riesgos, tales como descargas atmosféricas y elevaciones anormales de tensión inducida por corrientes de falla en circuitos de fuerza próximos a los circuitos de comunicaciones.

NOTA 2: Se considera que los circuitos de conexión entre edificaciones están expuestos a las descargas atmosféricas, a menos que exista alguna de las siguientes condiciones:

- (1) Circuitos en grandes áreas metropolitanas donde los edificios están juntos y son suficientemente altos para interceptar las descargas atmosféricas.
- (2) Los tramos de cables de conexión entre edificios de 40.00 metros o menos, enterrados directamente o en tubo conduit subterráneo, donde una pantalla metálica continua del conductor o un tubo conduit metálico continuo que contenga al cable, esté conectado al sistema de electrodo de puesta a tierra de cada edificio.
- (3) Las áreas que tengan un promedio de cinco días de tormenta por año o menos y la resistividad del terreno menor que 100 ohm-metro.

1) Protectores primarios sin fusibles. Puede utilizarse un protector primario del tipo sin fusibles, bajo cualquiera de las condiciones siguientes:

- a. Donde los conductores que entran a un edificio por medio de un cable con pantalla metálica puesta a tierra y si los conductores en el cable se funden sin peligro, para todas las corrientes mayores a la capacidad de corriente del protector primario y del conductor de puesta a tierra del protector o del conductor puesto a tierra del protector.

- b. Cuando se utilizan conductores aislados de acuerdo con 800-50(a) para extender los circuitos hasta un edificio desde un cable con un(os) elemento(s) del recubrimiento metálico puesto(s) a tierra efectivamente, y si los conductores del cable o sus extremos, o las conexiones entre los conductores aislados, expuestos al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra y los equipos de comunicaciones, se funden con seguridad cuando pasa cualquier corriente superior a la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o de los conductores aislados asociados, y del conductor de puesta a tierra o del conductor puesto a tierra del protector primario.
- c. Donde se utilicen conductores aislados de acuerdo con lo indicado en 800-50(a) o (b), para extender circuitos desde un cable que no tenga una(s) parte(s) de la pantalla metálica puesta a tierra hasta un edificio, si: (1) el protector primario está aprobado como adecuado para este propósito y para su aplicación con circuitos que se extienden desde un cable que no tenga un(os) elemento(s) metálico(s) en el recubrimiento, y (2) las conexiones de los conductores aislados, hacia las plantas expuestas al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra, o los conductores de las plantas expuestos al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra, se funden con seguridad cuando pasa cualquier corriente superior a la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o de los conductores aislados asociados, y del conductor de puesta a tierra o del conductor puesto a tierra del protector primario.
- d. Donde se utilicen conductores aislados, de acuerdo con lo indicado en 800-50(a) para extender en forma aérea los circuitos hasta un edificio, desde un circuito enterrado o subterráneo no expuesto, al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra.
- e. Donde se utilicen conductores aislados, de acuerdo con lo indicado en 800-50(a) para extender los circuitos desde un cable con pantalla metálica puesta a tierra eficazmente hasta un edificio, y si: (1) la combinación de protector primario y los conductores aislados está listada como adecuada para ese propósito de aplicación con circuitos que se extienden desde un cable con el elemento del recubrimiento metálico puesto a tierra efectivamente, y (2) los conductores aislados se funden con seguridad cuando pasa cualquier corriente superior a la capacidad de conducción de corriente del protector primario y del conductor de puesta a tierra o del conductor puesto a tierra del protector primario.

2) Protectores primarios con fusibles. Cuando no se cumplan los requisitos indicados en 800-90(a)(1) de (a) hasta (e) se deben usar protectores primarios con fusibles. Un protector primario con fusibles debe consistir en un apartarrayos conectado entre cada conductor de fase y tierra, un fusible en serie con cada conductor de fase y una instalación de montaje adecuado. Las terminales del protector primario deben estar claramente marcadas para identificar las conexiones de fase, instrumento y tierra, según sea aplicable.

b) Ubicación. El protector primario debe instalarse dentro del edificio o estructura a la que sirve, o inmediatamente adyacente a ésta y tan cerca como sea posible del punto de entrada.

Para los propósitos de esta sección, se debe considerar que los protectores primarios instalados en el equipo de acometida de casas móviles a un máximo de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, o en el medio de desconexión de la casa móvil, conectado a un electrodo por un conductor de puesta a tierra de acuerdo con 250-32 y situado a máximo 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, cumplen los requisitos de esta sección.

NOTA: Seleccionando la ubicación del protector primario para lograr que el conductor de puesta a tierra del protector sea lo más corto posible, ayuda a eliminar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicación y otros sistemas metálicos.

c) Áreas peligrosas (clasificadas). El protector primario no debe instalarse en áreas peligrosas (clasificadas), de acuerdo con lo definido en las secciones 500-5 y 505-5, ni en la proximidad de materiales fácilmente inflamables.

Excepción: Como se permite en 501-150, 502-150 y 503-150.

d) Protectores secundarios. Cuando se instale un protector secundario en serie con el alambre o cable interior de comunicaciones, entre el protector primario y el equipo, el protector debe estar aprobado para ese propósito de acuerdo con 800-170(b).

NOTA: Los protectores secundarios en circuitos expuestos al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra, no están diseñados para usarse sin protectores primarios.

800-93. Puesta a tierra o interrupción de los elementos metálicos no conductores de corriente de la cubierta de los cables de comunicaciones. Los cables de comunicaciones que entran al edificio o que terminan en el exterior de éste, deben cumplir con lo dispuesto en (a) y (b) siguientes:

a) Entrando a los edificios. En las instalaciones donde los cables de comunicaciones entran a un edificio, los elementos metálicos de la cubierta del cable deben estar puestos a tierra tal como se especifica 800-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se debe hacer lo más cerca posible al punto de entrada.

b) Terminando en el exterior de los edificios. En las instalaciones donde el cable de comunicaciones termina en el exterior del edificio, los elementos metálicos de la cubierta del cable deben estar puestos a tierra tal como se especifica en 800-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se debe hacer lo más cerca posible al punto de terminación del cable.

Parte D. Métodos de puesta a tierra

800-100. Puesta a tierra y unión del cable y del protector primario. El protector primario y los miembros metálicos de la cubierta del cable deben ser unidos y puestos a tierra deben ser unidos y puestos a tierra, como se indica en (a) hasta (d).

a) Conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra

1) Aislamiento. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra debe estar aprobado para este uso y se permitirá que sea aislado, recubierto o desnudo.

2) Material. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión y puede ser alambre o cable.

3) Tamaño. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra debe ser de tamaño no menor que 2.08 mm^2 (14 AWG). El conductor debe tener una ampacidad no menor a los miembros metálicos de la cubierta puestos a tierra y los conductores protegidos del cable de comunicaciones. No se exigirá que el conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra sea de tamaño mayor a 13.3 mm^2 (6 AWG).

4) Recorrido. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra del protector primario debe ser lo más corto posible. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, el conductor de puesta a tierra del protector primario debe ser lo más corto posible y no exceder de 6.00 metros de longitud.

NOTA: Limitaciones similares a la longitud del conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra aplicadas a edificios de apartamentos y edificios comerciales ayudan a reducir las diferencias de potencial que se pueden desarrollar entre los sistemas de fuerza y de comunicaciones del edificio durante eventos de descargas atmosféricas.

Excepción: En viviendas unifamiliares y bifamiliares donde no es factible lograr una longitud máxima total del conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra del protector primario de 6.00 metros, se debe instalar por separado una varilla de tierra de comunicaciones que cumpla los criterios de dimensiones mínimas indicadas en 800-100(b)(3)(2); el protector primario debe estar conectado a la varilla de tierra de comunicaciones según 800-100(c) y la varilla de tierra de comunicaciones debe estar conectada al sistema del electrodo de puesta a tierra de la instalación de fuerza, de acuerdo con 800-100(d).

5) Recorrido en línea recta. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra se debe tender en una línea lo más recta que sea posible.

6) Daño físico. Cuando sea necesario, los conductores de unión o de electrodo de puesta a tierra, cuando están expuestos, deben estar protegidos contra daño físico. Cuando el conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra esté dentro de una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben unirse al conductor contenido o a la misma terminal o electrodo al cual está conectado el conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra.

b) Electrodo. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra debe conectarse de acuerdo a (1), (2) o (3) siguientes:

1) En edificios o estructuras con terminación de intersistemas de unión. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminación de intersistemas de unión, como se requiere en 250-94, el conductor de puesta a tierra debe estar conectado a dicha terminación.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si se establece una terminación de vinculación intersistemas, se aplicará 250-94(a).

Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra se debe conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes elementos:

- (1) El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura, de acuerdo con lo indicado en 250-50;
- (2) El sistema interior de tubería metálica de agua puesto a tierra, hasta una distancia máxima de 1.50 metros desde su punto de entrada al edificio, tal como se indica en 250-52;
- (3) Un medio externo accesible de la acometida de energía, fuera de las envolventes utilizando las opciones identificadas en la excepción a 250-94(a);
- (4) La canalización metálica no flexible de la acometida;
- (5) La envolvente del equipo de la acometida;
- (6) El conductor del electrodo de puesta a tierra o el conductor del electrodo de puesta a tierra de la envolvente metálica de la acometida; o
- (7) El conductor de puesta a tierra o el electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura, que esté puesto a tierra a un electrodo tal como se indica en 250-32. Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor del electrodo de puesta a tierra (unión intersistemas) no debe interferir con la apertura del envolvente del equipo. Un dispositivo de unión se debe montar en las partes no removibles, y no se debe montar en una puerta o una tapa, aunque éstas no sean removibles.

Para propósitos de esta sección, debe considerarse accesible el equipo de acometida o medio de desconexión de una casa móvil, como se describe en 800-90(b).

3) En edificios o estructuras sin una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra, tal como se describe en 800-100(b)(2), el conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar a cualquiera de los siguientes elementos.

- (1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en las secciones 250-52(a)(1), (a)(2), (a)(3) o (a)(4).
- (2) Si el edificio o estructura alimentada no tiene terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra, como se describe en las secciones 800-100(b)(2) o (b)(3)(a), a cualquiera de los electrodos de puesta a tierra individuales descritos en las secciones 250-52(a)(7) y (a)(8) o a un tubo o barra puesta a tierra cuya longitud no sea inferior a 1.50 metros y 12.7 milímetros de diámetro, enterrada, cuando sea factible, dentro de tierra permanentemente húmeda y separado de los conductores del sistema de protección para las descargas atmosféricas según lo indica 800-53, y por lo menos a 1.80 metros de los electrodos de otros sistemas. Las tuberías de agua caliente o de vapor, ni los conductores terminales aéreos (conductores de la barra del pararrayos), se deben utilizar como electrodos para los protectores y miembros metálicos puestos a tierra.

c) Conexión de los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir con lo establecido en 250-70.

d) Unión de electrodos. Un puente de unión de tamaño nominal no menor que 13.3 mm² (6 AWG) o equivalente debe conectar al electrodo de puesta a tierra de comunicaciones y el sistema de electrodos para puesta a tierra en el edificio o estructura alimentada, cuando se usan electrodos independientes

Excepción: En casas móviles conforme se indica en 800-106.

NOTA 1: Sobre el uso de varillas de apartarrayos, véase 250-60.

NOTA 2: Si se unen todos los electrodos independientes de puesta a tierra, se limitan las diferencias de potencial entre los electrodos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

800-106. Puesta a tierra y unión del protector primario en casas móviles

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) y (2) siguientes:

- (1) Cuando no haya un equipo de acometida situado a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, la terminal de puesta a tierra del protector primario debe estar conectado a un conductor del electrodo de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra, según 800-100(b)(3).

- (2) Cuando no haya un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra de acuerdo con 250-32, y situado a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, el protector primario debe estar conectado a un electrodo de puesta a tierra, según 800-100(b)(3).

b) Unión. La terminal o electrodo de puesta a tierra del protector primario debe unirse a la estructura metálica o mediante la terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil, mediante un conductor de cobre, con tamaño no menor que 3.31 mm² (12 AWG), de acuerdo con cualquiera de las condiciones siguientes:

- (1) Donde no exista equipo de acometida o medio de desconexión de la casa móvil como en el inciso a) anterior; o
- (2) Cuando la casa móvil está alimentada con cordón y clavija.

Parte E. Métodos de alambrado dentro de edificios

800-110. Canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables para alambres y cables de comunicaciones.

a) Tipos de canalizaciones. Se permitirá que se instalen alambres y cables de comunicaciones en cualquier canalización que cumpla con (1) o (2) siguientes y en ensambles de enrutamiento de cables instalados de conformidad con lo descrito en la sección 800-110(c).

1) Canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3. Se permitirá que se instalen alambres y cables de comunicaciones en cualquier canalización incluida en el Capítulo 3.

2) Canalizaciones de comunicaciones. Se permitirá que se instalen alambres y cables de comunicaciones en canalizaciones para comunicaciones en *plenums*, canalizaciones para comunicaciones aprobadas en pozos verticales o canalizaciones para comunicaciones de uso general seleccionadas de acuerdo con la Tabla 800-154(b), con los requerimientos de 800-182, e instaladas de acuerdo lo establecido en las secciones 800-113 y con 362-24 hasta 362-56, cuando apliquen los requisitos para tubo conduit no-metálico ENT.

3) Interducto para los alambres y los cables de comunicaciones. Se permitirá instalar canalizaciones para comunicaciones en *plenums*, canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales y canalizaciones para comunicaciones de propósito general de acuerdo con la Tabla 800.154 (b), como conducto interno en cualquier tipo de canalización aprobada permitido en el Capítulo 3.

b) Tablas de ocupación para alambres y cables de comunicaciones. Las tablas de ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 9 no aplican para alambres y cables de comunicaciones.

c) Ensamblados de enrutamiento de cables. Debe permitirse que los cables de comunicaciones sean instalados en ensambles de enrutamiento de cables para *plenums*, ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales y ensambles de enrutamiento de cables para fines generales, seleccionados de acuerdo la Tabla 800-154(c), con lo descrito en las disposiciones de la sección 800-182 e instalados de acuerdo con lo establecido en las secciones 800-110(c)(1) y (2) y 800-113.

(1) Soporte horizontal. Los ensambles de enrutamiento de cables deben estar sostenidos, donde se extiendan horizontalmente a intervalos que no excedan de 90 cm y en cada extremo o junta, excepto que estén aprobados para otros intervalos para soportes. En ningún caso debe la distancia entre los soportes exceder de 3 m.

(2) Soporte vertical. Los trayectos verticales de los ensambles de enrutamiento de cables deben estar sostenidos a intervalos que no excedan de 1.2 m, excepto que estén aprobados para otros intervalos para soportes y no debe haber más de una unión entre soportes.

800-113. Instalación de alambres de comunicaciones, cables y canalizaciones para comunicaciones y ensambles de enrutamiento de cables. La instalación de alambres, cables y canalizaciones para comunicaciones y ensambles de enrutamiento de cables debe cumplir con (a) hasta (l) siguientes. La instalación de canalizaciones también debe cumplir con 800-110.

a) Aprobación. Los alambres, cables y canalizaciones para comunicaciones instalados en edificios deben ser aprobados.

Excepción: No se requiere que sean aprobados los cables de comunicaciones que cumplan con 800-48.

b) Ductos específicamente fabricados para uso en aire ambiental. Se permitirán los siguientes alambres y cables dentro de ductos fabricados usados para aire ambiental como se describe en 300-22(b) si están directamente asociados con el sistema de distribución de aire:

- (1) Hasta 1.25 metros de cable tipo CMP.
- (2) Cable y alambres de comunicaciones tipos CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(b).

c) Otros espacios usados para aire ambiental (*Plenums*). Se permitirán los siguientes alambres, cables y canalizaciones para comunicaciones en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c):

- (1) Cable tipo CMP.
- (2) Canalizaciones para comunicaciones en *plenums*.
- (3) Ensamblados enrutadores de cables en *plenums*.
- (4) Cable tipo CMP instalados en canalizaciones para comunicaciones en *plenums*.
- (5) Cable tipo CMP instalados en ensamblados enrutadores de cables en *plenums*.
- (6) Cable tipo CMP instalados en canalizaciones para comunicaciones en *plenums* soportadas por charolas metálicas abiertas o en sistemas de charolas para cables.
- (7) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX, LSOH y alambres de comunicaciones instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(c).
- (8) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH, canalizaciones para comunicaciones en *plenums*, canalizaciones verticales para comunicaciones y canalizaciones para comunicaciones de uso general, soportadas por charolas con la base de metal y cubiertas de metal en otros espacios usados para aire ambiental (*plenums*) como se describe en 300-22(c).
- (9) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH, instalados en canalizaciones para comunicaciones en *plenums*, canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales y canalizaciones para comunicaciones de uso general, soportadas por charolas con la base de metal y cubiertas de metal en otros espacios usados para aire ambiental (*plenums*) como se describe en 300-22(c).

d) Pozos verticales-Cables y canalizaciones en trayectorias verticales. En trayectorias verticales que crucen uno o más pisos y en trayectorias verticales en un pozo, se permitirán los siguientes cables, canalizaciones y ensamblados de enrutamiento de cables:

- (1) Cables tipo CMP, CMR y LSOH.
- (2) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums* y en trayectorias verticales.
- (3) Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums* y para tramos verticales.
- (4) Cables tipo CMP, CMR y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - c. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 800-26.

e) Pozos verticales-Cables y canalizaciones en canalizaciones de metal. En canalizaciones metálicas en un pozo vertical que tenga cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables y canalizaciones:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH.
- (2) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y canalizaciones de comunicaciones de uso general.
- (3) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums* (*interducto*).
 - b. Canalizaciones en trayectorias verticales (*interducto*).
 - c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general (*interducto*).

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 800-26.

f) Pozos verticales-Cables, canalizaciones y ensamblados de enrutamiento de cables en pozos verticales a prueba de fuego. En pozos verticales que tengan cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables, canalizaciones y ensamblados de enrutamiento de cables:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH.

- (2) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y canalizaciones de comunicaciones de uso general.
- (3) Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums* y para tramos verticales
- (4) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH instalados en:
 - a. *Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. *Canalizaciones en trayectorias verticales.*
 - c. *Canalizaciones de comunicaciones de uso general.*
 - d. *Ensamble de enrutamiento de cables para plenums*
 - e. *Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.*
 - f. *Ensamble de cable ruteador de propósito general.*

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 800-26.

g) Pozos verticales —Unidades de vivienda de una familia y bifamiliar. Se permitirán los siguientes cables, canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables para *plenums* en unidades de vivienda de una familia y bifamiliar:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH.
- (2) Cable tipo CMX de menos de 6 milímetros de diámetro.
- (3) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y de uso general.
- (4) Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*, tramos verticales y para fines generales
- (5) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. *Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. *Canalizaciones en trayectorias verticales.*
 - c. *Canalizaciones de comunicaciones de uso general.*
 - d. *Ensamblados de enrutamiento de cables para plenums*
 - e. *Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.*
 - f. *Ensamble de cable ruteador de propósito general.*

h) Charolas porta cables. Se permitirá que charolas para cables soporten los siguientes alambres, cables y canalizaciones:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH.
- (2) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y de uso general.
- (3) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. *Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. *Canalizaciones en trayectorias verticales.*
 - c. *Canalizaciones de comunicaciones de uso general.*

i) Bastidores de distribución y marcos de conexiones. Se permitirán los siguientes alambres, cables, canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables se instalen en bastidores de distribución y marcos de conexiones:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH, y alambres de comunicaciones.
- (2) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y de uso general.
- (3) Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*, tramos verticales y para fines generales
- (4) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. *Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. *Canalizaciones en trayectorias verticales.*
 - c. *Canalizaciones de comunicaciones de uso general.*
 - d. *Ensamblados de enrutamiento de cables para plenums*
 - e. *Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.*

f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

j) Otros lugares del edificio. Se permitirá que se instalen en otros lugares del edificio, diferentes a los cubiertos en los incisos (b) hasta (i) anteriores, los siguientes alambres, cables, canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables se instalen:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH.
- (2) Un máximo de 3.00 metros de cable tipo CMX expuesto en espacios no ocultos.
- (3) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y de uso general. (4) Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*, tramos verticales y para fines generales
- (5) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. Canalizaciones en trayectorias verticales.*
 - c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.*
- (6) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. Ensamblados de enrutamiento de cables para plenums*
 - b. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.*
 - c. Ensamble de cable ruteador de propósito general.*
- (7) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX, y LSOH instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.
- (8) Alambres tipo CMUC bajo la alfombra y cables instalados bajo alfombra.

k) Unidades de vivienda multifamiliares. Se permitirá que se instalen en unidades de vivienda multifamiliares en ubicaciones diferentes a las cubiertas en los incisos (b) hasta (g) anteriores, los siguientes alambres, cables, canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH.
- (2) Cable tipo CMX de menos de 6 milímetros de diámetro en espacios no ocultos.
- (3) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y de uso general.
- (4) Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*, tramos verticales y para fines generales
- (5) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. Canalizaciones en trayectorias verticales.*
 - c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.*
- (6) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, y LSOH instalados en:
 - a. Ensamblados de enrutamiento de cables para plenums*
 - b. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.*
 - c. Ensamble de cable ruteador de propósito general.*
- (7) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.
- (8) Alambres tipo CMUC bajo la alfombra y cables instalados bajo alfombra.

l) Unidades de vivienda de una familia y bifamiliar. Se permitirá que se instalen en unidades de vivienda de una familia y bifamiliares en ubicaciones diferentes a las cubiertas en los incisos (b) hasta (f) anteriores, los siguientes alambres, cables, canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables para *plenums*, tramos verticales y para fines generales:

- (1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH.

- (2) Cable tipo CMX de menos de 6 milímetros de diámetro.
- (3) Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, en trayectorias verticales y de uso general.
- (4) Ensamblajes de enrutamiento de cables para *plenums*, tramos verticales y para fines generales
- (5) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. *Canalizaciones de comunicaciones en plenums.*
 - b. *Canalizaciones en trayectorias verticales.*
 - c. *Canalizaciones de comunicaciones de uso general.*
- (6) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y LSOH instalados en:
 - a. *Ensamblajes de enrutamiento de cables para plenums*
 - b. *Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.*
 - c. *Ensamble de cable ruteador de propósito general.*
- (7) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM, CMX y LSOH instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.
- (8) Alambres tipo CMUC bajo la alfombra y cables instalados bajo alfombra.
- (9) Cables híbridos de fuerza y de comunicaciones aprobados de acuerdo con 800-179(i)

800-133. Instalación de los alambres, cables y equipos de comunicaciones. Los cables y alambres de comunicaciones que van desde el protector a los equipos o, cuando no se exija el protector, los alambres y cables de comunicaciones que están asegurados al interior o al exterior del edificio, deben cumplir cuando sean aplicables, las secciones (a) y (b) siguientes.

a) Separación con otros conductores.

1) En canalizaciones, charola portacables, cajas, cables o envoltentes y ensambles de cables.

- a. *Otros circuitos.* Se permitirán cables de comunicaciones en la misma canalización, charola portacables, caja, envoltente y ensambles de enrutamiento de cables donde vayan cualquiera de los siguientes cables:
 - (1) De control remoto Clase 2 y Clase 3, de señalización y de circuitos de potencia limitada de acuerdo con las partes A y C del Artículo 725.
 - (2) Circuitos de potencia limitada de sistemas de alarma contra incendios, de acuerdo con las partes A y C del Artículo 760.
 - (3) Cables de fibra óptica conductores y no conductores de acuerdo con las Partes A y E del Artículo 770
 - (4) Antenas comunitarias de televisión y sistemas de distribución de radio, de conformidad con las partes A y E del artículo 820
 - (5) Circuitos de comunicaciones de banda ancha de baja potencia con conexión a red de acuerdo con las Partes A y E del Artículo 830
- b. *Circuitos de Clase 2 y Clase 3.* Los circuitos de Clase 1 no deben estar en el mismo cable de los circuitos de comunicaciones. Se permitirán conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3 en el mismo cable con conductores de circuitos de comunicaciones, en cuyo caso los circuitos de Clase 2 y Clase 3 se deben clasificar como circuitos de comunicaciones y cumplir los requisitos de este Artículo. Los cables deben estar aprobados como cables de comunicaciones.
- c. *Los circuitos de comunicaciones de banda ancha accionados por redes eléctricas, de potencia media, de Clase 1, de alarma contra incendios no alimentados por energía y de banda ancha de potencia media en canalizaciones, compartimientos y cajas.* Los conductores de comunicaciones no deben colocarse en ninguna canalización, compartimento, caja de salida, caja de empalmes o

accesorio similar con conductores de luz eléctrica, potencia, Clase 1, alarma de incendio sin potencia limitada o circuitos de comunicaciones de banda ancha de potencia media de red.

Excepción 1: No aplicará la sección 800-133(a)(1) si todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados de todos los conductores de los circuitos de comunicaciones por una barrera permanente o un divisor aprobado.

Excepción 2: Los conductores de fuerza en cajas de salida, cajas de empalme, accesorios similares o compartimientos cuando estos conductores son introducidos únicamente para alimentar los equipos de comunicaciones. Los conductores de los circuitos de fuerza se deben instalar dentro del envoltorio manteniendo una separación mínima de 6 milímetros con los conductores de los circuitos de comunicaciones.

Excepción 3: Lo permitido en 620-36.

2) Otras aplicaciones. Los cables y alambres de comunicaciones deben estar separados 5 centímetros como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: No aplicará la sección 800-133(a)(2) cuando (1) todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, con cubierta metálica, con recubrimiento no metálico, cables tipo AC o UF, o (2) todos los conductores de los circuitos de comunicaciones están alojados en una canalización.

Excepción 2: No aplicará la sección 800-133(a)(2) cuando los cables y alambres de comunicaciones estén separados permanentemente de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, por una barrera no conductora continua y fijada firmemente, tal como tubos de porcelana o tuberías flexibles, además del aislamiento del alambre.

b) Soportes de los conductores. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para el propósito previsto. Los cables o alambres de comunicaciones no se deben sujetar con flejes, con cinta o cualquier otro medio al exterior de cualquier conduit o canalización, para utilizarla como un medio de soporte.

Excepción: Se permitirá que los claros aéreos de cables o alambres de comunicaciones estén sujetos al exterior de un mástil, tipo canalización, previsto para la sujeción y soporte de estos alambres y cables.

800-154. Aplicaciones de alambres, cables y canalizaciones de comunicaciones aprobadas. Las aplicaciones permitidas y no permitidas de cables, alambres y canalizaciones de comunicaciones aprobadas deben ser las indicadas en la Tabla 800-154(a) Tabla 800-154(b) o Tabla 154(c) según corresponda. Las aplicaciones permitidas estarán sujetas a los requisitos de instalación de 800-110 y 800-113. Se permite la sustitución de cables de comunicaciones enlistados en la Tabla 800-154(b) e ilustrados en la Figura 800-154.

Tabla 800-154(a).- Aplicaciones de alambres y cables de comunicaciones en edificios

Aplicaciones		Tipo de alambres y cable							
		CM P	CM R	CM] G CM	CM X	CMU C	LSOH	Cables de potencia híbrida y de comunicaciones	Cables de comunicaciones
En ductos fabricados específicamente para aire ambiental, según lo descrito en 300- 22(b)	En ductos fabricados	Y*	N	N	N	N	Y*	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300- 22(b)	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*	N	Y*
En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental	En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental	Y*	N	N	N	N	Y*	N	N

(plenums), según lo descrito en 300-22(c)	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(b)	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*	N	N
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	Y*	N	N	N	N	Y*	N	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	Y*	N	N	N	N	Y*	N	N
	Sostenido por bandejas portacables metálicas abiertas	Y*	N	N	N	N	Y*	N	N
	Sostenido por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*	N	N
En tramos verticales	En trayectos verticales	Y*	Y*	N	N	N	Y*	N	N
	En canalizaciones metálicas	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*	N	N
	En fosos a prueba de incendios	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*	N	N
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	Y*	Y*	N	N	N	Y*	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	Y*	Y*	N	N	N	Y*	N	N
	En canalizaciones de comunicación de tramos verticales	Y*	Y*	N	N	N	Y*	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en tramos verticales	Y*	Y*	N	N	N	Y*	N	N
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*	Y*	N
Dentro de edificios, en lugares diferentes de espacios de manejo de aire y tramos verticales	Generalidades	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*	N	N
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*	N
	En viviendas multifamiliares	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*	N	N
	En espacios no ocultos	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*	Y*	N	N
	Sostenido por bandejas portacables	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	N

Debajo de tapetes o bajo revestimiento suelo, baldosas y tableros modulares	N	N	N	N	Y*	Y*	N	N
En bastidores de distribución y arreglos de conexión cruzada	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	Y*
En cualquiera de las canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3	Y*	Y*	Y*	Y*	N	Y*	N	Y*
En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	Y*
En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	Y*
En canalizaciones de comunicación de tramos verticales	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	Y*
En ensambles de enrutamiento de cables en tramos verticales	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	Y*
En canalizaciones de comunicaciones para fines generales	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	Y*
En ensambles de enrutamiento de cables para fines generales	Y*	Y*	Y*	N	N	Y*	N	Y*

Nota: Una "N" en la tabla indica que no se permite instalar el tipo de cable en la aplicación.

Una "Y *" indica que el tipo de cable se puede instalar en la aplicación sujeto a las limitaciones descritas en 800-113.

NOTA 1: La Parte E del Artículo 800 cubre los métodos de instalación dentro de los edificios. Esta tabla cubre las aplicaciones de los alambres, cables y canalizaciones de comunicación en edificios. Ver la definición de punto de entrada en 800-2.

NOTA 2: Para información sobre las restricciones a la instalación de cables de comunicaciones en ductos fabricados, ver 800-113 (b).

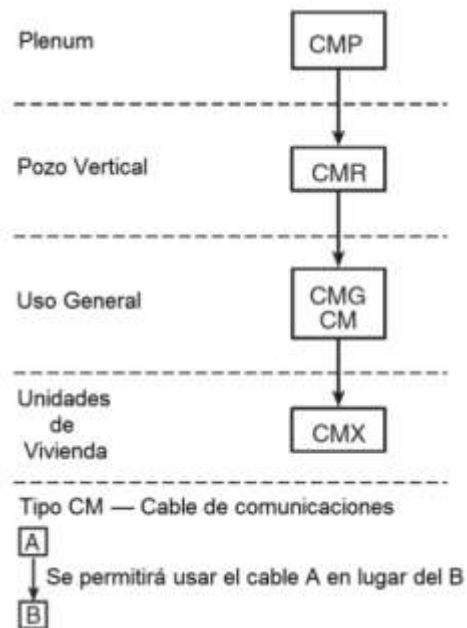


Figura 800-154.- Jerarquía de sustituciones de cables.

Tabla 800-154(d).- Sustituciones de cables.

Tipo de cable	Sustituciones de cables permitidas
CMR	CMP
CMG, CM	CMP, CMR
CMX	CMP, CMR, CMG, CM

Tabla 800-154(b) Aplicaciones de las canalizaciones de comunicaciones, en edificios

Aplicaciones		Tipo de canalización de comunicaciones		
		Cámaras de distribución de aire (<i>plenums</i>)	Tramos verticales	Fines generales
En ductos fabricados específicamente para aire ambiental, según lo descrito en 300-22(B)	En ductos fabricados	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(B)	N	N	N
En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (<i>plenums</i>), según lo descrito en 300-22(c)	En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental	Y*	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(c)	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	N	N	N
	Sostenido por bandejas portacables metálicas abiertas	Y*	N	N
	Sostenido por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas	Y*	Y*	Y*

En tramos verticales	En trayectos verticales	Y*	Y*	N
	En canalizaciones metálicas	Y*	Y*	Y*
	En fosos a prueba de incendios	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	N	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en tramos verticales	N	N	N
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*
Dentro de edificios, en lugares diferentes de espacios de manejo de aire y tramos verticales	Generalidades	Y*	Y*	Y*
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*
	En viviendas multifamiliares	Y*	Y*	Y*
	En espacios no ocultos	Y*	Y*	Y*
	Sostenido por bandejas portacables	Y*	Y*	Y*
	Debajo de tapetes o bajo revestimiento de suelo, azulejos modulares y tablonés	N	N	N
	En bastidores de distribución y arreglos de conexión cruzada	Y*	Y*	Y*
	En cualquiera de las canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3	Y*	Y*	Y*
	En ensambles de enrutamiento de cables en cámara de distribución de aire	N	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en tramos verticales	N	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables para fines generales	N	N	N

Nota: Una "N" en la tabla indica que no se permitirá instalar el tipo de canalización de comunicaciones en la aplicación.

Una "Y *" indica que se permitirá instalar el tipo de canalización de comunicaciones en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en 800-110 y 800-113.

Tabla 800.154(c) Aplicaciones de los ensambles de enrutamiento de cables en edificios

Aplicaciones		Tipo de ensamble de enrutamiento de cables		
		Cámaras de distribución de aire (<i>plenums</i>)	Tramos verticales	Fines generales
En ductos fabricados específicamente para aire ambiental, según lo descrito en 300-22(b)	En ductos fabricados	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(b)	N	N	N

En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (<i>plenums</i>), según lo descrito en 300-22(c)	En otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental	Y*	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplan con lo establecido en 300-22(b)	N	N	N
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	N	N	N
	Sostenido por bandejas portacables metálicas abiertas	N	N	N
	Sostenido por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas	N	N	N
En tramos verticales	En trayectos verticales	Y*	Y*	N
	En canalizaciones metálicas	N	N	N
	En fosos a prueba de incendios	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	N	N	N
	En canalizaciones de comunicación de tramos verticales	N	N	N
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*
Dentro de edificios, en lugares diferentes de espacios de manejo de aire y tramos verticales	Generalidades	Y*	Y*	Y*
	En viviendas unifamiliares y bifamiliares	Y*	Y*	Y*
	En viviendas multifamiliares	Y*	Y*	Y*
	En espacios no ocultos	Y*	Y*	Y*
	Sostenido por bandejas portacables	N	N	N
	Debajo de tapetes o bajo revestimiento de suelo, azulejos modulares y tableros	N	N	N
	En bastidores de distribución y arreglos de conexión cruzada	Y*	Y*	Y*
	En cualquiera de las canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3	N	N	N
	En canalizaciones de comunicaciones para cámara de distribución de aire	N	N	N
	En canalizaciones de comunicación de tramos verticales	N	N	N
	En canalizaciones de comunicaciones para fines generales	N	N	N

Nota: Una "N" en la tabla indica que no se permitirá instalar el tipo de ensambles de enrutamiento de cables en la aplicación.

Una "Y *" indica que se permitirá instalar el tipo de ensambles de enrutamiento de cables en la aplicación sujeto a las limitaciones descritas en 800-113.

800-156. Salida para comunicaciones en unidades de vivienda. En construcciones de unidades de vivienda nuevas, se debe instalar cuando menos una salida para comunicaciones, en un área fácilmente accesible y cableada hasta el punto de entrega del suministrador del servicio.

Parte F. Requisitos de aprobación

800-170. Equipo. El equipo de comunicaciones debe estar aprobado para conexión eléctrica a una red de telecomunicaciones.

a) Protectores primarios. Un protector primario debe constar de un apartarrayo conectado entre cada conductor de fase y tierra en un montaje adecuado. Los terminales del protector primario deben estar marcados de modo que indiquen fase y tierra, según sea aplicable.

b) Protectores secundarios. El protector secundario debe estar aprobado como adecuado para proporcionar un medio para limitar de manera segura las corrientes a menos de la ampacidad de los alambres y cables de comunicaciones aprobados para interiores, los conjuntos aprobados de cordones de línea de teléfono y los equipos terminales de comunicaciones aprobados que tienen puertos para alambres de línea de circuitos de comunicaciones externos.

Cualquier protección contra sobretensiones, apartarrayos o conexión de puesta a tierra se debe conectar en las terminales del lado del protector secundario limitador de corriente.

c) Amarres para cables de grado para plenums. Los amarres de cables previstos para ser usados en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*) deben estar aprobados como con bajas propiedades de liberación de humo y calor.

800-173. Alambre y cable de bajada. Los alambres y cables de comunicaciones sin armadura metálica, tendidos desde el último punto de soporte exterior hasta el protector primario, deben estar aprobados como adecuados para el propósito y tener una ampacidad tal como se especifica en las secciones 800-90(a)(1)(b) o (a)(1)(c).

800-179. Alambres y cables de comunicaciones. Los alambres y cables de comunicaciones deben estar aprobados de acuerdo con las secciones (a) hasta (i) siguientes y marcadas según la Tabla 800-179. Los conductores en los cables de comunicaciones, que no sean coaxiales, deben ser de cobre.

Los alambres y cables de comunicaciones deben ser para una tensión no inferior a 300 volts. El aislamiento para los conductores individuales, diferentes al conductor externo de un cable coaxial, debe ser para una tensión de 300 volts como mínimo. La tensión no se debe marcar en el cable ni en el alambre de comunicaciones bajo alfombra. Los alambres y cables de comunicaciones deben tener una designación de temperatura no menor a 60 °C. La clasificación de la temperatura se marcará en la envoltura de los cables de comunicaciones que tengan una temperatura superior a 60 °C

Excepción: Se permitirá que la tensión esté marcada en el cable cuando el cable tenga múltiples aprobaciones y el marcado de la tensión se exija en una o más.

Tabla 800-179.- Marcado en cables

Marcado del cable	Tipo
CMP	Cable de comunicaciones en <i>plenum</i>
CMR	Cable de comunicaciones en pozo vertical
CMG	Cable de comunicaciones de usos generales
CM	Cable de comunicaciones de usos generales
CMX	Cable de comunicaciones de uso limitado
CMUC	Cable y alambre de comunicaciones para uso bajo alfombra
LSOH	Cable de baja emisión de humo y libre de halógenos

Los tipos de cable se enumeran en orden decreciente de resistencia al fuego.

a) Tipo CMP. El cable de comunicación tipo CMP instalados en plafones debe estar aprobado para uso en plafones, ductos, y otros espacios utilizados para manejar aire acondicionado, y además como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humo.

NOTA: Un método para determinar si el cable tiene baja producción de humo y su resistencia a la propagación del fuego, consiste en que el cable muestre una densidad óptica pico de máximo de 0.5 o menos, una densidad óptica promedio de 0.15 o menos y una distancia máxima de propagación de la llama de 1.50 metros o menos cuando se somete a prueba.

b) Tipo CMR. El cable de comunicaciones para pozos verticales tipo CMR debe estar aprobado como adecuado para uso en un pozo vertical o de piso a piso y también debe estar aprobado de tener características de resistencia fuego y baja emisión de humo.

c) Tipo CMG. El cable de comunicaciones tipo CMG para uso general debe estar aprobado como adecuado para uso en comunicaciones de propósito general, excepto en pozos verticales, plafones y también estar aprobado de tener las características de resistencia a la propagación del fuego y baja emisión de humo.

d) Tipo CM. El cable de comunicaciones tipo CM de usos generales debe estar aprobado como adecuado para usos generales de comunicaciones, con excepción de pozos verticales y plafones, además debe estar aprobado como resistente a la propagación del fuego.

e) Tipo CMX. El cable de comunicaciones de uso limitado tipo CMX debe estar aprobado como adecuado para uso en viviendas y para uso en canalizaciones, además debe estar aprobado como resistente a la propagación de la flama.

f) Cables y alambres de Tipo CMUC para instalarse bajo alfombra. El cable y alambre de comunicaciones tipo CMUC para instalación bajo alfombra debe estar aprobado para uso bajo alfombras y además como resistente a la propagación de la flama.

g) Cable de integridad del circuito (CI) o sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables usados garantizar la supervivencia de circuitos críticos bajo condiciones de fuego deben estar aprobados y cumplir con (1) y (2) siguientes

(1) Cables de integridad del circuito (CI). Los cables de integridad del circuito (CI) que se especifican en las secciones 800-179(a) hasta (d) y que se usan para la supervivencia de los circuitos críticos, deben tener una clasificación adicional mediante el uso del sufijo "CI". A fin de mantener su certificación de resistencia al fuego aprobada, los cables de integridad del circuito (CI) deben ser instalados solamente al aire libre.

(2) Cables resistentes al fuego. Los cables especificados en las secciones 800-79(a) hasta (e) y en la sección 800-179(g)(1), que sean parte de un sistema de protección del circuito eléctrico, deben ser cables resistentes al fuego y deben estar identificados con el número de sistema de protección sobre el producto o sobre el contenedor unitario más pequeño en el que esté contenido el producto y deben ser instalados de acuerdo con lo establecido en el listado del sistema de protección.

h) Alambres de comunicación. Los alambres de comunicaciones, tales como alambres de marcos de distribución y para puentes, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

i) Cables híbridos de energía y comunicaciones. Se permite instalar el cable híbrido de energía y comunicaciones aprobado, cuando el cable de fuerza es de Tipo NM o NM-B conforme con los requisitos de la Parte C del Artículo 334, y el cable para comunicaciones sea tipo CM, las cubiertas de los cables NM o NM-B y CM sean para una tensión de 600 volts como mínimo y el cable híbrido esté aprobado como resistente a la propagación del fuego.

j) Tipo LSOH. Los cables de comunicaciones tipo LSOH deben ser adecuados para su uso general, en trayectorias verticales en un ducto vertical o de un piso a otro y también deben estar aprobados como de baja emisión de humos, libres de halógenos y poseedores de características de resistencia al fuego y capaces de evitar la propagación del fuego de un piso a otro.

800-180. Dispositivos de puesta a tierra. Donde se requiera la unión o la puesta a tierra, los dispositivos que se utilicen para conectar un blindaje, forro o los elementos metálicos no portadores de corriente de un cable con un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados o deben ser parte de equipos aprobados.

Tabla 800-182(a) Marcado de los ensambles de enrutamiento de cables

Tipo	Marcado
Ensamble de enrutamiento de cables en <i>plenums</i>	Ensamble de enrutamiento de cables en <i>plenums</i>
Ensamble de enrutamiento de cables para tramos verticales	Ensamble de enrutamiento de cables para tramos verticales I
Ensamble de enrutamiento de cables para uso general	Ensamble de enrutamiento de cables para uso general

800-182. Canalizaciones para comunicaciones y ensambles de enrutamiento de cables. Las canalizaciones para comunicaciones y los ensambles de cables deben estar aprobadas de acuerdo con los incisos (a) hasta (c) siguientes. Los ensambles de enrutamiento de cables se marcarán de acuerdo con la Tabla 800-182 (a). Las canalizaciones de comunicación se marcarán de acuerdo con la Tabla 800-182 (b).

a) **Canalizaciones para comunicaciones en plenums y ensambles de enrutamiento de cables para plenums.** Las canalizaciones de comunicaciones para deben tener características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo.

b) **Canalizaciones para pozos verticales y ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales.** Canalizaciones para pozos verticales y ensambles de cables para ruteadores deben estar aprobadas como poseedoras de características de resistencia al fuego adecuadas para evitar la propagación del fuego de un piso a otro.

c) **Ensamblados de enrutamiento de cables de uso general y canalizaciones de comunicación de uso general.** Los conjuntos de enrutamiento de cables de propósito general y las vías de comunicación de uso general se clasificarán como resistentes a la propagación del fuego.

Tabla 800-182(b) Marcado de canalizaciones de comunicaciones

Tipo	Marcado
Canalización de comunicaciones en <i>plenum</i>	Canalización de comunicaciones en <i>plenum</i>
Canalización de comunicaciones para tramos verticales	Canalización de comunicaciones para tramos verticales
Canalización de comunicaciones para uso general	Canalización de comunicaciones para uso general

ARTÍCULO 810

EQUIPOS DE RADIO Y TELEVISIÓN

NOTA: Para reflejar más exactamente la aplicación y función del conductor, el término general “conductor de puesta a tierra” como se ha aplicado previamente en este Artículo, se ha reemplazado por cualquiera de los siguientes términos, “conductor de unión” o “conductor del electrodo de puesta a tierra”, según sea aplicable.

Parte A. Generalidades

810-1. Alcance. Este Artículo se aplica a sistemas de antenas para equipos de recepción de radio y televisión, equipos transmisión y recepción de radioaficionados y de banda civil, y algunas características de seguridad del transmisor. Este Artículo trata sobre antenas tales como las de alambre enrollado, multielementos, de varilla vertical, planas o parabólicas. También comprende el alambrado y cableado que las conecta a los equipos, pero no incluye equipos y antenas usados para acoplar la corriente portadora a los conductores de la línea de fuerza.

810-2. Definiciones. Ver la Parte A del Artículo 100 para definiciones aplicables a este Artículo.

810-3. Otros Artículos aplicables. El alambrado desde la fuente de suministro de energía a y entre los dispositivos conectados al sistema de alambrado interior y entre dichos dispositivos deben cumplir con los Capítulos 1 a 4, excepto por las modificaciones indicadas en las Partes A y B del Artículo 640. El alambrado para equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio debe cumplir con el Artículo 640. El cable coaxial que conecta las antenas a los equipos debe cumplir con lo establecido en el Artículo 820.

810-4. Antenas comunales de televisión. Las antenas comunales deben cumplir con lo establecido en este Artículo. El sistema de distribución debe cumplir con lo establecido en el Artículo 820.

810-5. Supresores de ruido para radio. Los dispositivos que eliminan las interferencias de radio, los condensadores de interferencia o los supresores de ruido conectados a los conductores de alimentación, deben estar aprobados y no deben estar expuestos a daño físico.

810-6. Protectores de entrada de antenas. Donde se instale un protector contra sobretensión de entrada, éste debe estar aprobado como adecuado para limitar las sobretensiones en el cable que conecta la antena a la electrónica del receptor/transmisor y debe estar conectado entre los conductores y el blindaje puesto a tierra u otra conexión a tierra. El protector de entrada de la antena debe ser puesto a tierra mediante el uso de un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra, instalados de acuerdo con lo establecido en la sección 810-21(f).

810-7. Dispositivos de puesta a tierra. Donde se requiera la unión o la puesta a tierra, los dispositivos que se utilicen para conectar un blindaje, forro o los elementos metálicos no portadores de corriente de un cable o las piezas metálicas de equipos o antenas con un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados o deben ser parte de equipos aprobados.

Parte B. Equipo receptor-Sistemas de antenas

810-11. Material. Las antenas y los conductores de entrada deben ser de cobre duro, bronce, aleación de aluminio, con núcleo de acero recubierto con cobre u otro material de alta resistencia mecánica y resistencia a la corrosión.

Excepción: Se permite instalar alambre de cobre blando o semiduro para los conductores de entrada de antena cuando los tramos entre los puntos de soporte no son mayores de 10.00 metros.

810-12. Soportes. Las antenas exteriores y los conductores de entrada deben estar firmemente soportados. Ni las antenas ni los conductores de entrada se deben sujetar a los mástiles de acometida eléctrica, ni en postes o estructuras similares que soporten líneas abiertas de alumbrado o fuerza, o alambres para troles de más de 250 volts entre conductores. Los aisladores que sostengan a los conductores de la antena deben tener suficiente resistencia mecánica para sostenerlos con seguridad. Los conductores de entrada deben fijarse firmemente a las antenas.

810-13. Evitar contactos con conductores de otros sistemas. Las antenas exteriores y los conductores de entrada que vayan desde una antena hasta un edificio no deben cruzar por encima de líneas abiertas de circuitos de alumbrado y fuerza y se deben mantener alejados de tales circuitos, con el fin de evitar la posibilidad de contactos accidentales. Cuando no se pueda evitar la proximidad con las líneas abiertas de alumbrado y fuerza o de las acometidas de instalaciones de menos de 250 volts entre conductores, la instalación debe realizarse de manera que se mantenga una distancia de seguridad no menor que 60 centímetros.

Cuando sea posible, los conductores de la antena se deben instalar de modo que no crucen por debajo de líneas abiertas de alumbrado o fuerza.

810-14. Empalmes. Los empalmes y juntas en los tramos de antena se deben hacer mecánicamente seguros con dispositivos de empalme aprobados o por otros medios que no debiliten de forma apreciable a los conductores.

810-15. Puesta a tierra. Los mástiles y las estructuras metálicas que sostienen las antenas deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en 810-21, a menos que la antena y su mástil o estructura de soporte estén dentro de una zona de protección definida por una esfera rodante de protección de 46 m de radio.

810-16. Tamaño de la antena de cable - Estación receptora

a) Tamaño nominal del cable de la antena. Los conductores de la antena instalados en el exterior de la estación receptora deben ser de un tamaño nominal no menor que lo indicado en la Tabla 810-16(a).

Tabla 810-16(a).- Tamaño de los conductores de antena exterior para estaciones receptoras

Material	Tamaño mínimo de los conductores, cuando la longitud máxima del tramo es:					
	Menor que 11 metros		De 11 a 45 metros		Mayor que 45 metros	
	mm ²	AWG	mm ²	AWG	mm ²	AWG
Aleación de aluminio y cobre duro	0.650	19	2.08	14	3.31	12
Acero recubierto con cobre, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	0.517	20	1.03	17	2.08	14

b) Antenas autosoportadas. Las antenas exteriores, como las de varillas verticales, parabólicas o bipolares, deben ser de materiales resistentes a la corrosión y de resistencia mecánica adecuada para resistir las condiciones de carga del viento. Deben instalarse, lo más alejadas posible de conductores aéreos de los circuitos de alumbrado y de fuerza de más de 150 volts a tierra, con objeto de evitar la posibilidad de que, si cayera la antena o la estructura, se produzca un contacto accidental con los circuitos.

810-17. Tamaño de los conductores de entrada - Estación receptora. Los conductores de entrada de antenas exteriores para estaciones receptoras deben, para distintas longitudes máximas de tramos expuestos, tener un tamaño tal que tenga una resistencia a la tensión por lo menos igual que la de los conductores de antena especificados en 810-16. Cuando la entrada esté formada por dos o más conductores trenzados juntos dentro de la misma cubierta, o sean concéntricos, el tamaño del conductor para distintas longitudes máximas de los tramos expuestos debe ser tal, que la resistencia a la tracción de la combinación sea por lo menos tan grande como la de los conductores de antena especificados en 810-16.

810-18. Distancias de seguridad - Estaciones receptoras

a) Fuera de los edificios. Los conductores de entrada fijados a los edificios se deben instalar de forma que no puedan aproximarse, al moverse, a menos de 60 centímetros de los conductores de los circuitos de 250 volts o menos entre conductores, o a menos de 3.00 metros de los conductores de los circuitos de más de 250 volts entre conductores; se exceptúa el caso de circuitos cuya tensión eléctrica no exceda 150 volts entre conductores, si todos los conductores están fijados de tal modo que se asegure una distancia permanente, en cuyo caso la distancia puede reducirse, pero no debe ser menor que 10 centímetros. La distancia de seguridad entre conductores de entrada y cualquier conductor que forme parte de un sistema de pararrayos, no debe ser menor que 1.80 metros. Los conductores subterráneos deben separarse al menos 30 centímetros de los conductores de cualquier circuito de fuerza, alumbrado, o Clase 1.

Excepción: Cuando los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o de entrada de antena son instalados en canalizaciones o cables con armadura metálica.

b) Antenas y cables de entradas - Interiores. Las antenas y conductores de antena en interiores no deben estar a menos de 5 centímetros de los conductores de otros sistemas de alambado en el predio.

Excepción 1: Cuando tales conductores estén instalados en canalizaciones o en cable armado.

Excepción 2: Cuando estén permanentemente separados de tales conductores por medio de una cubierta aislante y continua fijada firmemente, como tubo de porcelana o tubería flexible.

c) En cajas u otras envolventes. Las antenas y conductores de antena en interiores pueden ocupar la misma caja o envoltorio que los conductores de otros sistemas de alambado cuando estén separados de esos otros conductores por una barrera instalada efectiva y permanentemente.

810-19. Circuitos de alimentación eléctrica utilizados como Antena - Estación receptora. Cuando se utiliza un circuito de alimentación eléctrica como antena, el dispositivo de acoplamiento entre la red eléctrica y el receptor de radio al circuito debe estar aprobado para este uso.

810-20. Dispositivos para descarga de antenas - Estaciones receptoras

a) Donde se requiere. Cada conductor de entrada procedente de una antena exterior debe estar provisto de una unidad aprobada de descarga de antena.

Excepción: Cuando los conductores de entrada estén dentro de una pantalla metálica continua que esté puesta a tierra con un conductor de acuerdo con 800-21, o están protegidos por una unidad de descarga de antena.

b) Ubicación. Las unidades de descarga de antenas se deben instalar fuera o dentro del edificio, entre el punto de entrada de los conductores de antena y el receptor de radio o los transformadores, y tan cerca como sea posible de la entrada de los conductores al edificio. Las unidades de descarga de antena no deben ubicarse cerca de materiales combustibles, ni en las áreas peligrosas (clasificadas) según lo definido en el Artículo 500.

c) Puesta a tierra. La unidad de descarga de antenas debe estar puesta a tierra conforme con lo establecido en 810-21.

810-21. Conductores de unión y conductores de electrodo de puesta a tierra - Estaciones receptoras. Los conductores de unión o conductores de electrodo de puesta a tierra deben cumplir con los incisos (a) a (k) siguientes:

a) Material. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre, aluminio, acero recubierto con cobre, bronce u otro material resistente a la corrosión. No se deben usar conductores de unión y conductores de electrodo de puesta a tierra de aluminio o aluminio recubierto de cobre cuando estén en contacto directo con mampostería o con la tierra o expuestos a condiciones corrosivas. Cuando se utilicen en exteriores, los conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre no se deben instalar a una distancia menor que 45 centímetros del suelo.

b) Aislamiento. No se exigirá aislamiento en los conductores de unión o en los conductores de electrodo de puesta a tierra.

c) Soportes. Los conductores de unión o los conductores de electrodo de puesta a tierra deben asegurarse firmemente y pueden fijarse a las superficies donde deban instalarse, sin necesidad de usar soportes aislantes.

Excepción: Cuando no se puedan instalar soportes adecuados, el tamaño del conductor de unión y el conductor de electrodo de puesta a tierra deben aumentarse proporcionalmente.

d) Protección física. El conductor de unión y el conductor de electrodo de puesta a tierra debe protegerse donde esté expuesto a daño físico. Cuando se instale un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra en una canalización metálica, los dos extremos de la canalización deben estar unidos al conductor que contiene o a la misma terminal o electrodo al que vaya conectado el conductor de unión o el conductor de puesta a tierra.

e) Recorrido en línea recta. El conductor de unión y el conductor de electrodo de puesta a tierra para un mástil de antena o unidad de descarga de antena se deben instalar en línea recta tanto como sea factible.

f) Electrodo. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra deben conectarse como se requiere en (1) a (3) siguientes:

1) En edificios o estructuras con una terminación de unión intersistemas. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminación de unión intersistemas como se requiere en 250-94, el conductor de unión debe estar conectado a la terminación de unión intersistemas.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra se debe conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes elementos:

- (1) En el sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura, como se describe en 250-50;
- (2) Al sistema interno de tubería metálica de agua puesta a tierra, en el tramo de 1.50 metros desde la entrada del edificio, como se describe en 250-52;
- (3) A los medios accesibles de acometida fuera del edificio de acuerdo con lo indicado en 250-94;
- (4) A la canalización metálica de acometida;
- (5) A la envolvente del equipo de acometida, o
- (6) Al conductor del electrodo de puesta a tierra o a las envolventes metálicas del conductor del electrodo de puesta a tierra de acometida.

Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor de unión (unión intersistemas) no debe interferir con la apertura del envolvente del equipo. Un dispositivo de unión se debe montar en las partes no removibles y no se debe montar en una puerta o una tapa, aunque éstas no sean removibles.

3) En edificios o estructuras sin terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura servida no tiene un medio de terminación de unión intersistemas, ni medios de puesta a tierra como los descritos en 810-21(f)(2), el conductor del electrodo de puesta a tierra debe conectarse a un electrodo de puesta a tierra como el descrito en 250-52.

g) Dentro o fuera del edificio. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se permite que se tienda dentro o fuera del edificio.

h) Tamaño. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño menor que 5.26 mm² (10 AWG) para cobre, 8.37 mm² (8 AWG) para aluminio y 1.03 mm² (17 AWG) para el acero recubierto con cobre o para bronce.

i) Tierra común. Puede utilizarse un solo conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra tanto como medio de protección como para propósitos de operación.

j) Unión de electrodos. Cuando se usen electrodos separados, se debe conectar un puente de unión de tamaño no-menor que 13.3 mm² (6 AWG) de cobre o equivalente, entre el equipo de puesta a tierra del radio y televisión y el sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura servida.

k) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir con 250-70.

Parte C. Estaciones transmisoras y receptoras de radioaficionados y banda civil - Sistemas de antenas

810-51. Otras secciones aplicables. Los sistemas de antena de las estaciones transmisoras y receptoras de radioaficionados y banda civil, además de cumplir con las disposiciones de esta Parte C, deben cumplir con lo estipulado en 810-11 a 810-15.

810-52. Tamaño de conductores de antena. Los conductores de antena para estaciones transmisoras y receptoras deben ser de tamaño no menor que lo indicado en la Tabla 810-52.

Tabla 810-52.- Tamaño de los conductores para exteriores.

Material	Tamaño mínimo cuando la longitud máxima del tramo es:			
	Menor o igual que 45 metros		Mayor que 45 metros	
	mm ²	AWG	mm ²	AWG
Cobre duro	2.08	14	5.26	10
Cobre con alma de acero, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	2.08	14	3.31	12

810-53. Tamaño de los conductores de entrada. Los conductores de entrada para estaciones transmisoras deben tener, para distintas longitudes máximas de tramos, un tamaño por lo menos igual que el de los conductores para antena especificados en 810-52.

810-54. Distancias de seguridad en el edificio. Los conductores de antena para estaciones transmisoras fijados a los edificios deben estar firmemente montados, dejando una distancia mínima de cuando menos 75 milímetros desde la superficie del edificio e ir montados sobre soportes aislantes no absorbentes, y equipados con aisladores que tengan una distancia de fuga y de distancia libre no menor que 75 milímetros. Los conductores de entrada fijados al edificio deben someterse también a estos requisitos.

Excepción: Cuando los conductores de entrada están encerrados en una pantalla metálica continua, permanente y puesta a tierra eficazmente, no se requiere cumplir con estos requisitos. Si la pantalla metálica está puesta a tierra, también se permite utilizarla como conductor.

810-55. Entrada al edificio. Los conductores de entrada de la antena de las estaciones de transmisión, excepto cuando están protegidos por una pantalla metálica continua puesta a tierra en forma permanente y efectiva, deben entrar a los edificios por uno de los métodos siguientes:

- (1) A través de un tubo o pasacable aislante, no absorbente, no combustible y rígida;
- (2) A través de una abertura provista para el propósito, en la que los conductores de entrada están fijados firmemente, dejando un claro de cuando menos 50 milímetros; o
- (3) A través de un agujero perforado en el vidrio de una ventana.

810-56. Protección contra contactos accidentales. Los conductores de entrada a los transmisores de radio deben ubicarse o instalarse de manera que se dificulte el contacto accidental con ellos.

810-57. Unidades de descarga de antenas - Estaciones transmisoras. Cada conductor de entrada de una antena exterior debe estar provisto de una unidad de descarga de la antena u otro medio adecuado para descargar la electricidad estática desde el sistema de la antena.

Excepción 1: Cuando los conductores de entrada estén protegidos por una armadura metálica continua que esté puesta a tierra con un conductor de acuerdo con 810-58, no se exigirá un dispositivo de descarga de la antena ni otro medio adecuado.

Excepción 2: Cuando la antena esté puesta a tierra con un conductor de acuerdo con 810-58, no se exigirá un dispositivo de descarga de la antena ni otro medio adecuado.

810-58. Conductores de unión o conductores de electrodo de puesta a tierra - Estaciones transmisoras y receptoras de radioaficionados y banda civil. Los conductores de unión y los conductores de electrodo de puesta a tierra deben cumplir con los incisos siguientes:

a) Otras secciones. Todos los conductores de unión y los conductores de electrodo de puesta a tierra de los equipos de transmisión y recepción de estaciones de radioaficionados y banda civil, deben cumplir con lo indicado en 810-21 (a) hasta (c).

b) Tamaño del conductor de unión o del conductor de electrodo de puesta a tierra para protección. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra para protección de estaciones transmisoras debe ser de un tamaño mínimo igual que el conductor de entrada de la antena, pero en ningún caso de tamaño menor que 5.26 mm² (10 AWG) de cobre, bronce o acero recubierto con cobre.

c) Tamaño del conductor de unión o del conductor de electrodo de puesta a tierra para funcionamiento. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra para el funcionamiento de estaciones transmisoras no debe ser de tamaño menor que 2.08 mm² (14 AWG) de cobre o su equivalente.

Parte D. Instalaciones interiores - Estaciones transmisoras

810-70. Separación con otros conductores. Todos los conductores dentro del edificio deben instalarse cuando menos a 10 centímetros, de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, fuerza o señalización.

Excepción 1: Conforme con lo indicado en el Artículo 640.

Excepción 2: Cuando estén separados de otros conductores por medio de canalizaciones o por algún material no conductor fijo firmemente, como un tubo de porcelana o tubo flexible.

810-71. Generalidades. Los transmisores deben cumplir con los incisos (a) hasta (c) siguientes:

a) Envolvente. El transmisor debe estar dentro de una envolvente o malla metálica, o separado del espacio destinado al personal encargado del funcionamiento, por una barrera u otro medio equivalente, cuyas partes metálicas estén puestas a tierra efectivamente.

b) Puesta a tierra de los controles. Todas las manijas metálicas y controles accesibles al personal encargado del funcionamiento deben estar conectadas al conductor de puesta a tierra de equipo si el transmisor es alimentado por el sistema de alambreado del inmueble o puestas a tierra con un conductor de acuerdo a 810-21.

c) Bloqueo de puertas. Todas las puertas de acceso deben estar provistas de bloqueos que desconecten todas las tensiones mayores a 350 volts entre conductores, cuando se abra cualquier puerta de acceso.

ARTÍCULO 820
SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN
DE ANTENAS COMUNITARIAS DE RADIO Y TELEVISIÓN

NOTA: Para reflejar más exactamente la aplicación y función del conductor, el término general “conductor de puesta a tierra” como se ha aplicado previamente en este Artículo, se ha reemplazado por cualquiera de los siguientes términos, “conductor de unión” o “conductor del electrodo de puesta a tierra”, según sea aplicable.

Parte A. Generalidades

820-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo deben aplicarse a los cables coaxiales de distribución de señales de radiofrecuencia, usualmente empleados en los sistemas de antenas comunales de televisión (CATV).

NOTA: Ver 1.2.2(e) para instalaciones de antenas comunales de televisión y sistemas de distribución de señales de radio no cubiertas.

820-2. Definiciones. Véase el Artículo 100. Para los propósitos de este Artículo, se aplican además las definiciones siguientes.

Cable coaxial abandonado. Cable coaxial instalado que no termina en un equipo que no sea un conector coaxial, y no identificado para su uso futuro con una etiqueta.

NOTA: Véase en Artículo 100 la definición de equipo.

Expuesto (a contacto accidental). Un circuito que se encuentra en una posición tal, que en caso de falla de los soportes y del aislamiento, puede dar como resultado el contacto con otro circuito.

NOTA: Véase el Artículo 100, para otras dos definiciones de Expuesto.

Inmuebles. El terreno y las edificaciones de un usuario, localizados en el lado del usuario del punto límite entre la red de la empresa de servicios y el usuario.

Punto de entrada. Punto dentro de un edificio por donde el cable emerge de un muro exterior, de un piso de concreto o de un tubo conduit metálico pesado o tubo conduit metálico semipesado conectados por un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con 820-100(b).

820-3. Otros Artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir con (a) hasta (g).

a) Lugares (clasificados) peligrosos. Los equipos de antenas comunales instalados en un lugar que está clasificado de acuerdo con 500-5 y 505-5, deben cumplir con los requisitos aplicables del Capítulo 5.

b) Cableado en ductos para polvos, fibras sueltas o extracción de vapores. Deben aplicarse los requisitos de la sección 300-22(a).

c) Equipos situados en otros espacios utilizados para ventilación ambiental. Deben aplicarse los requisitos de la sección 300-22(c)(3).

d) Instalación y uso. Se debe aplicar 110-3(b).

e) Instalaciones de cables de fibra óptica, conductores y no conductores. Se aplican los requisitos del Artículo 770.

f) Circuitos de comunicaciones. Se aplican los requisitos del Artículo 800.

g) Sistemas de comunicaciones de banda ancha, alimentados por la red de comunicaciones. Se aplican los requisitos del Artículo 830.

h) Sistemas de comunicaciones de banda ancha, alimentados por la red del inmueble. Se aplican los requisitos del Artículo 840.

i) Métodos de alambrado alternos. Se permite reemplazar los métodos de alambrado del Artículo 830 por los del Artículo 820.

NOTA: El uso de los métodos de alambrado del Artículo 830 facilita la actualización de las instalaciones del Artículo 820 a aplicaciones de banda ancha alimentadas por la red de comunicaciones.

820-15. Limitaciones de energía. El cable coaxial puede ser utilizado para suministrar energía a baja potencia a equipos directamente asociados con los sistemas de distribución de radiofrecuencia, siempre que la tensión no sea mayor de 60 volts y donde la corriente de alimentación provenga de un transformador u otro dispositivo que tenga características de limitación de potencia.

La potencia se debe bloquear desde los dispositivos de la red en el inmueble, en que no están proyectados para ser alimentados a través de un cable coaxial.

820-21. Acceso a equipo eléctrico atrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no debe impedirse por una acumulación de cables y alambres que dificulten el retiro de paneles, incluyendo paneles colgantes en plafones.

820-24. Ejecución mecánica de los trabajos. Los sistemas de antenas comunales, de televisión y de distribución de señales de radio y deben instalarse de manera organizada y profesional. Los cables coaxiales instalados expuestos sobre la superficie del techo o de las paredes, se deben soportar sobre la estructura del edificio de forma que no puedan ser dañados por el uso normal del mismo. Dichos cables deben ser asegurados mecánicamente, incluyendo correas, grapas, bridas, soportes o accesorios similares, diseñados e instalados de forma tal que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4(d) y 300-11. Los amarres para cables no metálicos y otros accesorios para cables no metálicos que se utilicen para fijar y sostener cables en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*) deben estar aprobados como con bajas propiedades de liberación de humo y calor de acuerdo con la sección 800-170(c).

820-25. Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables coaxiales abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

820-26. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. La instalación de canalizaciones para cables coaxiales y sistemas de antenas comunales de televisión en espacios huecos, fosos verticales o conductos de ventilación y circulación de aire se deben hacer de manera tal que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas de paredes, divisiones, pisos o plafones con clasificación de resistencia nominal al fuego, abiertas para pasar canalizaciones de cables coaxiales y sistemas de antenas comunales de televisión, deben tener cortafuegos que utilicen métodos aprobados para mantener la resistencia nominal al fuego.

Parte B. Cables coaxiales en el exterior y entrando a edificios

820-44. Cables coaxiales aéreos. Los cables coaxiales aéreos, antes del punto de puesta a tierra como se define en 820-93, deben cumplir con lo indicado en los incisos siguientes (a) hasta (e):

a) Sobre postes y claros. Cuando los cables coaxiales y conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los cables coaxiales deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los cables coaxiales no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.

3) Espacio para subir. El espacio para subir, entre los cables coaxiales debe cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) Libramiento. Las acometidas aéreas o cables de entrada coaxiales desde un poste u otro soporte, incluyendo el punto inicial de fijación al edificio o estructura, se deben mantener alejados de los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada de manera que se evite la posibilidad de un contacto accidental.

Excepción. Cuando no se pueda evitar la proximidad a los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada, la instalación debe tener un libramiento mínimo de 30 centímetros de cualquier conductor de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada. Los requisitos de libramiento aplican en todos los puntos a lo largo de la bajada de servicio y se debe aumentar a 1.00 metro en el poste.

b). Sobre azoteas. Los cables coaxiales deben tener un libramiento vertical mínimo de 2.50 metros desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción 1: Edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos de 46 centímetros si: 1) los conductores de acometida de los sistemas de comunicaciones pasan sobre el alerón de la azotea a no más de 1.20 metros, y 2) terminan en un mástil tipo canalización u otro soporte aprobado.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 centímetros por cada 30 centímetros, se permite una reducción del libramiento a un mínimo de 90 centímetros.

c) En mástiles. Se permite sostener los cables coaxiales aéreos en un mástil tipo canalización situado encima de la azotea, que no contenga, ni sostenga conductores de circuitos de alumbrado o fuerza.

d) Entre edificios. Los cables coaxiales que vayan de un edificio a otro, así como sus soportes y accesorios de fijación, deben ser adecuados para ese propósito y deben tener suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas a las que puedan verse sometidos.

Excepción: Cuando un cable coaxial no tenga suficiente resistencia mecánica para ser autosoportado, debe estar soportado por un cable mensajero que, junto con sus herrajes o accesorios de fijación, sea adecuado para ese fin y tenga una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que pueda verse sometido.

e) Sobre los edificios. Cuando los cables coaxiales estén fijados a edificios, deben estar amarrados firmemente de manera que queden separados de otros conductores, como se indica a continuación en (1), (2) y (3):

1) Alumbrado o fuerza. El cable coaxial debe tener una separación de por lo menos 10 centímetros de los conductores de alumbrado o de fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, que no estén dentro de una canalización o cable, o estar permanentemente separados de los conductores de otro sistema por medio de un material no conductor continuo y firmemente fijado, adicional al aislamiento de los alambres.

2) Otros sistemas de comunicaciones. El cable coaxial debe instalarse de forma que no interfiera innecesariamente durante el mantenimiento a otros sistemas. En ningún caso los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de un sistema, deben causar abrasión en los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de cualquier otro sistema.

3) Conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas. Cuando sea posible, se debe mantener una separación no menor que 1.80 metros entre los cables coaxiales y los conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

820-47. Cables coaxiales entrando a edificios. Los cables coaxiales entrando a edificios deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Sistemas subterráneos con conductores de circuitos de iluminación eléctrica, de potencia, de Clase 1, de alarma de incendio de potencia no limitada. Los cables coaxiales subterráneos instalados en ductos, pedestales, registros, o pozos de visita conteniendo conductores de circuitos de iluminación eléctrica, de potencia, de Clase 1, de alarma de incendio de potencia no limitada, deben estar en una sección permanentemente separada de tales conductores mediante una barrera adecuada.

b) Cables y canalizaciones directamente enterrados. El cable coaxial directamente enterrado debe estar separado por lo menos 30 centímetros de cualquier conductor de circuitos de alumbrado, de fuerza o Clase 1.

Excepción 1: Cuando los conductores de acometida o cables coaxiales estén instalados en canalizaciones o tengan armaduras metálicas.

Excepción 2: Cuando los conductores de circuitos derivados de fuerza, alumbrado, o alimentadores y conductores de circuitos Clase 1 estén instalados en canalización o en cables con pantalla o armadura metálica, o tipos UF o USE; o los cables coaxiales tienen una armadura metálica o están instalados en una canalización.

820-48. Cables entrando a edificios. Se permitirá instalar cables coaxiales no aprobados en cualquier espacio del edificio que no sea pozo vertical, *plenums* para manejo de aire ambiental, ductos para manejo de aire ambiental y otros espacios para manejar aire ambiental, cuando la longitud del cable dentro del edificio, medida desde su punto de entrada, no supere los 15.00 metros y el cable entre en el edificio desde el exterior y termine en un bloque de puesta a tierra. Se permitirá que el punto de entrada se extienda desde la penetración de la pared externa o de la losa de suelo, encerrando continuamente los cables de entrada en un tubo conduit metálico pesado (RMC) o un tubo conduit metálico semipesado (IMC) hasta el punto de emergencia.

820-49. Puesta a tierra de tubos conduit metálicos pesados de entrada. Los tubos conduit metálicos pesados (RMC) o los tubos conduit metálicos semipesados (IMC) que contengan cables coaxiales de entrada deben estar conectados mediante un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra con un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 820-100(b).

Parte C. Protección

820-93. Puesta a tierra de la pantalla conductora exterior de un cable coaxial. Los cables coaxiales que entran a los edificios o se fijan a ellos deben cumplir con (a) o (b) siguientes. Cuando el blindaje conductor externo de un cable coaxial esté puesto a tierra, no se exigirá ningún otro dispositivo de protección. Para los propósitos de esta sección, se debe considerar que la puesta a tierra ubicada en el equipo de acometida de las casas móviles, situado dentro de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, o en el medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil de acuerdo con 250-32 y situado dentro de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, cumplen los requisitos de esta sección.

NOTA: Seleccionando la ubicación de la puesta a tierra para lograr la longitud mínima posible del conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra, ayuda a limitar las diferencias de potencial entre los sistemas de antena comunal de televisión y otros sistemas metálicos.

a) Entrada a los edificios. En las instalaciones en las que el cable coaxial entra al edificio, el blindaje conductor externo debe estar puesto a tierra de acuerdo con 820-100. La puesta a tierra debe estar lo más cerca que sea posible al punto de entrada.

b) Terminación fuera del edificio. En las instalaciones en las que el cable coaxial termina fuera del edificio, el blindaje conductor externo debe estar puesto a tierra de acuerdo con 820-100. La puesta a tierra debe estar lo más cerca que sea posible al punto de fijación o de terminación.

c) Ubicación. Cuando se instala, el protector primario aprobado se debe aplicar en cada uno de los cables de antenas comunales de televisión y de distribución de señales de radio externos al inmueble. El protector primario debe ubicarse lo más cerca que sea factible al punto de entrada del cable en cualquier lado o ser integral con el bloque de puesta a tierra.

d) Lugares peligrosos (clasificados). Cuando se usa un protector primario o un equipo que brinde la función de protección primaria, éste no se debe ubicar en ningún lugar peligroso (clasificado), como se define en 500-5 y 505-5 ni en la cercanía de material fácilmente inflamable.

Excepción: Lo permitido en 501-150, 502-150 y 503-150.

Parte D. Métodos de puesta a tierra

820-100. Conductores de unión y conductores de electrodo de puesta a tierra. La pantalla del cable coaxial debe estar unida o puesta a tierra como se especifica en los incisos (a) hasta (d) siguientes:

Excepción: En el caso de sistemas de comunicaciones que utilicen un cable coaxial completamente contenido en el edificio (es decir, que no salgan del edificio) o la zona exterior de protección definida por una esfera de radio de 46 m. Se permitirá conectar a tierra a un conductor de puesta a tierra del equipo como se describe en 250-118. Se permitirá la conexión a un conductor de puesta a tierra de equipo a través de un contacto puesto a tierra utilizando un conductor dedicado de puesta a tierra. No se permitirá el uso de un cordón y clavija para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipo.

a) Conductor de unión y conductor de electrodo de puesta a tierra.

1) Aislamiento. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe estar aprobado y se permitirá que sea aislado, cubierto o desnudo.

2) Material. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser cobre u otro material conductivo resistente a la corrosión, cableado o sólido.

3) Tamaño. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño menor que 2.08 mm² (14 AWG) y debe tener ampacidad no menor que la del conductor exterior del cable coaxial. No se requerirá que el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra sea de tamaño mayor que 13.3 mm² (6 AWG).

4) Longitud. El conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser tan corto como sea posible. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser tan corto como sea posible sin exceder 6.00 metros de longitud.

NOTA: Limitaciones similares de la longitud del conductor de puesta a tierra aplicadas a edificios de apartamentos y edificios comerciales ayudan a reducir las tensiones que se pueden desarrollar entre los sistemas de alumbrado y fuerza y de comunicaciones del edificio durante eventos de descargas atmosféricas.

Excepción: En viviendas unifamiliares y bifamiliares donde no es factible cumplir con la longitud máxima del conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra de 6.00 metros, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra separado, tal como se especifica en las secciones 250-52(a)(5), (a)(6) o (a)(7), el conductor de electrodo de puesta a tierra se debe conectar al electrodo de puesta a tierra separado de acuerdo con 250-70 y el electrodo de puesta a tierra separado se debe conectar al sistema del electrodo de puesta a tierra de la alimentación de acuerdo con 820-100(d).

5) Tendido en línea recta. El conductor de unión o el conductor de electrodo puesta a tierra deben instalarse, tanto como sea posible, en línea recta.

6) Protección mecánica. Cuando están expuestos a daño físico, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra deben protegerse adecuadamente. Cuando se instale un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra en una canalización metálica, los dos extremos de la canalización deben estar unidos al conductor de puesta a tierra que contiene o a la misma terminal o electrodo al que vaya conectado el conductor de unión o el conductor puesta a tierra.

b) Electrodo. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe conectarse de acuerdo a (1), (2) o (3) siguientes:

1) En edificios o estructuras con una terminal de unión intersistemas. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminal de unión intersistemas, como se requiere en 250-94, el conductor de unión debe estar conectado a la terminal de unión intersistemas.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminal de unión intersistemas, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se deben conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes:

- (1) El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura conforme con lo establecido en 250-50;
- (2) El sistema interior de tuberías metálicas de agua, dentro de 1.50 metros desde su punto de entrada al edificio, acorde a 250-52;
- (3) Los medios accesibles externos de la envolvente de acometida conforme con lo establecido en la excepción de 250-94(a);
- (4) La canalización metálica no flexible de acometida;
- (5) La envolvente de los equipos de acometida;
- (6) El conductor de electrodo de puesta a tierra o la envolvente metálica del conductor de electrodo de puesta a tierra de acometida, o
- (7) Al conductor de electrodo de puesta a tierra o electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura que está conectado a un electrodo, como se especifica en 250-32.

Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor de puesta a tierra (unión de intersistemas) no debe interferir con la apertura del envolvente del equipo. Dicho dispositivo se debe montar en las partes no removibles, y no se debe montar en una puerta o una tapa, aunque éstas no sean removibles.

Para los propósitos de esta sección, se deben considerar como accesibles el equipo de acometida de una casa móvil o el medio de desconexión de ésta, según se describe en 820-93.

3) En edificios o estructuras sin una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentados no tiene una terminal de unión intersistemas o medios de puesta a tierra como se describe en el inciso (1) anterior, el conductor de electrodo de puesta a tierra debe conectarse a cualquiera de los siguientes:

- (1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-52(a)(1) hasta (a)(4), o
- (2) Si el edificio o estructura alimentada no tienen una terminal de unión intersistemas o medios de puesta a tierra, como se describe en (b)(2) o (b)(3)(1), se debe conectar a cualquiera de los electrodos de puesta a tierra individuales descritos en 250-52(a)(5), (a)(7) y (a)(8). Los tubos del vapor, tuberías de agua caliente o del sistema de protección contra rayos no se emplearán como electrodos de conexión a tierra para los conductores de unión o conductores de electrodos de puesta a tierra.

c) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir con 250-70.

d) Unión de los electrodos. Un puente de unión de tamaño no menor que 13.3 mm² (6 AWG) de cobre o equivalente, se debe conectar entre el electrodo de puesta a tierra del sistema de antena de televisión comunal y el sistema de electrodos de puesta a tierra de la alimentación del edificio o estructura alimentada, cuando se usan electrodos separados.

Excepción: En casas móviles conforme con lo establecido en 820-106.

NOTA 1: Para el uso de varillas pararrayos, véase 250-60.

NOTA 2: Si se unen todos los electrodos de puesta a tierra independientes, se limitan las diferencias de potencial entre los electrodos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

e) Dispositivos de protección del blindaje. Se permitirá poner a tierra el blindaje de un cable coaxial de acometida por medio de un dispositivo protector que no interrumpa el sistema de puesta a tierra dentro del inmueble.

820-103. Puesta a tierra de equipos. El equipo desenergizado y envolventes de equipo energizados por el cable coaxial deben considerarse puestos a tierra cuando estén conectados a la pantalla metálica del cable.

820-106. Unión y puesta a tierra en las casas móviles

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) y (2) siguientes:

1) Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado a no más de 9.00 metros desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta, la puesta a tierra de la pantalla del cable coaxial, o puesta a tierra del apartarrayos, se debe conectar a un conductor de electrodo de puesta a tierra o a un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en 820-100(b)(3).

2) Cuando no haya un medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil acorde con 250-32 a no más de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, se debe conectar a un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en 820-100(b)(3).

b) Unión. La terminal de puesta a tierra de la pantalla del cable coaxial, la terminal de puesta a tierra del apartarrayos o el electrodo de puesta a tierra, deben conectarse a la estructura metálica o a la terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil con un conductor, de cobre de tamaño no menor que 3.31 mm² (12 AWG), bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando no haya equipo de acometida o medio de desconexión en la casa móvil como lo indicado en (a) anterior; o
- (2) Cuando la casa móvil se alimente mediante cordón y clavija.

Parte E. Métodos de instalación dentro de edificios

820-110. Canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables para cables coaxiales.

a) Tipos de canalizaciones. Se permitirá que se instalen cables coaxiales en cualquier canalización que cumpla con (1) o (2) siguientes y en ensambles de enrutamiento de cables instalados de conformidad con lo descrito en la sección 820-110(c).

1) Canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3. Se permitirá que se instalen cables coaxiales en cualquier canalización incluida en el Capítulo 3. Las canalizaciones deben ser instaladas con los requisitos del Capítulo 3.

2) Otras canalizaciones de comunicaciones. Se permitirá que se instalen cables coaxiales en canalizaciones de comunicaciones en *plenums*, canalizaciones para comunicaciones aprobadas en pozos verticales o canalizaciones para comunicaciones de uso general seleccionadas de acuerdo con la Tabla 800-154(b), aprobados de acuerdo con 800-182 e instaladas de acuerdo con las secciones 800-113 y 362-24 hasta 362-56, cuando apliquen los requisitos para tubo conduit no metálico ENT.

3) Interducto para los cables coaxiales. Se permitirá que las canalizaciones de comunicaciones de *plenum* enumeradas, las canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales y las canalizaciones de comunicación de uso general enumeradas de acuerdo con la Tabla 800-154(b) sean instaladas como ducto interno en cualquier tipo de canalización permitido en el Capítulo 3.

b) Tablas de ocupación cables coaxiales. Las tablas de ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 10 no aplican para cables coaxiales.

c) Ensamblés de enrutamiento de cables. Debe permitirse que los cables coaxiales sean instalados en ensambles de enrutamiento de cables para *plenums*, ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales y ensambles de enrutamiento de cables para fines generales, seleccionados de acuerdo con la Tabla 800-154(c), aprobados de acuerdo con la sección 800-182 e instalados de acuerdo con la sección 800-110(c) y la sección 800-113.

820-113. Instalación de cables coaxiales. La instalación de cables coaxiales debe cumplir con (a) hasta (k) siguientes. La instalación de canalizaciones y los ensambles de enrutamiento de cables también deben cumplir con 820-110.

a) Aprobación. Los cables coaxiales instalados en edificios deben ser aprobados.

Excepción: No se requiere que sean aprobados los cables coaxiales que cumplan con 800-48.

b) Ductos específicamente fabricados para uso en aire ambiental. Se permitirán los siguientes cables dentro de ductos específicamente fabricados para uso en aire ambiental como se describe en 300-22(b) si están directamente asociados con el sistema de distribución de aire:

- (1) Hasta 1.25 metros de cable tipo CATVP.
- (2) Cable tipos CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(b).

c) Otros espacios usados para aire ambiental (*Plenums*). Se permitirán los siguientes cables en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c):

- (1) Cable tipo CATVP.
- (2) Cable tipo CATVP en canalizaciones para comunicaciones en *plenums*.
- (3) Cable tipo CATVP soportados por charolas metálicas abiertas o en sistemas de charolas portacables.
- (4) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(c).
- (5) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX soportadas por charolas con la base de metal y cubiertas de metal en otros espacios usados para aire ambiental (*plenums*) como se describe en 300-22(c).
- (6) Cables de los tipos CATVP, CATVR, CATV y CATVX, soportados por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*), según se describe en la sección 300.22(c).
- (7) Cables de los tipos CATVP, CATVR, CATV y CATVX, instalados en canalizaciones de comunicaciones para *plenums*, canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales o canalizaciones de comunicaciones para fines generales, sostenidos por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (cámaras de distribución de aire de aire), según se describe en la sección 300.22(c).

d) Pozos verticales-Cables y canalizaciones en trayectorias verticales. En trayectorias verticales que crucen uno o más pisos y en trayectorias verticales en un pozo, se permitirán los siguientes cables:

- (1) Cables tipo CATVP y CATVR.
- (2) Cables tipo CATVP y CATVR instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblajes de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

e) Pozos verticales-Cables e interductos en canalizaciones de metal. En canalizaciones metálicas en un pozo vertical que tenga cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables e interductos:

- (1) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX.
- (2) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

f) Pozos verticales-Cables y canalizaciones en pozos verticales a prueba de fuego. En pozos verticales que tengan cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables:

- (1) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX.
- (2) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblajes de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.

- d. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
- e. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.
- f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

g) Pozos verticales-Unidades de vivienda de una familia y bifamiliar. Se permitirán los siguientes cables en unidades de vivienda de una familia y bifamiliar:

- (1) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV.
- (2) Cable tipo CATVX de menos de 10 milímetros de diámetro.
- (3) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
 - e. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.
 - f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

h) Charolas portacables. Se permitirá que charolas portacables soporten los siguientes cables:

- (1) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV.
- (2) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

i) Bastidores de distribución y marcos de conexiones. Se permitirán los siguientes cables en bastidores de distribución y marcos de conexiones:

- (1) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX.
- (2) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
 - e. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.
 - f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

j) Otros lugares del edificio. Se permitirá que se instalen en otros lugares del edificio diferente a los cubiertos en los incisos (b) hasta (i) anteriores, los siguientes cables y ensambles de cable ruteador:

- (1) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV.
- (2) Un máximo de 3.00 metros de cable tipo CATVX expuesto en espacios no ocultos.
- (3) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
 - e. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.
 - f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.
- (4) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.

k) Unidades de vivienda de una y dos familias y multifamiliares. Se permitirá que se instalen en unidades de vivienda multifamiliares en ubicaciones diferentes a las cubiertas en los incisos (b) hasta (i) anteriores, los siguientes cables y ensambles de cable ruteador:

- (1) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV.
- (2) Cable tipo CATVX de menos de 10 milímetros de diámetro.
- (3) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblés de enrutamiento de cables para *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
 - e. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.
 - f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.
- (4) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.

820-133. Instalación de cables coaxiales y equipos. Después del punto de puesta a tierra, como se define en 820-93, la instalación del cable coaxial debe cumplir con las secciones (a) y (b) siguientes.

a) Separación con otros conductores.

1) En canalizaciones, ensambles de enrutamiento de cables, charolas portacables, cajas, y envoltorios.

- a. *Otros circuitos.* Se permitirán cables coaxiales en la misma canalización, charola portacables o envoltorio o ensamble de cables ruteadores con cables blindados donde vayan cualquiera de los siguientes cables:
 - (1) Circuitos remotos, de señalización y de potencia ilimitados de Clase 2 y Clase 3 de conformidad con el Artículo 645 o las Partes A y C del Artículo 725
 - (2) Sistemas de alarma de incendios con limitaciones de potencia de acuerdo con las Partes A y C del Artículo 760
 - (3) Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con las partes A y D del Artículo 770.
 - (4) Circuitos de comunicaciones de acuerdo con las partes A y D del Artículo 800.
 - (5) Circuitos de comunicaciones de banda ancha de baja potencia alimentados por la red de acuerdo con las partes A y D del Artículo 830.
- b. *Luz Eléctrica, Energía, Clase 1, Alarma de Incendios sin Potencia Limitada, y Circuitos de Comunicaciones de Banda Ancha de Potencia Media de Red.* Los cables coaxiales no se deben instalar en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida o de empalme o accesorios similares, con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: Se permitirá que el cable coaxial se coloque en cualquier conducto, compartimiento, caja de salida, caja de conexiones u otros recintos con conductores de luz eléctrica, energía, Clase 1, alarma de incendio sin potencia limitada o banda ancha de potencia media circuitos de comunicaciones Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados de todos los cables coaxiales por una barrera permanente o un divisor aprobado.

Excepción 2: Se permitirá que el cable coaxial se coloque en cajas de salida, cajas de empalme, accesorios similares o compartimientos cuando estos conductores son introducidos únicamente para alimentar el equipo de distribución del sistema de cables coaxiales. Los conductores de los circuitos de fuerza se deben instalar dentro del envoltorio manteniendo una separación mínima de 6 milímetros con los cables coaxiales.

2) Otras aplicaciones. Los cables coaxiales deben estar separados 5 centímetros como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando (1) todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, con cubierta metálica, con recubrimiento no metálico, cables tipo AC o UF, o (2) todos los cables coaxiales están alojados en una canalización.

Excepción 2: Cuando los cables coaxiales estén separados permanentemente de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, por una barrera no conductora continua y fijada firmemente, tal como tubos de porcelana o tuberías flexibles, además del aislamiento del cable.

b) Soportes de los cables coaxiales. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para el propósito previsto. Los cables coaxiales no se deben sujetar con flejes, con cinta o cualquier otro medio al exterior de cualquier conduit o canalización, para utilizarla como un medio de soporte.

Excepción: Se permitirá que los claros aéreos de cables coaxiales estén sujetos al exterior de un mástil, tipo canalización, previsto para la sujeción y soporte de estos cables.

820-154. Aplicaciones de cables para antenas de televisión comunales aprobadas. Las aplicaciones permitidas y no permitidas de cables coaxiales aprobados deben ser las indicadas en la Tabla 820-154(a). Las aplicaciones permitidas estarán sujetas a los requisitos de instalación de 820-110 y 820-113. Se permite la sustitución de cables coaxiales enlistados en la Tabla 820-154(b) e ilustrados en la Figura 820-154.

NOTA: Los cables sustitutos en la Tabla 820-154(b) y en la Figura 820-154 son solamente cables tipo coaxial.

Tabla 820-154(b).- Uso y sustituciones permitidas de cable coaxial

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
CATVP	CMP, BLP
CATVR	CATVP, CMP, CMP, BMR, BLP, BLR
CATV	CATVP, CMP, CATVR, CMR, CMG, CM, BMR, BM, BLP, BLR, BL
CATVX	CATVP, CMP, CATVR, CMR, CATV, CMG, CM, BMR, BM, BLP, BLR, BL, BLX



Figura 820-154.- Jerarquía de sustitución de cables

F. Requisitos de aprobación.

820-179. Cables coaxiales. Los cables coaxiales en un edificio deben estar aprobados como adecuados para este uso de acuerdo con los incisos (a) hasta (d) siguientes y deben identificarse conforme con lo indicado en Tabla 820-179. La tensión nominal del cable no debe marcarse en el cable. Los cables coaxiales tendrán una clasificación de temperatura de no menos de 60 ° C. La clasificación de la temperatura se marcará en la cubierta de los cables coaxiales que tengan una clasificación de temperatura superior a 60 ° C.

NOTA: Las marcas de la tensión en el cable pueden interpretarse erróneamente, sugiriendo que pueden ser adecuados para uso en circuitos Clase 1, de fuerza o de alumbrado.

Excepción: Se permitirá que la tensión esté marcada en el cable cuando el cable tenga múltiples aprobaciones y el marcado de la tensión se exija en una o más.

Tabla 820-179.- Marcado en cables coaxiales

Marcado del cable	Tipo
CATVP	Cable CATV para <i>plenums</i>
CATVR	Cable CATV para pozos verticales
CATV	Cable CATV
CATVX	Cable CATV de uso limitado

Los tipos de cable están aprobados en orden descendente en cuanto a su clasificación de resistencia al fuego.

a) Tipo CATVP. El cable coaxial para antena comunal de televisión tipo CATVP para *plenums* debe estar aprobado como adecuado para usarse en *plenums*, ductos y otros espacios usados para aire ambiental, y también estar aprobados con características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humos.

b) Tipo CATVR. El cable coaxial para antena comunal de televisión tipo CATVR para pozo vertical debe estar aprobado para uso en tendidos verticales o de piso a piso y también aprobado con características de resistencia al fuego capaz de evitar la propagación del fuego de piso a piso.

Tabla 820-154(a).- Aplicaciones de cables coaxiales aprobados para su uso en edificios

Aplicaciones		Tipos de cable			
		CATVP	CATVR	CATV	CATVX
En ductos fabricados específicamente para aire ambiental como se describe en 300-22(b)	En ductos fabricados como se describe en 300-22(b)	Y*	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplen con 300-22(b)	Y*	Y*	Y*	Y*
En otros espacios usados para aire ambiental (<i>plenums</i>) como se describe en 300-22(c)	En otros espacios usados para aire ambiental (<i>Plenums</i>) como se describe en 300-22(c)	Y*	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplen con 300-22(c)	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones en <i>plenums</i>	Y*	N	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en <i>plenums</i>	Y*	N	N	N
	Soportados por charolas portacables metálicas abiertas	Y*	N	N	N
	Soportados por charolas con la base de metal sólida y cubiertas de metal sólidas	Y*	Y*	Y*	Y*

En tramos verticales	En trayectos verticales	Y*	Y*	N	N
	En canalizaciones metálicas	Y*	Y*	Y*	Y*
	En espacios a prueba de fuego	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones de comunicaciones en <i>plenums</i>	Y*	Y*	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en <i>plenums</i>	Y*	Y*	N	N
	En canalizaciones para comunicaciones en tramos verticales	Y*	Y*	N	N
	En ensambles de cable para ruteadores en tramos verticales	Y*	Y*	N	N
	En unidades de vivienda de una y dos familias	Y*	Y*	Y*	Y*
Espacios dentro de edificios que no sean para manejo de aire y pozos verticales	General	Y*	Y*	Y*	Y*
	En unidades de vivienda de una y dos familias	Y*	Y*	Y*	Y*
	En unidades de vivienda multifamiliar	Y*	Y*	Y*	Y*
	En espacios no ocultos	Y*	Y*	Y*	Y*
	Soportados por charolas portacables	Y*	Y*	Y*	N
	En bastidores de distribución y marcos de conexiones	Y*	Y*	Y*	N
	En alguna canalización reconocida en el Capítulo 3	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones para comunicaciones en <i>plenums</i>	Y*	Y*	Y*	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en <i>plenums</i>	Y*	Y*	Y*	N
	En canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales	Y*	Y*	Y*	N
	En canalizaciones para comunicaciones de propósito general	Y*	Y*	Y*	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en pozos verticales	Y*	Y*	Y*	N
	En ensambles de enrutamiento de cables para fines generales	Y*	Y*	Y*	N

Una "N" en la tabla indica que el tipo de cable no se permite sea instalado en la aplicación.

Una "Y *" indica que el cable se permite sea instalado en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en 820-113.

La Parte E del Artículo 820 cubre los métodos de instalación dentro de los edificios. Esta tabla contiene las aplicaciones aprobadas para los cables coaxiales para su uso en edificios. La definición del punto de entrada se encuentra en el Artículo 820-2.

Para más información sobre las restricciones de la instalación de cables de comunicación en ductos específicamente fabricados para aire ambiental ver 820-113(b).

c) Tipo CATV. El cable coaxial para antena comunal de televisión tipo CATV debe estar aprobado para usos generales de antena comunal de televisión, excepto en *plenums* y ductos verticales y también aprobado como resistente a la propagación del fuego.

d) Tipo CATVX. El cable coaxial para antena comunal de televisión tipo CATVX de uso limitado, debe estar aprobado como adecuado para uso en viviendas y en canalizaciones, y también aprobado como resistente a la propagación de la flama.

820-180. Dispositivos de puesta a tierra. Donde se requiera la unión o la puesta a tierra, los dispositivos que se utilicen para conectar un blindaje, forro o los miembros metálicos no portadores de corriente de un cable con un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados o deben ser parte de equipos aprobados.

ARTÍCULO 830
SISTEMAS DE COMUNICACIONES DE BANDA ANCHA
ALIMENTADOS POR UNA RED

Parte A. Generalidades

NOTA: Para reflejar más exactamente la aplicación y función del conductor, el término general “conductor de puesta a tierra” como se ha aplicado previamente en este Artículo, se ha reemplazado por cualquiera de los siguientes términos, “conductor de unión” o “conductor del electrodo de puesta a tierra”, según sea aplicable.

Ver Nota de la Figura 800(a) y Nota de la Figura 800(b) sobre la aplicación ilustrativa de un conductor de unión o de un conductor de electrodo de puesta a tierra.

830-1. Alcance. Este Artículo cubre los sistemas de comunicación de banda ancha alimentados por una red, que proporcionan cualquier combinación de servicios de voz, audio, video, datos y servicios interactivos, a través de una unidad de interfaz de red.

NOTA: Una configuración de un sistema básico típico incluye un cable de alimentación de fuerza y una señal de banda ancha a una unidad de interfaz de red que convierte la señal de banda ancha en señales para los componentes. Los cables típicos son los cables coaxiales con ambas señales, la banda ancha y la de fuerza en el conductor central, los cables metálicos compuestos con un elemento coaxial para la señal de banda ancha y un par trenzado para alimentación, y un cable compuesto de fibra óptica con un par de conductores para alimentación. Los sistemas más grandes también pueden incluir componentes de red tales como amplificadores que necesiten fuerza de la red.

830-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo se aplican las definiciones adicionales siguientes. Véase la Parte A del Artículo 100.

Cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por la red abandonado. Cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por la red que no llega a terminales en ambos extremos, a un conector u otro equipo y no está marcado con una etiqueta para uso futuro.

Circuito de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red. Circuito que se extiende desde la terminal o derivación de alimentación de la empresa de comunicaciones, hasta e incluyendo la Unidad de Interfaz de Red.

NOTA: Un circuito de comunicaciones alimentado por una red, típico y para una sola familia consta de un cable aéreo de comunicaciones o de un cable de acometida de comunicaciones y una UIR, e incluye la terminal o derivación de alimentación de la empresa de comunicaciones cuando no está bajo el control exclusivo de la empresa de comunicaciones.

Cuadra. Manzana, porción de una ciudad, terreno o aldea, rodeada por calles, incluyendo callejones encerrados, pero no las calles.

Dispositivo de protección contra fallas. Dispositivo electrónico proyectado para la protección de las personas, que funciona bajo condiciones de falla, tales como un corto circuito o circuito abierto en los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, para limitar la corriente o la tensión, o ambas, de un circuito de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red de baja potencia, y brindar protección adecuada contra descarga eléctrica.

Expuesto (a contacto accidental): Circuito que está en una posición tal que, en caso de falla de los soportes o del aislamiento, puede hacer contacto con otro circuito.

Punto de entrada: El punto de entrada a un edificio es el lugar donde los conductores o cables emergen a través de un muro exterior, de una losa de concreto o de un tubo conduit metálico pesado o semipesado, conectado por un conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra de acuerdo con 830-100 (b).

Unidad de interfaz de red. Dispositivo que convierte una señal de banda ancha en las señales componentes de voz, audio, video, datos y servicios interactivos. La interfaz de red brinda aislamiento entre la alimentación de la red y los circuitos de señales de los inmuebles. La interfaz de red también puede contener protectores primarios y secundarios.

830-3. Otros artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir lo establecido de (a) hasta (g) siguientes:

a) Lugares (clasificados) peligrosos. Los equipos de comunicaciones de banda ancha, alimentados por la red, instalados en un lugar que está clasificado de acuerdo con 500-5 y 505-5, deben cumplir con los requisitos aplicables del Capítulo 5.

b) Cableado en ductos para polvos, fibras sueltas o extracción de vapores. Deben aplicarse los requisitos de la sección 300-22(a).

c) Equipos en otros espacios para manejar aire ambiental. Se debe aplicar 300-22(c)(3).

d) Instalación y uso. Aplican los requisitos de 110-3(b).

e) Circuitos de salida. Como sea apropiado para los servicios suministrados, los circuitos de salida derivados de una unidad de interfaz de red deben cumplir con los requisitos siguientes:

(1) Instalaciones de circuitos de comunicaciones: Artículo 800

(2) Instalaciones de antenas comunales de televisión y de circuitos de distribución de radio: Artículo 820

Excepción: cuando se suministre protección en la salida de una unidad de interfaz de red se debe aplicar lo dispuesto en 830-90(b)(3).

- (3) Instalaciones de cables de fibra óptica, Artículo 770.
- (4) Instalaciones de circuitos Clase 2 y Clase 3, Parte C del Artículo 725.
- (5) Instalaciones de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, Artículo 760.

f) Protección contra daño físico. Aplican los requisitos de 300-4.

830-15. Limitaciones de potencia. Los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red se deben clasificar como poseedoras de fuentes de potencia media o baja, como se requiere en (1) o (2) siguiente:

- (1) Las fuentes se deben clasificar tal como se definen en la Tabla 830-15.
- (2) Las fuentes de alimentación de corriente continua que excedan 150 volts a tierra, pero no más de 200 volts a tierra, y con la corriente a tierra limitada a 10 miliamperes de corriente continua, que cumplan con las limitaciones de corriente y potencia para las fuentes de potencia media que se indican en la Tabla 830-15, se deben clasificar como fuentes de potencia media.

830-21. Acceso a equipo eléctrico atrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no debe impedirse por una acumulación de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por la red que dificulten el retiro de paneles, incluyendo paneles colgantes en plafones.

830-24. Ejecución mecánica de los trabajos. Los equipos y circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red deben instalarse de manera organizada y profesional. Los cables instalados expuestos sobre la superficie del techo o de las paredes, se deben soportar sobre la estructura del edificio de forma que no puedan ser dañados por el uso normal del mismo. Dichos cables deben ser asegurados mecánicamente, incluyendo correas, grapas, bridas, soportes o accesorios similares, diseñados e instalados de forma tal que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4(a), (d), (e), (f) y 300-11. Los amarres para cables no metálicos y otros accesorios para cables no metálicos que se utilicen para fijar y sostener cables en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*) deben estar aprobados como con bajas propiedades de liberación de humo y calor.

830-25. Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

830-26. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. La instalación de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red en espacios huecos, fosos verticales o conductos de ventilación y circulación de aire se deben hacer de manera tal que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas de paredes, divisiones, pisos o plafones con clasificación de resistencia nominal al fuego, abiertas para pasar cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red, deben tener cortafuegos que utilicen métodos aprobados para mantener la resistencia nominal al fuego.

TABLA 830-15.- Limitaciones para sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red

Fuente de alimentación de la red	Bajo	Medio
Tensión máxima del circuito, (volts)*	0-100	0-150
Limitación de potencia, VAmáx. (voltamperes)*	250	250
Limitaciones de corriente, Imáx. (amperes)*	1000/Vmáx	1000/Vmáx
Potencia máxima (voltamperes)*	100	100
Tensión máxima (volts)*	100	150
Protección máxima contra sobre corriente (A)**	100/Vmáx	N/A

* La tensión del circuito, Vmáx, la limitación de corriente Imáx, y la capacidad nominal de potencia máxima VAmáx se determinan con la impedancia para limitar de corriente en el circuito (no derivada), como sigue:

Vmáx-Tensión máxima del sistema, independientemente de la carga.

I máx-Corriente máxima del sistema bajo cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con la protección contra sobrecorriente derivada, si se usa.

Los límites de I máx se aplican después de 1 minuto de operación.

VAmáx-Salida máxima de potencia en voltamperes después de 1 minuto de operación, independientemente de la carga y la protección contra sobrecorriente derivada, si se usa.

** No se requiere protección contra sobrecorriente cuando el dispositivo limitador de corriente brinda una limitación de corriente equivalente y el dispositivo limitador de corriente no se restablece sino hasta quitar la alimentación o la carga.

Parte B. Cables en el exterior y que entran a los edificios

830-40. Cables de entrada. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, instalados en el exterior y que entran a los edificios deben cumplir con (a) y (b) siguientes.

a) Circuitos de potencia media. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, localizados fuera de los edificios y que entran a éstos, se deben instalar utilizando cables de comunicaciones de banda ancha de potencia media alimentados por una red, tipos BMU, BM o BMR.

b) Circuitos de potencia baja. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia localizados fuera de los edificios y que entran a éstos, se deben instalar utilizando cables de comunicaciones de banda ancha de baja potencia energizados por una red, tipos BLU o BLX. Se permitirá sustituir los cables de la forma mostrada en la Tabla 830-154(b).

830-44. Cables coaxiales aéreos. Los cables aéreos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, antes del punto de puesta a tierra como se define en 820-93, deben cumplir con lo indicado en los incisos siguientes (a) hasta (g):

a) Sobre postes y claros. Cuando los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red y los conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.

3) Espacio para subir. El espacio para subir, entre los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red debe cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) Libramiento. Las acometidas aéreas o cables de entrada de comunicaciones de banda ancha energizados por una red desde un poste u otro soporte, incluyendo el punto inicial de fijación al edificio o estructura, se deben mantener alejados de los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada de manera que se evite la posibilidad de un contacto accidental.

Excepción. Cuando no se pueda evitar la proximidad a los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada, la instalación debe tener un libramiento mínimo de 30 centímetros de cualquier conductor de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada. Los requisitos de libramiento aplican en todos los puntos a lo largo de la bajada de servicio y se debe aumentar a 1.00 metro en el poste.

b) Sobre los techos. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben tener un libramiento vertical mínimo de 2.50 metros desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción 1: No se requerirá que los cables de comunicaciones de banda ancha de red tengan una separación vertical de 2,5 m sobre edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos de 46 centímetros si:

1) los conductores de acometida de los sistemas de comunicaciones pasan sobre el alerón de la azotea a no más de 1.20 metros, y

2) terminan en un mástil tipo canalización u otro soporte aprobado.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 centímetros por cada 30 centímetros, se permite una reducción del libramiento a un mínimo de 90 centímetros.

c) Libramiento al suelo. Los claros interpostales aéreos de los cables de comunicación de banda ancha energizados por una red deben cumplir mínimo con lo siguiente:

- (1) 2.90 metros sobre el suelo terminado, aceras o desde cualquier plataforma o proyección desde la cual se puedan alcanzar y sean accesibles solamente a los peatones.
- (2) 3.50 metros sobre propiedades residenciales y caminos de accesos vehiculares, y las áreas comerciales no sometidas a tráfico de camiones.
- (3) 4.70 metros sobre vías públicas, callejones, caminos, áreas de estacionamiento sujetas a tráfico de camiones, caminos de accesos vehiculares en propiedades no residenciales, y otros terrenos por donde circulan vehículos, por ejemplo, tierras cultivadas, zonas de pastoreo, bosques y huertos.

d) Sobre piscinas. La distancia de los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, en cualquier dirección desde el nivel del agua, el borde de la piscina, la base de la plataforma de salto o balsa anclada debe cumplir con las distancias de 680-9.

e) Claros interpostales finales. Se permitirá sujetar los claros interpostales finales de los cables sin cubierta externa de comunicaciones de banda ancha energizados por una red al edificio, pero se deben mantener a no menos de 90 centímetros de las ventanas que se abren, puertas, porches, balcones, escaleras, salidas de emergencia o lugares similares.

Excepción: Se permitirá que los conductores que pasan sobre la parte superior de una ventana estén a menos de los 90 centímetros exigidos.

No se deben instalar cables aéreos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, debajo de aberturas a través de las cuales se puedan mover materiales, tales como las aberturas en edificios agrícolas y comerciales, y no se deben instalar donde obstruyan la entrada a estas aberturas.

f) Entre edificios. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, que se tienden entre edificios o estructuras y también los soportes o accesorios de sujeción deben ser aceptables para aplicaciones aéreas exteriores y deben tener una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que puedan estar sometidos.

Excepción: Cuando un cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red no tenga la resistencia mecánica suficiente para ser auto soportado, se debe fijar a un cable mensajero de soporte que, junto con los accesorios de sujeción o soportes, deben ser aceptables para el propósito y deben tener una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que puedan estar sometidos.

g) Sobre edificios. Cuando los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red estén sujetos a edificios, se deben fijar firmemente de manera que queden separados de los demás conductores, como en (1) a (4) siguientes:

1) Alumbrado o fuerza. El cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red debe tener una separación mínima de 10 centímetros de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, que no van en canalizaciones o en cables o debe estar separado permanentemente de los conductores del otro sistema por un material no conductor continuo y fijo firmemente, adicional al aislamiento de los alambres.

2) Otros sistemas de comunicación. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red se deben instalar de manera que no haya interferencia innecesaria en el mantenimiento por separados de los sistemas. Los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de un sistema, en ningún caso deben causar abrasión a los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de cualquier otro sistema.

3) Conductores del sistema de pararrayos. Cuando sea factible, se debe mantener una separación de al menos 1.80 metros entre cualquier cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red y los conductores del sistema de pararrayos.

4) Protección contra daños. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, sujetos a los edificios o estructuras y localizados a una distancia no mayor que 2.50 metros del suelo terminado, se deben proteger mediante envoltentes, canalizaciones u otros medios aprobados.

830-47. Cables subterráneos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red que entran a los edificios. Cables subterráneos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red que entran a los edificios deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes:

a) Sistemas subterráneos con conductores de alumbrado y fuerza, Clase 1, o conductores de circuito de alarma contra fuego de potencia no limitada. Los cables subterráneos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, que van en un ducto, pedestal, registro o pozo de visitas que tiene conductores de alumbrado, de fuerza, de alarma contra incendios de potencia no limitada o circuitos Clase 1, deben estar en una sección separada permanentemente de estos conductores por una barrera adecuada.

b) Cables y canalizaciones directamente enterrados. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red directamente enterrados deben estar separados al menos 30 centímetros de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de alarma contra incendios de potencia no limitada o circuitos Clase 1.

Excepción 1: No se requerirá separación cuando los conductores de acometida eléctrica o cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red estén instalados en canalizaciones o tengan cubierta metálica en el cable.

Excepción 2: No se requerirá separación cuando los conductores de alimentadores o circuitos derivados de alumbrado o de fuerza, o los conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, o conductores de un circuito Clase 1 están instalados en una canalización o en cables con cubierta metálica, pantalla metálica o en cables tipo UF o tipo USE; o los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red que poseen una pantalla metálica o están instalados en una canalización.

c) Protección mecánica. La instalación de cables, tubos conduit u otras canalizaciones enterradas directamente deben cumplir los requisitos de profundidad mínima de la Tabla 830-47(c). Además, los cables directamente enterrados que salgan al exterior se deben proteger mediante envoltentes, canalizaciones, u otros medios aprobados que se extiendan desde la distancia de enterramiento mínima exigida en la Tabla 830-47(c), bajo el suelo hasta un punto ubicado al menos de 2.50 metros sobre el suelo terminado. En ningún caso se requiere que la protección exceda de 45 centímetros por debajo del suelo terminado. Los cables Tipo BMU y BLU, directamente enterrados y que salgan al exterior, deben estar instalados en tubo conduit metálico tipo pesado (RMC) y semipesado (IMC), tubo conduit rígido de policloruro de vinilo (PVC) u otros medios aprobados que se extiendan desde la distancia de enterramiento mínima exigida en la Tabla 830-47(c), por debajo del suelo hasta el punto de entrada.

Excepción: Un circuito de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red de baja potencia, equipado con un dispositivo aprobado de protección contra fallas, apropiado para el cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por red, usado y localizado en el lado de la red de dicho cable de comunicaciones que se está protegiendo.

d) Albercas. Los cables ubicados bajo la piscina o dentro de un área que se extiende 1.50 metros horizontalmente desde la pared interior de la piscina deben cumplir con las distancias y los requisitos que se especifican en 680-10.

830-49. Puesta a tierra de conductos de entrada metálicos. Los tubos conduit metálicos rígidos (RMC) o los tubos conduit metálicos intermedios (IMC) que contengan cables de entrada de comunicación de banda ancha alimentados por una red deben estar conectados mediante un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra con un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 830-100(b).

Tabla 830-47(c).- Requisitos de profundidad mínima de los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, (profundidad es la menor distancia medida entre un punto en la superficie superior de cualquier cable, tubo conduit u otra canalización enterrada directamente, y la superficie del piso terminado, concreto o recubrimiento similar)

Ubicación del circuito o método de alambrado	Conductores directamente enterrados	Tubo conduit metálico tipo pesado o tipo semipesado	Canalizaciones no metálicas aprobadas directamente enterradas; sin concreto embebido u otra canalización aprobada
	cm	cm	cm
Centímetros			
Todos los lugares no especificados abajo	46	15	30
En zanjas por debajo de concreto de 5 cm de espesor o equivalente	30	15	15
Bajo una edificación (en canalizaciones solamente)	0	0	0
Bajo una baldosa exterior de concreto de 10 cm de espesor como mínimo, sin tráfico vehicular y que se extiende a no menos de 15 cm más allá de la instalación subterránea	30	10	10
Vías de entrada de las viviendas unifamiliares o bifamiliares y áreas exteriores de parqueo, usadas solamente para propósitos relacionados con las viviendas	30	30	30

1. Las canalizaciones aprobadas para enterramiento solamente embebidas en concreto requieren una envoltura de concreto de espesor no menor a 5 centímetros.

2. Se permite profundidades menores donde los cables suben hasta las terminaciones o empalmes, o cuando de otra manera se exige el acceso a ellos.

3. Cuando se encuentra roca sólida, todo el alambrado se debe instalar en una canalización metálica o no metálica permitida para enterramiento directo. Las canalizaciones se deben recubrir con un mínimo de 5 centímetros de concreto que se extienda hasta la roca.

4. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia, que usan cables coaxiales antenas comunales de televisión y para sistemas de distribución de radio, de enterramiento directo, instalados en el exterior y que entran en los edificios e instalados de acuerdo con el Artículo 820, se permiten cuando estén enterrados a una profundidad mínima de 30 centímetros.

Parte C. Protección

830-90. Protección eléctrica primaria

a) Aplicación. Se debe suministrar protección eléctrica primaria en todos los conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, que no están puestos a tierra ni interrumpidos, y que van parcial o totalmente en cable aéreo no confinado dentro de una cuadra.

Además, se debe brindar protección eléctrica primaria en todos los conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, subterráneos o aéreos, que no están puestos a tierra ni interrumpidos, y que están localizados dentro de la cuadra donde está el edificio servido, que está expuesto a descargas atmosféricas o contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza que operan a más de 300 volts a tierra.

Excepción: Cuando se suministra protección eléctrica en el(los) circuito(s) derivado(s) (del lado de la salida de la unidad de interfaz de red), de acuerdo con la parte (b)(3) de esta sección.

NOTA 1: En conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, no expuestos a descargas atmosféricas o a contacto accidental con conductores de fuerza, la instalación de protección eléctrica primaria de acuerdo con este Artículo, ayuda a proteger contra otros peligros, tales como la elevación del potencial a tierra causada por corrientes de falla y tensiones por encima de las normales inducidas por corrientes de falla en los circuitos de fuerza cercanos a los conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por red.

NOTA 2: Se considera que los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red están expuestos a descargas atmosféricas, a menos que existan una o más de las condiciones siguientes:

- (1) Circuitos en áreas metropolitanas grandes en las que los edificios están cerca unos de otros y tienen altura suficiente para interceptar las descargas atmosféricas.
- (2) Áreas con un promedio de 5 o menos días de tormenta por año, y una resistividad de la tierra menor que 100 ohm-metro.

1) Protectores primarios sin fusibles. Se permiten protectores primarios sin fusible en donde las corrientes de falla en todos los conductores protegidos en el cable están limitadas con seguridad a un valor no mayor a la capacidad de corriente del protector primario y de la ampacidad del conductor de puesta a tierra del protector primario.

2) Protectores primarios con fusible. Cuando no se cumplen los requisitos enumerados en (1) anterior, se deben usar protectores primarios con fusible. Estos protectores deben consistir en un apartarrayos conectado entre cada conductor que se va a proteger y tierra, un fusible en serie con cada conductor que se va a proteger y un arreglo apropiado de montaje. Las terminales de los protectores primarios con fusible deben estar marcadas indicando línea, instrumento y tierra, según sea aplicable.

b) Ubicación. La ubicación del protector primario, cuando se requiera, debe cumplir con (1), (2) o (3) siguientes:

- (1) Se debe aplicar un protector primario aprobado en cada cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, externo a y en el lado red de la unidad de interfaz de red.
- (2) La función de protección primaria debe ser parte integral de la unidad de interfaz de red y debe estar contenida en ella. La unidad de interfaz de red debe estar aprobada para este propósito y debe tener una marca externa que indique que contiene protección eléctrica primaria.
- (3) El (los) protector(es) primario(s) se debe(n) instalar en el (los) circuito(s) derivado(s) (lado de salida de la unidad de interfaz de red), y la combinación de la unidad de interfaz de red, y el (los) protector(es) debe(n) estar aprobado(s) para aplicación en sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red.

Un protector primario, ya sea integral o externo a la unidad de interfaz de red, debe estar localizado lo más cerca posible del punto de entrada.

Para los propósitos de esta sección, una unidad de interfaz de red y cualquier protector primario suministrado externamente, ubicado en el equipo de acometida de las casas móviles, a la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9.00 metros de la misma, o en un medio de desconexión para casas móviles, puesto a tierra de acuerdo con 250-32 y ubicado a la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9.00 metros de la misma, se debe considerar que cumple los requisitos de esta sección.

NOTA: La selección de la ubicación de una unidad de interfaz de red y del protector primario para lograr que el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra del protector primario sea lo más corto posible, ayuda a limitar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicaciones y otros sistemas metálicos.

c) Áreas peligrosas (clasificadas). El protector primario o el equipo que hace la función de protección primaria no se debe ubicar en ningún área peligrosa (clasificada), como se define en los Artículos 500-5 o 505-5 o en la proximidad de material fácilmente inflamable.

Excepción: Lo permitido en las secciones 501-150, 502-150 y 503-150.

830-93. Puesta a tierra o interrupción de partes metálicas de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red. Los cables de comunicaciones energizados por una red que entran a los edificios o se fijan en ellos, deben cumplir con las partes (a) o (b) siguientes.

Para los propósitos de esta sección, la puesta a tierra, instalada en el equipo de acometida de las casas móviles, instalada a no más de 9.00 metros de la misma, o en un medio de desconexión para casas móviles, puesta a tierra de acuerdo con 250-32 y ubicado a no más de 9.00 metros de la misma, se debe considerar que cumple los requisitos de esta sección.

NOTA: La selección de un lugar de puesta a tierra para lograr el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra más corto posible, ayuda a limitar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, y otros sistemas metálicos.

a) Entrando a los edificios. En las instalaciones donde los cables de comunicaciones alimentados por una red entran a los edificios, el blindaje debe estar puesto a tierra tal como se especifica en 830-100, y los elementos metálicos del cable que no se utilizan para las comunicaciones ni para la alimentación se deben poner a tierra de acuerdo con 830-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible al punto de entrada.

b) Terminación en el exterior de los edificios. En las instalaciones donde el cable de comunicaciones alimentado por una red termina en el exterior del edificio, el blindaje debe estar puesto a tierra tal como se especifica en 830-100, y los elementos metálicos del cable que no se utilizan para las comunicaciones ni para la alimentación se deben poner a tierra de acuerdo con 830-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible del punto de fijación de la unidad de interfaz de red.

NOTA: Véase en 830-2 la definición de punto de entrada.

Parte D. Métodos de puesta a tierra

830-100. Unión y puesta a tierra de cables, unidades de interfaz de red y protectores primarios. Las unidades de interfaz de red que contienen protectores, las unidades de interfaz de red con envoltentes metálicas, los protectores primarios y las partes metálicas del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, que deben estar unidos o puestos a tierra, se deben conectar como se especifica de (a) hasta (d) siguientes.

a) Conductor de unión o conductor de electrodo de puesta a tierra

1) Aislamiento. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados y se permite que sean aislados, forrados o desnudos.

2) Material. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, cableado o sólido.

3) Tamaño. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño menor que 2.08 mm² (14 AWG) y debe tener una ampacidad aproximadamente igual que la de las partes metálicas puestas a tierra y el (los) conductor(es) protegido(s) del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red. No se requiere que el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra sea mayor que 13.3 mm² (6 AWG)

4) Longitud. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser lo más corto posible. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser tan corto como sea posible sin exceder 6.00 metros de longitud.

NOTA: Limitaciones similares de la longitud del conductor de unión o del conductor de electrodo de puesta a tierra aplicadas a edificios de apartamentos y edificios comerciales ayudan a reducir las tensiones que se pueden desarrollar entre los sistemas de alumbrado y fuerza y de comunicaciones del edificio durante eventos de descargas atmosféricas.

Excepción: En viviendas unifamiliares y bifamiliares donde no es factible cumplir con la longitud máxima del conductor de unión o del conductor de electrodo de puesta a tierra de 6.00 metros, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra de comunicaciones por separado, cumpliendo los criterios de dimensiones de (b)(3)(2) que sigue y el conductor de electrodo de puesta a tierra se debe conectar al electrodo de puesta a tierra de comunicaciones de acuerdo con el inciso (c) siguiente. El electrodo de puesta a tierra de comunicaciones se debe unir al sistema del electrodo de puesta a tierra de la alimentación de acuerdo con el inciso (d) más adelante.

5) Tendido en línea recta. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se debe tender hasta el electrodo de puesta a tierra siguiendo una línea lo más recta posible.

6) Protección física. Cuando están expuestos a daño físico, los conductores de unión y los conductores de electrodo de puesta a tierra deben protegerse adecuadamente. Cuando el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se instala en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización se deben unir al conductor de puesta a tierra que va en la canalización o a la misma terminal o electrodo, al cual está conectado el conductor de unión o el conductor de puesta a tierra.

b) Electrodo. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe conectarse de acuerdo a (1), (2) y (3) siguientes:

1) En edificios o estructuras con una terminal de unión intersistemas. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminal de unión intersistemas, como se requiere en 250-94, el conductor de unión debe estar conectado a la terminal de unión intersistemas.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminal de unión intersistemas, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se deben conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes:

- (1) El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura conforme con lo establecido en 250-50;
- (2) El sistema interior de tuberías metálicas de agua, dentro de 1.50 metros desde su punto de entrada al edificio, acorde a 250-52;
- (3) Los medios accesibles externos de la envolvente de acometida conforme con lo establecido en la excepción de 250-94;
- (4) La canalización metálica no flexible de acometida;
- (5) La envolvente de los equipos de acometida;
- (6) El conductor de electrodo de puesta a tierra o la envolvente metálica del conductor de electrodo de puesta a tierra de acometida, o
- (7) Al conductor de electrodo de puesta a tierra o electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura que está conectado a un electrodo, como se especifica en 250-32.

Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor de puesta a tierra (unión de intersistemas) no debe interferir con la apertura del envolvente del equipo. Dicho dispositivo se debe montar en las partes no removibles, y no se debe montar en una puerta o una tapa, aunque éstas no sean removibles.

Para los propósitos de esta sección, se deben considerar como accesibles el equipo de acometida de una casa móvil o el medio de desconexión de ésta, según se describe en 830-93.

3) En edificios o estructuras sin una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentados no tiene una terminal de unión intersistemas o medios de puesta a tierra como se describe en el inciso (1) anterior, el conductor de electrodo de puesta a tierra debe conectarse a cualquiera de los siguientes:

- (1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-52(a)(1) hasta (a)(4), o
- (2) Si el edificio o estructura alimentada no tienen una terminal de unión intersistemas o medios de puesta a tierra, como se describe en (b)(2) o (b)(3)(a), se debe conectar a cualquiera de los electrodos de puesta a tierra individuales descritos en 250-52(a)(7) y (a)(8) o a un tubo o barra de puesta a tierra cuya longitud no sea menor a 1.50 metros y 12.7 milímetros de diámetro, enterrado, cuando sea factible, dentro de tierra permanentemente húmeda y separado de los conductores de pararrayos según se indica en 800-53 y cuando menos a 1.80 metros de los electrodos de otros sistemas. Las tuberías de agua caliente o de vapor, ni los conductores de pararrayos se deben utilizar como electrodos de puesta a tierra para los protectores, para las unidades de interfaz de red con protección integral, las partes metálicas puestas a tierra, las unidades de interfaz de red con envolventes metálicos y otros equipos.

c) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en 250-70.

d) Unión de los electrodos. Se debe conectar un puente de unión de tamaño no menor que 13.3 mm² (6 AWG) de cobre o equivalente, entre el sistema de electrodos de puesta a tierra del sistema de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red y el sistema de electrodos de puesta a tierra de fuerza en el edificio o estructura o alimentada, cuando se usan electrodos independientes.

Excepción: En las casas móviles, como se indica en 830-106.

NOTA 1: Sobre el sistema de electrodos de puesta a tierra de pararrayos, véase 250-60.

NOTA 2: La unión de todos los electrodos independientes, limita las diferencias de potencial entre dichos electrodos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

830-106. Unión y puesta a tierra en las casas móviles

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) o (2) siguientes.

- (1) Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, el cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red, la unidad de interfaz de red y la puesta a tierra del protector primario deben estar conectadas a un conductor de electrodo de puesta a tierra o a un electrodo de puesta a tierra, según se establece en 830-100(b)(3).

- (2) Cuando no haya un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra de acuerdo con 250-32, situado al alcance la vista desde y a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, el cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red, la unidad de interfaz de red y la puesta a tierra del protector primario deben estar conectadas a un electrodo de puesta a tierra, según 830-100(b)(3).

b) Unión. La terminal de puesta a tierra del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, la terminal de puesta a tierra de la unidad de interfaz de red, si la hay, y la terminal de puesta a tierra del protector primario, deben unirse todas con un conductor de cobre de unión de tamaño no menor a 3.31 mm^2 (12 AWG). La terminal de puesta a tierra del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, la terminal de puesta a tierra de la unidad de interfaz de red, la terminal de puesta a tierra del protector primario o el electrodo de puesta a tierra, se deben unir al chasis de metal o terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil, con un conductor de cobre de unión de tamaño no menor a 3.31 mm^2 (12 AWG), en cualquiera de las condiciones siguientes:

- (1) Cuando no exista equipo de acometida o medio de desconexión de la casa móvil, como se indica en (a) anterior; o
- (2) Cuando la casa móvil se alimente mediante cordón con clavija.

Parte E. Métodos de instalación dentro de edificios

830-110. Canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables para cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red.

a) Tipos de canalizaciones. Debe permitirse que los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia sean instalados en cualquier canalización que cumpla con lo establecido en las secciones 830-110(a)(1) o (a)(2) y en ensambles de enrutamiento de cables instalados de conformidad con lo descrito en la sección 830-110(c). Debe permitirse que los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media sean instalados en cualquier canalización que cumpla con lo establecido en la sección 830-110(a)(1).

(1) Canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3. Se permitirá que los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de media y baja potencia sean instalados en cualquier canalización incluida en el Capítulo 3. Esas canalizaciones deberán instalarse de acuerdo con los requisitos del Capítulo 3.

(2) Canalizaciones de comunicaciones. Debe permitirse que los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia sean instalados en canalizaciones de comunicaciones para cámaras de distribución de aire, canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales y canalizaciones de comunicaciones para fines generales, seleccionadas de acuerdo con lo establecido en la Tabla 800-154(b), y de acuerdo con la sección 800-182 e instaladas de acuerdo con lo establecido en las secciones 800-113 y 362-24 hasta 362-56, donde se acaten los requisitos aplicables a tubos conduit no metálicas eléctricas (ENT).

(3) Interducto para cables de comunicaciones de banda ancha de baja potencia y de banda ancha. Se permitirá que las canalizaciones de comunicaciones de *plenum*, las canalizaciones de comunicaciones en pozos verticales y las canalizaciones de comunicaciones de uso general enumeradas de acuerdo con la Tabla 800-154 (b) sean instaladas como canalizaciones interiores en cualquier tipo de canalización permitido en el Capítulo 3.

b) Ocupación de canalizaciones por cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. La ocupación de canalizaciones por cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red debe cumplir con (1) o (2) siguientes:

1) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia. Los requisitos para la ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 10 no aplican para cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia.

2) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media. Aplican los requisitos para la ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 10, cuando los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media se instalan en canalizaciones.

c) Ensamblados de enrutamiento de cables. Debe permitirse que los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red sean instalados en ensambles de enrutamiento de cables para *plenums*, ensambles de enrutamiento de cables para tramos verticales y ensambles de enrutamiento de cables para fines generales, seleccionados de acuerdo con la Tabla 800-154(c), aprobados de acuerdo con 800-182 e instalados de acuerdo con 800-110(c) y 800-113.

830-113. Instalación de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. La instalación de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red debe cumplir con (a) hasta (i) siguientes. La instalación de las canalizaciones y de los ensambles de enrutamiento de cables debe cumplir con el Artículo 800-110.

a) Aprobación. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red instalada en edificios deben ser aprobados.

b) Ductos específicamente fabricados para uso en aire ambiental. Se permitirán los siguientes cables dentro de ductos específicamente fabricados usados para aire ambiental como se describe en 300-22(b) si están directamente asociados con el sistema de distribución de aire:

- (1) Hasta 1.25 metros de cable tipo BLP.
- (2) Cable tipos BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(b).

c) Otros espacios usados para aire ambiental (*Plenums*). Se permitirán los siguientes cables en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c):

- (1) Cable tipo BLP.
- (2) Cables tipo BLP instalados en canalizaciones para comunicaciones en *plenums*.
- (3) Cables tipo BLP instalados en ensambles de enrutamiento de cables en *plenums*.
- (4) Cable tipo BLP soportados por charolas metálicas abiertas o en sistemas de charolas portacables.
- (5) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(c).
- (6) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX soportados por charolas con la base de metal y cubiertas de metal en otros espacios usados para aire ambiental (*plenums*) como se describe en 300-22(c).
- (7) Cables de los tipos BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX, instalados en canalizaciones de comunicaciones para *plenums*, canalizaciones de comunicaciones para tramos verticales y canalizaciones de comunicaciones para fines generales, sostenidos por bandejas portacables de metal de base sólida con cubiertas metálicas sólidas en otros espacios que se utilicen para ventilación ambiental (*plenums*) según se describe en la sección 300-22(c).

d) Pozos verticales-Cables y canalizaciones en trayectorias verticales. En trayectorias verticales que crucen uno o más pisos y en trayectorias verticales en un pozo, se permitirán los siguientes cables:

- (1) Cables tipo BLP, BMR y BLR.
- (2) Cables tipo BLP Y BLR instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables en *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 830-26.

e) Pozos verticales-Cables e interductos en canalizaciones de metal. En canalizaciones metálicas en un pozo vertical que tenga cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables:

- (1) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX.
- (2) Cables tipo BLP, BLR y BL instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums* (interductos).
 - b. Canalizaciones en trayectorias verticales (interductos).
 - c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general (interductos).

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 830-26.

f) Pozos verticales-Cables y canalizaciones en pozos verticales a prueba de fuego. En pozos verticales que tengan cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables:

- (1) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX.
- (2) Cables tipo BLP, BLR y BL instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables en *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.
 - e. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
 - f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 830-26.

g) Pozos verticales-Unidades de vivienda de una familia y bifamiliar. Se permitirán los siguientes cables en unidades de vivienda de una familia y bifamiliar:

- (1) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM y BL, y cables tipo BLX de menos de 10 milímetros de diámetro.
- (2) Cables tipo BLP, BLR y BL instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables en *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales
 - e. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
 - f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 830-26.

h) Bandejas de cables. Se permitirá que los siguientes cables estén soportados por bandejas de cables:

- (1) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM y BL
- (2) Cables tipo BLP, BLR y BL instalados en lo siguiente:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones *plenums*
 - b. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general

i) Otros lugares del edificio. Se permitirá que se instalen los siguientes cables en otros lugares del edificio diferente a los cubiertos en los incisos (b) hasta (h) anteriores:

- (1) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM y BL.
- (2) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX instalados en una canalización mencionada en el Capítulo 3.
- (3) Cables tipo BLP, BLR y BL instalados en:
 - a. Canalizaciones de comunicaciones en *plenums*.
 - b. Ensamblados de enrutamiento de cables en *plenums*
 - c. Canalizaciones en trayectorias verticales.
 - d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales
 - e. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.
 - f. Ensamble de cable ruteador de propósito general.
- (4) Cables tipo BLX de menos de 10 milímetros de diámetro instalados en unidades de vivienda de una o dos familias.
- (5) Cables tipo BMU y BLU entrando al edificio desde el exterior esté tendido en conduit metálico pesado (RMC) o conduit metálico semipesado (IMC), y tales conduit deben estar conectados con un conductor de puesta a tierra a un electrodo de acuerdo con 830-100(b).

NOTA: Esta disposición limita la longitud del cable tipo BLX a 15.00 metros, mientras que en 830-90(b) se exige que el protector primario o la unidad de interfaz de red con protección integral, estén localizados lo más cerca posible al punto por donde el cable entra al edificio. Por tanto, en las instalaciones que requieren un protector primario o una unidad de interfaz de red con protección integral, no se permite que el cable del tipo BLX se extienda más de 15.00 metros dentro del edificio, si es práctico ubicar el protector primario más cerca que 15.00 metros del punto de entrada.

- (6) Una longitud máxima de 15.00 metros de cable tipo BLX, entrando al edificio desde el exterior y terminando en una unidad de interfaz de red o una ubicación con protección primaria.

830-133. Instalación de cables y equipos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Las instalaciones de cables y equipos dentro de los edificios deben cumplir con (a) y (b) según corresponda.

a) Separación de conductores.

1) En canalizaciones, charolas portacables, cajas, envolventes y ensambles de enrutamiento de cables.

- a. *Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha de baja y media potencia energizados por una red de baja y media potencia.* Se permitirán cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja y media potencia en la misma canalización, charola portacables, caja, envoltorio o ensambles de enrutamiento de cables.

- b. *Cables de circuito de comunicaciones de banda ancha de baja potencia con circuitos de banda ancha.* Se permitirán cables de comunicaciones de banda ancha de baja potencia con banda ancha en la misma canalización, bandeja de cables, caja, o ensambles de enrutamiento de cables con cables encamisados de cualquiera de los siguientes circuitos:
- (1) De control remoto Clase 2 y Clase 3, de señalización y de circuitos de potencia limitada de acuerdo con las partes A y C del Artículo 725.
 - (2) Circuitos de potencia limitada de sistemas de alarma contra incendios, de acuerdo con las partes A y C del Artículo 760.
 - (3) Circuitos de comunicaciones de acuerdo con las Partes A y D del Artículo 800.
 - (4) Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con las Partes A y D del Artículo 770.
 - (5) Sistemas de antenas comunales de televisión y de distribución de radio, de acuerdo con las partes A y D del Artículo 820.
- c. *Cables de circuito de comunicaciones de banda ancha de potencia media con cables de fibra óptica y otros cables de comunicaciones.* No se permitirán cables de comunicaciones de banda ancha de potencia media en la misma canalización, bandeja de cables, caja, o conjunto de cableado con conductores de cualquiera de los siguientes circuitos:
- (1) Circuitos de comunicaciones de acuerdo con las Partes A y E del Artículo 800.
 - (2) Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con las Partes A y E del Artículo 770.
 - (3) Sistemas de antenas comunales de televisión y de distribución de radio, de acuerdo con las partes A y E del Artículo 820.
- d. *Cables de Circuito de Comunicaciones de banda ancha de potencia mediana con otros circuitos.* No se permitirán cables de comunicaciones de banda ancha de potencia media en la misma canalización, bandeja de cables, caja, o ensamble de enrutamiento de cables con conductores de cualquiera de los siguientes circuitos:
- (1) De control remoto Clase 2 y Clase 3, de señalización y de circuitos de potencia limitada de acuerdo con las partes A y C del Artículo 725.
 - (2) Circuitos de potencia limitada de sistemas de alarma contra incendios, de acuerdo con las Partes A y C del Artículo 760.
- e. *Circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, y de comunicaciones de banda ancha sin alimentación propia.* Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados desde la instalación del edificio no se deben instalar en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida o de empalme o accesorios similares, con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 o de alarmas contra incendios de potencia no limitada.

Excepción 1: Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, están separados de todos los cables comunicaciones de banda ancha energizados desde la instalación del edificio por una barrera permanente o un divisor aprobado.

Excepción 2: Los conductores de fuerza en cajas de salida, cajas de empalme, accesorios similares o compartimientos cuando estos conductores son introducidos únicamente para alimentar el equipo de distribución del sistema de comunicaciones de banda ancha energizados desde la instalación del edificio. Los conductores de los circuitos de fuerza se deben instalar dentro del envoltente manteniendo una separación mínima de 6 milímetros con los cables de comunicaciones de banda ancha.

Tabla 830-154(b).- Sustitución de Cable

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
BM	BMR
BLP	CMP, CL3P
BLR	CMP, CL3P, CMR, CL3R, BLP, BMR
BL	CMP, CMR, CM, CMG, CL3P, CL3R, CL3, BMR, BM, BLP, BLR
BLX	CMP, CMR, CM, CMG, CMX, CL3P, CL3R, CL3, CL3Z, BMR, BM, BLP, BRP, BL

Tabla 830-154(a).- Aplicaciones de cables de comunicaciones de banda ancha para su uso en edificios

Aplicaciones		Tipos de cable						
		BLP	BLR	BL	BMR	BM	BLX	BMU, BLU
En Ductos específicamente fabricados para aire ambiental como se describen en 300-22(b)	En ductos prefabricados como se describe en 300-22(b)	S*	N	N	N	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplen con 300-22(b)	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
En otros espacios usados para aire ambiental (<i>plenums</i>) como se describe en 300-22(c)	En otros espacios usados para aire ambiental (<i>Plenums</i>) como se describe en 300-22(c)	S*	N	N	N	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplen con 300-22(c)	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	En canalizaciones para comunicaciones en <i>plenums</i>	S*	N	N	N	N	N	N
	En ensambles de enrutamiento de cables en <i>plenums</i>	S*	N	N	N	N	N	N
	Soportados por charolas portacables metálicas abiertas	S*	N	N	N	N	N	N
	Soportados por charolas con la base de metal y cubiertas de metal	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
En pozos verticales	En tendidos verticales	S*	S*	N	S*	N	N	N
	En canalizaciones metálicas	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	En espacios a prueba de fuego	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	En canalizaciones para comunicaciones en <i>plenums</i>	S*	S*	N	N	N	N	N
	En canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales	S*	S*	N	N	N	N	N
	En ensambles ruteadores de cable en pozos verticales	S*	S*	N	N	N	N	N
	En unidades de vivienda de una y dos familias	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
Espacios dentro de edificios que no sean para manejo de aire y pozos verticales	General	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	En unidades de vivienda de una y dos familias	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	Soportados por charolas portacables	S*	S*	S*	S*	S*	N	N
	En conduit metálico pesado y conduit metálico semipesado	S*	S*	S*	S*	S*	S*	S*
	En alguna canalización reconocida en el Capítulo 3	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	En canalizaciones para comunicaciones en <i>plenums</i>	S*	S*	S*	N	N	N	N
	Ensamblados de enrutamiento de cables en <i>plenums</i>	S*	S*	S*	N	N	N	N
	En canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales	S*	S*	S*	N	N	N	N
	En canalizaciones para comunicaciones de propósito general	S*	S*	S*	N	N	N	N
	En ensambles ruteadores de cable en pozos verticales	S*	S*	S*	N	N	N	N
	En ensambles ruteadores de cable de propósito general	S*	S*	S*	N	N	N	N

Una "N" en la tabla indica que el tipo de cable no se permite sea instalado en la aplicación.

Una "S*" indica que el cable se permite sea instalado en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en 830-113.

NOTA 1: La Parte E del Artículo 830 cubre los métodos de instalación dentro de los edificios. Esta tabla contiene las aplicaciones aprobadas de cables de comunicaciones de banda ancha para su uso en edificios. La definición del punto de entrada se encuentra en el Artículo 830-2.

NOTA 2: Para más información sobre las restricciones de la instalación de cables de comunicaciones de banda ancha en ductos específicamente fabricados para aire ambiental ver 830-113(b).

2) Otras aplicaciones. Los cables de comunicaciones de banda ancha deben estar separados 5 centímetros como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada.

Excepción 1: No se requerirá la separación de los conductores cuando (1) todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada están en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, con cubierta metálica, con recubrimiento no metálico, cables tipo AC o UF, o (2) todos los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red están alojados en una canalización.

Excepción 2: No se requerirá la separación de los conductores cuando los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red estén separados permanentemente de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 y de alarmas contra incendios de potencia no limitada por una barrera no conductora continua y fijada firmemente, tal como tubos de porcelana o tuberías flexibles, además del aislamiento del cable.

b) Soportes de los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para el propósito previsto. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red no se deben sujetar con flejes, con cinta o cualquier otro medio al exterior de cualquier conduit o canalización, para utilizarla como un medio de soporte.

830-154. Aplicaciones de sistemas cables de comunicaciones de banda ancha. Las aplicaciones, permitidas y no permitidas de sistemas de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red aprobados deben hacerse como se indica en la Tabla 830-154(a). Las aplicaciones permitidas deben cumplir con los requisitos de instalación de 830-40, 830-110 y 830-113. Se permiten las sustituciones de sistemas de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, aprobados en la Tabla 830-154(b).

830-160. Dobleces. Los dobleces en los cables de una red de comunicaciones de banda ancha se deben hacer de tal modo que no dañen el cable.

Parte F. Requisitos de aprobación

830-179. Equipos y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Los equipos y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben estar aprobados y marcados de acuerdo con (a) o (b) siguientes. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben tener una clasificación de temperatura de no menos de 60 °C. La clasificación de la temperatura se marcará en la cubierta de los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red que tengan una clasificación de temperatura superior a 60 °C.

Excepción 1: Este requisito de aprobación no se debe aplicar a los cables coaxiales de antenas comunales de televisión y de sistemas de distribución de radio que fueron instalados antes de enero 1 de 2000, de acuerdo con el Artículo 820, y que se usan para por circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia.

Excepción 2: Se permitirán los cables sustitutos de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red tal como se indica en la Tabla 830-154(b).

a) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben ser cables ensamblados en fábrica, consistiendo en un cable coaxial con cubierta, una combinación, con cubierta, de cable coaxial con múltiples conductores individuales o una combinación, con cubierta, de cable de fibra óptica y múltiples conductores individuales. El aislamiento de los conductores individuales debe ser para 300 volts como mínimo. Los cables para uso en el exterior deben estar aprobados para esa aplicación. Los cables deben marcarse como se indica en 310-120.

1) Cables tipo BMR. Los cables tipo BMR deben ser adecuados para su uso en trayectorias verticales en un foso o de un piso a otro, y deben tener características de resistencia al fuego que prevengan la propagación del fuego de un piso a otro.

2) Cables tipo BM. Los cables tipo BM deben estar aprobados para uso general, con la excepción de pozos verticales y *plenums* y deben tener características de resistencia a la propagación del fuego.

3) Cables tipo BMU. Los cables tipo BMU deben tener cubierta y ser adecuados para uso exterior subterráneo.

b) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia deben ser cables ensamblados en fábrica, consistiendo en un cable coaxial con cubierta, una combinación, con cubierta, de cable coaxial con múltiples conductores individuales o una combinación, con cubierta, de cable de fibra óptica y múltiples conductores individuales. El aislamiento de los conductores individuales debe ser para 300 volts como mínimo. Los cables para uso en el exterior deben estar aprobados para esa aplicación. Los cables deben marcarse como se indica en 310-120.

1) Cables tipo BLP. Los cables tipo BLP deben estar aprobados para uso en ductos, *plenums* y otros espacios usados para aire ambiental y también deben estar aprobadas sus características de resistencia al fuego y baja emisión de humo.

2) Cables tipo BLR. Los cables tipo BLR deben estar aprobados para uso en trayectorias verticales en un foso o de un piso a otro, y deben tener características de resistencia al fuego que prevengan la propagación del fuego de un piso a otro.

3) Cables tipo BL. Los cables tipo BL deben estar aprobados para uso en el exterior, para uso en unidades de vivienda y para uso en canalizaciones y deben tener características de resistencia a la propagación del fuego.

4) Cables tipo BLX. Los cables tipo BLX de uso limitado deben estar aprobados para uso general, con la excepción de pozos verticales y *plenums* y deben tener características de resistencia a la propagación del fuego.

5) Cables tipo BLU. Los cables tipo BLU deben tener cubierta y ser adecuados para uso exterior subterráneo.

830-180. Dispositivos de puesta a tierra. Donde se requiera la unión o la puesta a tierra, los dispositivos que se utilicen para conectar un blindaje, forro o los elementos metálicos no portadores de corriente de un cable con un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados o deben ser parte de equipos aprobados.

ARTÍCULO 840

SISTEMAS DE COMUNICACIONES DE BANDA ANCHA ALIMENTADOS CON LA INSTALACIÓN DEL EDIFICIO.

Parte A. Generalidades

840-1. Alcance. Este Artículo cubre los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados con la instalación del edificio.

NOTA: Una configuración básica de un sistema típico consiste de un cable de fibra óptica, par trenzado o cable coaxial, que suministra al edificio una señal de banda ancha a la terminal de red óptica, que convierte la señal de banda ancha en componentes de señales eléctricas, tal como sucede en los teléfonos tradicionales, en video, internet de alta velocidad y servicios interactivos.

La alimentación a la terminal de red óptica se hace típicamente con una unidad de suministro de potencia y una batería como unidad de respaldo, que toma energía de las instalaciones del edificio. El cable de fibra óptica sin potencia y puede ser conductivo o no conductivo.

840-2. Definiciones. Aplican las definiciones de la Parte A del Artículo 100 y 645-2, 770-2, 800-2, y 820-2. Para propósitos de este Artículo también aplican las definiciones siguientes.

Terminal de red óptica. Un dispositivo que convierte señales (ópticas, eléctricas o inalámbricas) en componentes de señales, eléctricas, incluyendo: voz, audio, video, datos, ópticas y servicios inalámbricos e interactivos y se considera un dispositivo en las terminales de la instalación del edificio está conectado a un proveedor de servicios de comunicaciones y que se alimenta en la instalación del edificio.

Circuito de comunicaciones en el edificio. Circuito que lleva voz, audio, video, datos, servicios interactivos, telégrafo (excepto radio) y alambrados exteriores de alarmas de incendio y de robo, desde la terminal de red óptica del proveedor de servicios hasta el equipo de comunicaciones del cliente, incluyendo el equipo terminal, tal como los aparatos de: teléfono, fax o una contestadora automática.

Circuito de antena comunal de televisión en edificios. Circuito que extiende los sistemas de antena comunal de televisión para audio, video, datos y servicios interactivos desde la terminal de red óptica del proveedor de servicios hasta el equipo apropiado del cliente

840-3. Otros Artículos.

a) Lugares (clasificados como) peligrosos. Los circuitos y equipos de comunicaciones de banda ancha, alimentados por la instalación del edificio, instalados en un lugar que está clasificado de acuerdo con 500-5 y 505-5, deben cumplir con los requisitos aplicables del Capítulo 5.

b) Cables en ductos para polvos, fibras sueltas o extracción de vapores. Los requisitos de la sección 300-22(a) para sistemas de cableado deben aplicarse a los cables de fibra óptica conductores.

c) Equipos en otros espacios para manejar aire ambiental. Se debe aplicar 300-22(c)(3).

d) Instalación y uso. Deben aplicarse los requisitos de la sección 110-3(b)

e) Circuitos de salida. Como sea apropiado para los servicios suministrados, los circuitos de salida derivados de una terminal de red óptica deben cumplir con los requisitos siguientes:

- (1) Instalaciones de circuitos de comunicaciones en el edificio: Parte E del Artículo 800
- (2) Instalaciones de antenas comunales de televisión y de circuitos de distribución de radio en edificios: Parte E del Artículo 820
- (3) Instalaciones de cables de fibra óptica, Parte E del Artículo 770.
- (4) Instalaciones de circuitos Clase 2 y Clase 3, Parte C del Artículo 725.
- (5) Instalaciones de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, Parte C del Artículo 760.

f) Otros sistemas de comunicaciones. Según sea apropiado para el sistema involucrado, los sistemas de comunicaciones tradicionales deberán cumplir con los requisitos de lo siguiente:

- (1) Circuitos de comunicaciones - Artículo 800
- (2) Equipo de radio y televisión - Artículo 810
- (3) Antena comunitaria de televisión y sistemas de distribución de radio - Artículo 820
- (4) Sistemas de comunicaciones de banda ancha de radio- Artículo 830

g) Clasificación eléctrica de circuitos y cables de datos. Las secciones 725-139(d)(1) y 800-133(a)(1) (c) se aplicarán a la clasificación eléctrica de los circuitos de Clase 2 y Clase 3 en el mismo cable con circuitos de comunicaciones.

840-21. Acceso a equipo eléctrico detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. No se debe impedir el acceso a equipo eléctrico por una acumulación de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la instalación del edificio, que no permitan quitar los paneles, incluyendo los paneles suspendidos en los plafones.

840-24. Ejecución mecánica del trabajo. Se deben aplicar los requisitos de 770-24, 800-24 y 820-24.

840-25. Cables abandonados. Se deben aplicar los requisitos de 770-25, 800-25 y 820-25.

840-26. Propagación del fuego y productos de la combustión. Se deben aplicar los requisitos de 770-26, 800-26 y 820-26.

Parte B. Cables en el exterior y que entran a los edificios

840-44. Cables de fibra óptica aéreos. Los cables aéreos de fibra óptica que contengan un elemento metálico no conductor de corriente deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Sobre postes y claros. Cuando los cables de fibra óptica y los conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los cables de fibra óptica deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los cables de fibra óptica no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.

3) Espacio para subir. El espacio para subir, entre los cables de fibra óptica debe cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) Libramiento. Las acometidas aéreas de 0 a 750 volts, encima y paralelas a las acometidas de servicios de comunicaciones de banda ancha alimentados por la instalación del edificio, deben tener una separación mínima de 30 centímetros en cualquier parte del claro interpostal, incluyendo hasta el punto donde se fija al edificio. En el poste se debe mantener un libramiento de 1.00 metro entre los dos servicios.

b) Sobre los techos. Los cables de fibra óptica en el exterior deben tener un libramiento vertical mínimo de 2.50 metros desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción 1: Los requisitos de claros verticales no aplican a edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos de 46 centímetros si:

1) los conductores de acometida de los sistemas de fibra óptica pasan sobre el alerón de la azotea a no más de 1.20 metros, y

2) el cable de fibra óptica es terminado en una canalización a través o encima del techo u otro soporte aprobado.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 centímetros por cada 30 centímetros, se permite una reducción del libramiento a un mínimo de 90 centímetros.

840-45. Hilos y cables de comunicaciones aéreos. La Sección 800-44 se aplicará a los cables de comunicaciones aéreas (aéreos) y los cables de comunicaciones de multipar.

840-46. Cables coaxiales aéreos. La sección 820-44 se aplicará a los cables coaxiales aéreos.

840-47. Cables alambres subterráneos de fibra óptica entrando a edificios. Los cables y alambres subterráneos de fibra óptica entrando a edificios deben cumplir con (a) hasta (c) siguientes.

a) Cables de fibra óptica

(1) Circuitos Clase 1 y de alarma de fuego de potencia limitada. Los cables conductores subterráneos de fibra óptica que entren en edificios con conductores eléctricos de alumbrado, de fuerza, circuitos Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada en una canalización, pedestal registro o pozo de visitas deben estar en una sección separada permanentemente de estos conductores por ladrillos, hormigón o azulejos o por una barrera adecuada.

(2) Cables y canalizaciones directamente enterrados. Los cables conductores de fibra óptica deben estar separados al menos 30 centímetros de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de alarma contra incendios de potencia no limitada o circuitos Clase 1.

Excepción 1: No se requerirá separación cuando los conductores de acometida eléctrica estén instalados en canalizaciones o tengan cubierta metálica en el cable.

Excepción 2: No se requerirá separación cuando los conductores de alimentadores o circuitos derivados de alumbrado o de fuerza, o los conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, o conductores de un circuito Clase 1 están instalados en una canalización o en cables con cubierta metálica, pantalla metálica o en cables tipo UF o tipo USE.

3) Protección mecánica. La instalación de cables directamente enterrados, tubos conduit u otra canalización se deben enterrar de manera que estén cubiertos cuando menos 15 centímetros.

b) Cables y alambres de comunicaciones. Las instalaciones de cables de comunicaciones y alambres de comunicaciones de multipar deben cumplir con 800-47.

c) Cables coaxiales. Las instalaciones con cables coaxiales deben cumplir con 820-47.

840-48. Cables y conductores no aprobados de entrada a edificios. Las instalaciones de cables no aprobados de entrada a edificios deben cumplir con (a), (b) o (c), según aplique.

a) Cables de fibra óptica. Las instalaciones con cables no aprobados de fibra óptica de entrada a edificios deben cumplir lo dispuesto en 770-48.

b) Cables y conductores para comunicaciones. Las instalaciones con cables no aprobados y los conductores no aprobados para comunicaciones multipares de entrada a edificios deben cumplir con 800-48.

c) Cables coaxiales. Las instalaciones de cables coaxiales no aprobados de entrada a edificios deben cumplir con 820-48

Parte C. Protección

840-90. Dispositivos de protección. Aplican los requisitos de 800-90.

840-93. Puesta a tierra o interrupción de la cubierta metálica. Los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica, cables de comunicaciones o cables coaxiales que entran a los edificios o están fijados a éstos deben cumplir con (a), (b) o (c), respectivamente.

a) Miembros metálicos no conductores de corriente de cables de fibra óptica. Miembros metálicos no conductores de corriente de cables de fibra óptica entrando o terminados en el exterior de un edificio deben cumplir con 770-93(a) o (b).

b) Cables de comunicaciones. La puesta a tierra o la interrupción de la cubierta metálica del cable de comunicaciones debe cumplir con 800-93.

c) Cables coaxiales. Cuando se instala la terminal de red óptica en el exterior o en el interior de un edificio, con un cable coaxial rematado en una terminal de red óptica y está entrando, saliendo o fijado en el exterior del edificio, aplica 820-93.

Parte D. Métodos de puesta a tierra

840-100. Puesta a tierra de la terminal de red óptica y del cable de fibra óptica. Los requisitos de puesta a tierra de la terminal de red los cables conductores de fibra óptica, los cables de comunicaciones de multipar, los conductores de entrada de antena y los cables coaxiales deben cumplir con 770-100, 800-100, 810-21 o 820-100, según sea aplicable.

840-101. Circuitos del edificio que no salen de él. Cuando la terminal de red óptica es alimentada por un cable de fibra óptica no conductor, o cuando cualquier miembro metálico no conductor de corriente es interrumpido por un empalme aislante o dispositivo similar y los circuitos rematan en una terminal de red óptica y están totalmente dentro del edificio aplican (a), (b) y (c) siguientes, según sea el caso:

a) Puesta a tierra del blindaje de un cable coaxial. El blindaje de un cable coaxial debe ser puesto a tierra por una de las siguientes maneras:

- (1) Cualquiera de los métodos descritos en 820-100 o 820-106.
- (2) Una conexión fija a un conductor de puesta a tierra de equipo como se describe en 250-118
- (3) Conexión a la terminal de puesta a tierra de la terminal de red óptica, siempre y cuando esa terminal esté puesta a tierra por uno de los métodos descritos en 820-100 o 820-106, o a un conductor de puesta a tierra de equipo a través de un dispositivo de puesta a tierra aprobado que mantendrá la puesta a tierra, aunque se desconecte la terminal de red óptica.

b) Puesta a tierra de circuitos de comunicaciones. No se requiere que los circuitos de comunicaciones estén puestos a tierra.

c) Puesta a tierra de la terminal de red óptica. No se requiere que la terminal de red óptica esté puesta a tierra, a menos que sea requerido. Si el cable coaxial está puesto a tierra separadamente como se describe en (a)(1) o (a)(2) anteriores, si se usa un cordón y clavija para la conexión a la terminal de red óptica se permite la puesta a tierra.

NOTA: Cuando sea requerida la puesta a tierra, se permite que un dispositivo aprobado extienda el conductor de puesta a tierra de equipo desde el contacto hasta la terminal de puesta a tierra de equipo de la terminal de red óptica. El dimensionamiento del conductor de puesta a tierra de equipo es cubierto en la Tabla 250-122.

840-106. Unión y puesta a tierra en las casas móviles.

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) o (2) siguientes.

1) Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica deben estar conectados a un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 770-106(a)(1). La terminal de red óptica, si se requiere que esté puesta a tierra, deberá estar conectada a un conductor de electrodo de puesta a tierra según se establece en 840-106(a)(1). Los circuitos de comunicaciones y de antenas comunales de televisión de los edificios deberán estar puestos a tierra de acuerdo con lo establecido en la sección 820-106(a)(1), excepto que la terminal de puesta a tierra esté aprobada para proporcionar la trayectoria de puesta a tierra para el blindaje del cable coaxial. El electrodo de puesta a tierra debe estar unido de acuerdo con lo establecido en la sección 770-106(b).

2) Cuando no haya un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra de acuerdo con la sección 250-32, situado al alcance la vista desde y a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica deberán estar conectados a un electrodo de puesta a tierra según se establece en 770-106(a)(2). La terminal de fibra óptica, si se requiere que sea puesta a tierra, debe estar conectada a un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en la sección 800-106(a)(2). Los circuitos de comunicaciones y de antenas comunales de televisión deberán estar puestos a tierra de acuerdo con 820-106(a)(2), a menos que la terminal de fibra óptica esté aprobada para proporcionar la trayectoria de puesta a tierra para el blindaje del cable coaxial. El electrodo de puesta a tierra debe estar unido de acuerdo con lo establecido en la sección 770-106(b).

b) Unión. La terminal de puesta a tierra de la terminal de red óptica o el electrodo de puesta a tierra, deberán estar conectadas al chasis de metal o terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil con un conductor de cobre de tamaño no menor a 3.31 mm² (12 AWG) en cualquiera de las condiciones siguientes:

1) Cuando no exista equipo de acometida o medio de desconexión de la casa móvil, como se indica en (a) anterior, o

2 Cuando la casa móvil se alimente mediante cordón con clavija.

Parte E. Métodos de instalación dentro de edificios.

840-110. Canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables. Las instalaciones de canalizaciones y ensambles de enrutamiento de cables para los cables de comunicaciones de banda ancha deberán cumplir con (a), (b) o (c) según corresponda.

a) Cables de fibra óptica. Se aplicarán los requisitos de 770-110.

b) Cables de comunicaciones Multipar. Se aplicarán los requisitos de 800-110.

c) Cables coaxiales. Se aplicarán los requisitos de 820-110.

840-113. Instalaciones en el lado del inmueble de la terminal de red óptica. La instalación de circuitos de comunicación y de circuitos con cable coaxial debe cumplir con (a) y (b) siguientes.

a) Circuitos de comunicaciones en los inmuebles. Los alambres y cables multipar para comunicaciones instalados en los inmuebles, después de la terminal de fibra óptica, deberán cumplir con 800-179 y la instalación deberá cumplir con 800-113 y 800-133.

b) Circuitos de antena comunal de televisión en los inmuebles. Los circuitos de antena comunal de televisión en los inmuebles, a partir de la terminal de fibra óptica, deberán estar aprobados según 820-179 y la instalación deberá cumplir con 820-113 y 820-133.

840-133. Instalación de fibras ópticas y conductores. Aplican los requisitos de 770-133.

840-154. Aplicaciones de cables de fibra óptica. Aplican los requisitos de 770-154.

Parte F. Alimentación de equipos de comunicaciones a través de cables de comunicaciones.

840-160. Circuitos de alimentación. Los conductores para comunicaciones, además de llevar circuitos de comunicaciones, deben permitir también llevar circuitos para alimentar al equipo de comunicaciones. Si la potencia suministrada a través de un conductor para comunicaciones a un equipo de comunicaciones es mayor que 60 watts, el conductor para comunicaciones y los circuitos de potencia deben cumplir con 725-144, cuando los conductores de comunicaciones se utilicen en lugares para conductores Clase 2 y Clase 3.

Parte G. Requisitos de aprobación

840-170. Equipos y cables. Los equipos y cables de sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes:

a) Terminal de red óptica. La terminal de red óptica y los medios aplicables de puesta a tierra deben estar aprobados para uso con sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble.

NOTA. No hay requisitos para utilizar cierta metodología para la puesta a tierra, excepto la recomendada por el fabricante.

b) Cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica deben ser aprobados según 770-179(a) hasta (d) y deben ser marcados de acuerdo con la Tabla 770-179.

c) Equipos de comunicaciones. Los equipos de comunicaciones deberán estar aprobados de acuerdo con 800-170. Los alambres y cables de comunicaciones de los inmuebles conectados a la terminal de red óptica deben estar aprobados según 800-179.

d) Conjunto de Enrutamiento de Cable y Canales de Comunicaciones. Los ensambles de enrutamiento de cables y las canalizaciones de comunicación deben estar aprobadas de acuerdo con 800-182.

e) Cables y alambre de comunicaciones en los inmuebles. Los alambres y cables de comunicaciones deben estar aprobados y marcados de acuerdo con 800-179.

f) Circuitos de antena comunal de televisión en los inmuebles. Los cables coaxiales de antenas comunales de televisión en los inmuebles, conectados a la terminal de red óptica deben estar aprobados según 800-179. Los medios aplicables para puesta a tierra deberán ser aprobados para la aplicación en sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble.

g) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación de los circuitos destinados a suministrar energía a través de cables de comunicaciones a equipos remotos deberá estar limitada de acuerdo con la Tabla 11 (b) en el Capítulo 10 para fuentes de tensión de hasta 60 volts de corriente directa y estar aprobada como se especifica en cualquiera de los siguientes:

(1) Una fuente de energía se aprobará como se especifica en 725-121(a)(1), (a)(2), (a)(3) o (a)(4). Las fuentes de alimentación no tendrán las conexiones de salida paralelas o interconectadas de otra manera a menos que estén aprobadas para tal interconexión.

(2) Una fuente de energía se aprobará como equipo de comunicaciones para circuitos de potencia limitada.

h) Equipos accesorios. Los equipos accesorios de comunicaciones y/o los ensambles deberán estar aprobados para la aplicación con los sistemas de comunicaciones alimentados de los inmuebles.

840-180. Dispositivos de puesta a tierra. Donde se requiera la unión o la puesta a tierra, los dispositivos que se utilicen para conectar un blindaje, forro o los elementos metálicos no portadores de corriente de un cable con un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados o deben ser parte de equipos aprobados.

CAPÍTULO 9

INSTALACIONES QUE NO SEAN MATERIA DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL

ARTÍCULO 920

DISPOSICIONES GENERALES

920-1 Objetivo y campo de aplicación. El objetivo de este Capítulo es establecer las disposiciones para salvaguardar a las personas y sus propiedades de los riesgos originados por las líneas y subestaciones eléctricas, líneas de comunicación y su equipo asociado, durante su instalación, operación y mantenimiento. Los requisitos aquí establecidos se consideran como los mínimos necesarios para la seguridad y salud del público y de los trabajadores, la preservación del ambiente y el uso racional de la energía.

Se aplica a las líneas eléctricas que no sean materia del Sistema Eléctrico Nacional, subestaciones eléctricas, alumbrado público y otras líneas eléctricas y de comunicación ubicadas en la vía pública, redes privadas mediante las cuales se suministra energía eléctrica a centros de carga, así como a instalaciones similares propiedad de los usuarios, para fines de este Capítulo y cuando así se especifique en éste. Al establecer estos requisitos se ha considerado, en principio, que dichas líneas deben estar operadas y mantenidas por personas calificadas.

920-2. Definiciones

Empalme: Unión destinada a asegurar la continuidad eléctrica entre dos o más tramos de conductores, que se comporta eléctrica y mecánicamente como los conductores que une.

Línea de suministro eléctrico: Aquella que se usa para la transmisión, distribución y utilización en general de la energía eléctrica.

Tensión de aguante de baja frecuencia: Para un aislador, es el valor eficaz de la tensión a 60 hertz que bajo condiciones normalizadas puede aplicarse sin causar flameo o perforación del aislador.

Tensión de flameo de baja frecuencia: Para un aislador, es el valor eficaz de la tensión a 60 hertz que bajo condiciones normalizadas causa flameo sostenido a través del medio circundante.

ARTÍCULO 921

PUESTA A TIERRA

Parte A. Generalidades

921-1. Generalidades. El objeto de este Artículo es proporcionar métodos prácticos de puesta a tierra, como uno de los medios de salvaguardar al público y a los operarios del daño que pudiera causar el potencial eléctrico en las líneas de energía eléctrica. Este Artículo se refiere a los métodos para la puesta a tierra de los conductores y el equipo de líneas eléctricas y de comunicación; los requisitos que establecen en qué casos estos elementos deben estar puestos a tierra, se encuentran en otras secciones de esta NOM.

Para mayor detalle sobre puesta a tierra, véase Artículo 250.

921-2. Definiciones

Electrodo de puesta a tierra: cuerpo metálico conductor o conjunto de cuerpos conductores agrupados, en contacto último con el suelo y destinados a establecer una conexión con el mismo.

Guarda: elemento protector para prevenir un contacto accidental con un conductor eléctrico.

921-3. Medición de la resistencia del sistema de tierra. La medición de la resistencia del sistema de tierra debe efectuarse desconectando el electrodo, del neutro del sistema.

NOTA: Antes de realizar la medición y desconexión del sistema de tierra, el sistema eléctrico debe estar desenergizado

921-4. Puesta a tierra durante reparaciones. El equipo o los conductores que operen a más de 110 volts entre fases y que se deban reparar cuando se desconecten de la fuente de alimentación, deben ser puestos a tierra, antes y durante la reparación.

921-5. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra en sistemas de corriente continua.

a) Hasta de 750 volts En sistemas de corriente continua hasta de 750 volts, que requieran estar puestos a tierra, la conexión debe hacerse sólo en la fuente de alimentación. Para sistemas de tres hilos, esta conexión debe hacerse al neutro.

b) Más de 750 volts En sistemas de corriente continua de más de 750 volts, que requieran estar puestos a tierra, la conexión debe hacerse tanto en la fuente de alimentación como en los centros de carga. Esta conexión debe hacerse al neutro del sistema.

921-6. Corriente en el conductor de puesta a tierra. Los puntos de conexión de puesta a tierra deben estar ubicados en tal forma que, bajo condiciones normales, no haya un flujo de corriente inconveniente en el conductor de puesta a tierra. Si se tiene un flujo de corriente en un conductor de puesta a tierra, se debe tomar una o más de las siguientes medidas para localizar el origen del flujo:

- a)** Eliminar una o más de las conexiones de puesta a tierra.
- b)** Cambiar la localización de las conexiones de puesta a tierra.
- c)** Interrumpir la continuidad del conductor entre las conexiones de puesta a tierra.
- d)** Otras medidas efectivas para limitar la corriente, de acuerdo con un estudio confiable.

La conexión de puesta a tierra en el transformador de alimentación no debe removerse. Las corrientes eléctricas instantáneas que se presentan bajo condiciones anormales, mientras los conductores de puesta a tierra están desempeñando sus funciones de protección, no se consideran como inconvenientes para estos casos.

El conductor de puesta a tierra debe tener capacidad para conducir la corriente de falla a tierra, durante el tiempo que dure la falla a tierra sin sobrecarga térmica o sin sobretensiones peligrosas. Véase 921-10.

921-7. Material de los conductores de puesta a tierra. El material de los conductores de puesta a tierra debe garantizar la adecuada conducción de corrientes a tierra, preferentemente sin empalmes. Si los empalmes son inevitables, deben ser resistentes mecánicamente y a la corrosión, y estar hechos y mantenidos de tal modo que no se incremente la resistencia del conductor. Para apartarrayos, el conductor de puesta a tierra debe ser tan corto y exento de dobleces cerrados (ángulos menores a 90°) como sea posible.

La estructura metálica de un edificio o construcción puede servir como parte de un conductor de puesta a tierra a un aceptable electrodo de puesta a tierra, si cumple con lo indicado en 921-25.

921-8. Desconexión del conductor de puesta a tierra. En ningún caso debe insertarse un dispositivo de desconexión en el conductor de puesta a tierra.

Excepción: Se permite la desconexión temporal del conductor de puesta a tierra para propósitos de prueba, hecha bajo supervisión de personal calificado.

921-9. Medios de conexión. La conexión del conductor de puesta a tierra y los diferentes elementos a que está unido, debe hacerse por medios que igualen las características del propio conductor y que sean adecuados para la exposición ambiental. Estos medios incluyen soldaduras exotérmicas, conectores mecánicos o de compresión y zapatas o abrazaderas de puesta a tierra.

921-10. Ampacidad y resistencia mecánica. "La ampacidad de tiempo corto" de un conductor de puesta a tierra desnudo, es la corriente que éste puede soportar durante el tiempo (establecido en el cálculo correspondiente durante el cual se tiene circulación de corriente), sin fundirse o cambiar su estado, y para un conductor con aislamiento es la corriente que puede conducir, sin que se dañe el aislamiento.

Cuando los conductores estén conectados en paralelo, puede considerarse el incremento de la capacidad de la corriente total.

a) Para sistemas puestos a tierra en un solo punto. El conductor de puesta a tierra para un sistema puesto a tierra en un solo punto, por medio de un electrodo o grupo de electrodos de puesta a tierra exclusivo para servicios individuales debe tener una "ampacidad de corto tiempo" para la corriente de falla, que pueda circular por el propio conductor de puesta a tierra durante el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si este valor no puede determinarse, la ampacidad permanente del conductor de puesta a tierra debe ser igual o mayor que la corriente a plena carga del transformador o de otra fuente de alimentación.

b) Para sistemas de corriente alterna con múltiples conexiones de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra para un sistema de corriente alterna con conexiones múltiples de puesta a tierra, excluyendo las puestas a tierra en los servicios a usuarios, debe tener una ampacidad continua en cada conexión de un quinto o mayor de la ampacidad de los conductores del sistema al que esté conectado. (Véase el inciso (e) de esta sección).

c) Para apartarrayos primarios. El conductor de puesta a tierra debe tener "ampacidad de tiempo corto", bajo las condiciones de corriente causada por un disturbio. El conductor individual de puesta a tierra de un apartarrayos debe ser de tamaño no menor que 13.3 mm² (6 AWG) de cobre, o de 21.2 mm² (4 AWG) de aluminio o un conductor equivalente en conductividad.

Cuando la flexibilidad del conductor de puesta a tierra es vital en la operación del apartarrayos, deben emplearse conductores flexibles adecuados.

El punto de referencia de puesta a tierra del apartarrayos se sujeta al tanque del transformador del cual parte un puente que conecta el neutro del transformador y, en su caso, una de las terminales de media tensión, junto con las cuales se conectan al electrodo de puesta a tierra como se especifica en la sección 280-21.

El tanque del transformador no debe utilizarse como un medio de puesta a tierra.

d) Para equipo, mensajeros y retenidas. El conductor de puesta a tierra para equipo, canalizaciones, mensajeros, retenidas, cubiertas metálicas de cables y otras cubiertas metálicas de conductores, debe tener la "ampacidad de tiempo corto" para la corriente de falla y para el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si no se proporciona protección contra sobrecorriente o falla, la ampacidad del conductor de puesta a tierra debe determinarse con base en las condiciones de diseño y operación del circuito, pero no debe ser de tamaño menor que 8.37 mm² (8 AWG) de cobre.

Cuando las cubiertas metálicas de conductores y sus uniones a las cubiertas de equipo tienen la continuidad y capacidad de corriente requeridas, se pueden usar como medio de puesta a tierra del equipo.

Las conexiones del conductor de puesta a tierra se deben hacer en una terminal o dispositivo que no se altere en una inspección normal, mantenimiento u operación.

e) Límite de la ampacidad. El límite de capacidad de corriente del conductor de puesta a tierra es el siguiente:

1) La de los conductores de fase que alimentarían la corriente de falla a tierra.

2) La corriente máxima que pueda circular por el conductor, hacia el electrodo a que esté conectado. Para un conductor de puesta a tierra individual y conectado a un electrodo de puesta a tierra, esta corriente es aproximadamente igual a la tensión de suministro dividida entre la resistencia del electrodo de puesta a tierra.

f) Resistencia mecánica. Todo conductor de puesta a tierra debe tener resistencia mecánica para las condiciones a que esté sometido. Además, los conductores de puesta a tierra sin protección deben tener una resistencia a la tensión mecánica mayor o igual que la correspondiente al tamaño de 8.37 mm² (8 AWG) de cobre.

921-11. Guardas y protección

a) Los conductores de puesta a tierra para sistemas conectados a tierra en un solo punto y aquellos conductores expuestos a daño mecánico, deben protegerse. No requieren protegerse donde no estén fácilmente accesibles al público ni donde conecten a tierra circuitos o equipo con múltiples conexiones puestas a tierra.

b) Cuando se requiera protección, los conductores de puesta a tierra deben protegerse por medio de guardas contra el riesgo a que estén expuestos. Las guardas deben tener una altura mínima de 2.50 metros sobre el suelo o plataforma en que los conductores son accesibles al público.

c) Los conductores de puesta a tierra sin guardas expuestos a daño mecánico, deben protegerse fijándolos a la superficie del poste o estructura, colocándolos en la parte de la estructura menos expuesta.

d) Las guardas usadas para conductores de puesta a tierra de equipo de protección contra descargas atmosféricas, deben ser de material no magnético si envuelven completamente al conductor o si no están unidas en ambos extremos al propio conductor de puesta a tierra.

921-12. Separación de conductores de puesta a tierra

a) Los conductores de puesta a tierra para equipo y circuitos de las clases indicadas a continuación, deben correr separadamente hasta sus propios electrodos. Excepto como lo permite el inciso (b) siguiente.

1) Apartarrayos de circuitos de más de 600 volts y armazones de equipos que operen a más de 600 volts.

2) Circuitos de alumbrado y fuerza hasta 600 volts.

3) Terminales aéreas de pararrayos (protección contra descargas atmosféricas), a menos que estén conectadas a una estructura metálica puesta a tierra.

Como alternativa, los conductores de puesta a tierra pueden correr separadamente hasta una barra o un cable de puesta a tierra del sistema, que esté conectado a tierra en varios lugares.

b) Los circuitos primario y secundario que utilicen un conductor neutro común, deben tener cuando menos una conexión de puesta a tierra por cada 400 metros de línea, sin incluir las conexiones de puesta a tierra en los servicios de usuarios.

c) Cuando se usen electrodos independientes para sistemas independientes, deben emplearse conductores de puesta a tierra separados. Si se usan electrodos múltiples para reducir la resistencia a tierra, éstos pueden unirse entre sí y conectarse a un solo conductor de puesta a tierra.

d) Los electrodos de puesta a tierra fabricados para apartarrayos de sistemas eléctricos no puestos a tierra, que operen a tensiones superiores a 15 kilovolts entre fases, deben estar separados 6.00 metros mínimo de los cables de comunicación subterráneos.

921-13. Electrodos de puesta a tierra. El electrodo de puesta a tierra debe ser permanente y adecuado para el sistema eléctrico de que se trate. Un electrodo de puesta a tierra común (o sistema de electrodos de puesta a tierra) debe emplearse para la puesta a tierra el sistema eléctrico y las envolventes metálicas de conductores y al equipo servido por el mismo sistema. El electrodo de puesta a tierra debe ser alguno de los especificados en 921-14 y 921-22.

921-14. Electrodos de puesta a tierra existentes. Para efectos de esta sección, se entiende por "electrodos de puesta a tierra existentes" aquellos elementos metálicos instalados para otros fines diferentes al de puesta a tierra.

a) **Sistemas de tubería metálica para agua.** Los sistemas subterráneos de tubería metálica para agua fría, pueden usarse como electrodos de puesta a tierra.

NOTA: Estos sistemas normalmente tienen muy baja resistencia a tierra. Se recomienda su uso cuando estén fácilmente accesibles.

Las tuberías de agua con uniones aislantes no deben usarse como electrodos de puesta a tierra.

b) **Sistemas locales de tuberías de agua.** Las tuberías metálicas enterradas, conectadas a pozos y que tengan baja resistencia a tierra, pueden usarse como electrodos de puesta a tierra.

c) **Varillas de refuerzo de acero en cimientos o bases de concreto.** El sistema de varillas de refuerzo de un cimiento o base de concreto, que no esté aislado del contacto directo con la tierra y se extienda cuando menos 1.00 metro abajo del nivel del terreno, constituye un efectivo y aceptable electrodo de puesta a tierra.

Cuando la estructura de acero (como columna, torre, poste) soportada sobre dicho cimiento o base, se use como un conductor de puesta a tierra, debe ser conectada a las varillas de refuerzo por medio de la unión de éstas con los tornillos de anclaje, o por medio de cable que una directamente a las varillas de refuerzo con la estructura arriba del concreto.

Los amarres de acero comúnmente usados, se considera que proporcionan una adecuada unión entre las varillas del armado de refuerzo.

NOTA: Cuando las varillas de refuerzo no están conectadas adecuadamente a una estructura arriba del concreto, y ésta queda sometida a corrientes eléctricas de descarga a tierra (aun conectada a otro electrodo que no sean las varillas), hay posibilidad de daño al concreto interpuesto, debido a la corriente que busca camino hacia tierra a través del concreto, que es mal conductor.

921-15. Medios de conexión a electrodos de puesta a tierra. Hasta donde sea posible, las interconexiones a los electrodos de puesta a tierra deben ser accesibles. Los medios para hacer estas conexiones deben proporcionar la adecuada sujeción mecánica, permanencia y capacidad de conducción de corriente, tal como los siguientes:

a) Una abrazadera, accesorio o soldadura permanentes y efectivos.

b) Un conector de bronce con rosca, que penetre bien ajustado en el electrodo.

c) Para construcciones con estructura de acero, en las que se empleen como electrodo de puesta a tierra las varillas de refuerzo embebidas en concreto (del cimiento), debe usarse una varilla de acero similar, para unirla, mediante soldadura a otra provista de un tornillo de conexión. El tornillo debe ser conectado sólida y permanentemente a la placa de asiento de la columna de acero soportada en el concreto. El sistema eléctrico puede conectarse entonces, para su puesta a tierra, a la estructura del edificio, usando soldadura o un tornillo de bronce que se sujete en algún elemento de la misma estructura.

d) Para construcciones con estructuras de concreto armado, en las que se emplee un electrodo consistente en varillas de refuerzo o alambre embebidos en concreto (del cimiento), se debe usar un conductor de cobre desnudo de tamaño adecuado para satisfacer el requisito indicado en la sección 921-13, pero no menor que 21.2 mm^2 (4 AWG) que se conecte a las varillas de refuerzo o al alambazón, mediante un conector adecuado para cable de acero. El conector y la parte expuesta del conductor de cobre se deben cubrir completamente con mastique o compuesto sellador, antes de que el concreto sea vaciado, para minimizar la posibilidad de corrosión galvánica. El conductor de cobre debe sacarse por arriba de la superficie del concreto en el punto requerido por la conexión con el sistema eléctrico. Otra alternativa es sacar al conductor por el fondo de la excavación y llevarlo por fuera del concreto para la conexión superficial, en este caso el conductor de cobre desnudo debe ser de tamaño no menor que 33.6 mm^2 (2 AWG).

921-16. Punto de conexión a sistemas de tubería.

a) El punto de conexión de un conductor de puesta a tierra a un sistema de tubería metálica para agua fría, debe estar lo más cerca posible de la entrada del servicio de agua al edificio o cerca del equipo a ser puesto a tierra donde resulte más accesible. Entre este punto de conexión y el sistema subterráneo de tubería, debe haber continuidad eléctrica permanente, por lo que deben instalarse puentes de unión donde exista posibilidad de desconexión, tal como en los medidores de agua y en las uniones del servicio.

b) Los electrodos fabricados o las estructuras puestas a tierra deben separarse por lo menos 3.00 metros de líneas de tubería usadas para la transmisión de líquidos o gases inflamables que operen a altas presiones (1030 kilopascales o más), a menos que estén unidos eléctricamente y protegidos catódicamente como una sola unidad.

Debe evitarse la instalación de electrodos a menos de 3.00 metros de distancia de dichas líneas de tubería, pero en caso de existir, deben ser coordinados de manera que se asegure que no se presenten condiciones peligrosas de corriente alterna y no sea nulificada la protección catódica de las líneas de tubería.

921-17. Superficies de contacto. Cualquier recubrimiento de material no conductor, tal como esmalte, moho o costra, que esté presente sobre las superficies de contacto de electrodos en el punto de la conexión, debe ser removido completamente cuando se requiera, a fin de obtener una buena conexión.

921-18. Resistencia a tierra de electrodos de puesta a tierra. Disposiciones generales. El sistema de tierra debe consistir de uno o más electrodos de puesta a tierra conectados entre sí. Debe tener una resistencia a tierra baja para minimizar los riesgos al personal en función de la tensión de paso, de contacto y de transferencia (se considera aceptable un valor de 10 ohms; en terrenos con alta resistividad este valor puede llegar a ser hasta de 25 ohms). Para los tipos de electrodos de puesta a tierra véase el Artículo 250 parte C.

a) **Plantas generadoras y subestaciones.** Cuando estén involucradas tensiones y corrientes eléctricas altas, se requiere de una malla de tierra con múltiples electrodos de puesta a tierra y conductores enterrados y otros medios de protección. Véase Artículo 921 Parte D Subestaciones.

b) **Sistemas de un solo electrodo.** Los sistemas con un solo electrodo de puesta a tierra deben utilizarse cuando el valor de la resistencia a tierra no exceda de 25 ohms en las condiciones más críticas. Para instalaciones subterráneas el valor recomendado de resistencia a tierra es 5 ohms o menos.

c) **Sistemas con neutro multiterizado.** El neutro, debe estar conectado a un electrodo de puesta a tierra en cada transformador y sobre la línea, cada 400.00 metros máximo independiente del sistema del servicio de los usuarios.

921-19. Conexión a tierra de partes metálicas de transformadores. Aplicar lo indicado en 450-10 y lo correspondiente al tipo de instalación.

Parte B. Líneas aéreas

921-20. Generalidades. Toda cerca metálica que se cruce con líneas suministradoras en áreas no urbanizadas, debe ser puesta a tierra, a uno y otro lado del cruce, a una distancia sobre el eje de la cerca y no mayor que 45.00 metros. En caso de existir una o más puertas o cualquier otra condición que interrumpa la continuidad eléctrica de la cerca, ésta debe ser puesta a tierra en el extremo más cercano al cruce con la línea.

921-21. Cables mensajeros y retenidas.

a) Cables mensajeros. Los cables mensajeros que requieran estar puestos a tierra deben conectarse a los conductores de puesta a tierra en los postes o en las torres, a los intervalos máximos indicados a continuación:

1) Cuando el cable mensajero sea adecuado para utilizarse como conductor de puesta a tierra del sistema (véase 921-10), una conexión como mínimo cada 400.00 metros de línea, independientemente del sistema de tierras del servicio de los usuarios.

2) Cuando el cable mensajero no sea adecuado para utilizarse como conductor de puesta a tierra del sistema, una conexión como mínimo cada 200.00 metros de línea, independientemente del sistema de tierras del servicio de los usuarios.

b) Retenidas. Las retenidas que requieran estar puestas a tierra deben conectarse a:

1) Estructuras de acero puestas a tierra, o a una conexión efectiva de puesta a tierra en postes de madera o concreto.

2) Un conductor de línea (neutro corrido) que tenga cuando menos una conexión de puesta a tierra como mínimo cada 400.00 metros, además de las conexiones de puesta a tierra en los servicios a usuarios.

921-22. Electrodo de puesta a tierra fabricados.

a) General. Cuando se usen electrodos de puesta a tierra fabricados, éstos deben penetrar, tanto como sea posible, dentro del nivel de humedad permanente.

Los electrodos de puesta a tierra fabricados deben ser de un metal o aleación que no se corroa excesivamente.

Toda la superficie externa de los electrodos de puesta a tierra fabricados debe ser conductora, bajo las condiciones existentes y durante la vida útil de los mismos, esto es, que no tenga pintura, esmalte u otra cubierta aislante, ver 250-52(5) y 250-52(7).

Parte C. Líneas subterráneas**921-23. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra en sistemas de corriente alterna.**

a) Hasta 600 volts La conexión de puesta a tierra de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conexión estrella o de un sistema de 1 fase, 3 hilos, que requiera estar conectado a tierra. El conductor neutro debe ser puesto a tierra eficazmente en cada registro, equipo de transformación y acometida. En otros sistemas de una, dos o tres fases, asociados con circuitos de alumbrado, la conexión de puesta a tierra debe hacerse al conductor puesto a tierra común asociado con los circuitos de alumbrado.

La conexión de puesta a tierra de un sistema trifásico de tres hilos, derivado de un transformador conectado en delta, o conectado en estrella sin conexión de puesta a tierra, el cual no sea para alimentar circuitos de alumbrado, puede hacerse a cualquiera de los conductores del circuito o bien a un neutro derivado en forma separada.

La conexión de puesta a tierra debe hacerse en la fuente de alimentación y en el lado de la carga de todo equipo de acometida.

b) Más de 600 volts.

1) Conductor sin pantalla (ya sea desnudo, forrado o aislado sin pantalla). El conductor neutro debe ser eficazmente puesto a tierra en el transformador y en cada una de las acometidas.

2) Cable con pantalla.

a. Conexión de la pantalla del cable con la puesta a tierra del apartarrayos. Las pantallas de los cables deben unirse con el sistema de tierra del apartarrayos.

b. Cable sin cubierta exterior aislante. La conexión debe hacerse al neutro del transformador de alimentación y en las terminales del cable.

c. Cable con cubierta exterior aislante. Se recomienda hacer conexiones adicionales entre la pantalla sobre el aislamiento del cable (o armadura) y la tierra del sistema. En líneas de cable con pantalla de múltiples conexiones de puesta a tierra, la pantalla (incluyendo armadura) debe ser puesta a tierra en cada unión del cable expuesta al contacto del personal.

NOTA: Debe preverse que, al estar puestas a tierra en más de un punto, la corriente circulante en la pantalla provoca un calentamiento adicional.

c) Conductor de puesta a tierra separado. Si se usa un conductor de puesta a tierra separado adicional a una línea subterránea, debe conectarse en el transformador de alimentación y en los accesorios del cable cuando se requiera que éstos sean puestos a tierra. Este conductor debe estar colocado en la misma trinchera o banco de ductos (o en el mismo ducto si éste es de material magnético) que los conductores del circuito.

Excepción: El conductor de puesta a tierra para un circuito instalado en un ducto magnético puede estar en otro ducto si el que contiene al circuito está unido a dicho conductor en ambos extremos.

921-24. Sistemas subterráneos.

a) Conexión a electrodos de puesta a tierra. Los conductores de puesta a tierra usados para conectarse a los electrodos de puesta a tierra y que se coloquen directamente enterrados, deben ser tendidos con holgura o tener suficiente resistencia mecánica para evitar que se rompan por movimientos de la tierra o asentamientos normales del terreno.

b) Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sin aislamiento de conductores de puesta a tierra directamente enterrados deben ser hechos con soldadura exotérmica o con dispositivos de compresión, para minimizar la posibilidad de aflojamiento o corrosión. Se debe reducir al mínimo el número de estos empalmes o derivaciones.

c) Pantallas. Las pantallas sobre aislamiento de cables puestas a tierra deben unirse con todo aquel equipo eléctrico accesible puesto a tierra en los registros, pozos o bóvedas.

Excepción: Esta conexión puede omitirse cuando exista protección catódica.

d) Elementos magnéticos. Debe evitarse que elementos magnéticos, tales como acero estructural, tubo, varillas de refuerzo, no queden interpuestos entre el conductor de puesta a tierra y los conductores de fase del circuito.

e) Metales. Los metales utilizados para fines de puesta a tierra, que estén en contacto directo con la tierra, concreto o mampostería, deben estar aprobados para tal uso. Los metales de diferentes potenciales galvánicos, que se unan eléctricamente, pueden requerir de protección contra efecto galvánico. El aluminio no está aprobado para este uso.

f) Pantallas o armaduras. Cuando las pantallas o armaduras sobre el aislamiento de cables, puestas a tierra, se conecten para minimizar las corrientes eléctricas circulantes en la pantalla, deben aislarse donde estén accesibles al contacto del personal.

g) Conexiones. Las conexiones de transposición y los puentes de unión deben tener aislamiento para 600 volts, para tensiones mayores el aislamiento debe ser adecuado para la tensión a tierra existente.

h) Puentes de unión. Los puentes de unión y sus medios de conexión deben ser de tamaño y diseño para soportar la corriente de falla a tierra, sin dañarse el aislamiento de los puentes o las conexiones de la pantalla.

Parte D. Subestaciones

921-25. Características del sistema de tierra. Las características de los sistemas de tierra deben cumplir con lo aplicable del Artículo 250.

El sistema de tierra se debe instalar de manera que se limite el efecto de los gradientes de potencial a niveles tales que los niveles de corriente y de tensión no sean peligrosos para la seguridad de las personas o del equipo en condiciones normales y de falla; se debe calcular el potencial de paso y de contacto en el sistema de tierra y deben ser menores a los tolerables por el cuerpo humano; tomar las precauciones necesarias para el potencial de transferencia que se presente en caso de una falla a tierra.

NOTA: Para definir un método adecuado para calcular el sistema de puesta a tierra, como el cálculo para sistemas de tierra en centrales generadoras y subestaciones, véase el Apéndice B.

a) Disposición física. El cable que forme el perímetro exterior del sistema debe ser continuo de manera que rodee el área en que se encuentra el equipo de la subestación.

En subestaciones tipo pedestal, de conexión estrella-estrella, se puede aceptar que el sistema de tierra quede confinado dentro del área que proyecta el equipo sobre el suelo, siempre y cuando el transformador esté conectado a un sistema de 3 fases, 4 hilos, desde la subestación de la empresa suministradora.

La resistencia a tierra total del sistema debe cumplir con los valores indicados en el inciso (b) de esta sección.

b) Resistencia a tierra del sistema de tierra. La resistencia a tierra del sistema de tierra, incluyendo todos los elementos que lo forman, debe conservarse en un valor menor que lo indicado en la tabla 921-25(b).

Deben efectuarse pruebas periódicamente durante la operación, anotando en los registros para comprobar que los valores del sistema de tierra se ajustan a los valores de diseño; asimismo, para comprobar que se conservan las condiciones originales, a través del tiempo y de preferencia en época de estiaje.

Tabla 921-25 (b).- Resistencia a tierra del sistema.

Resistencia (ohms)	Tensión máxima (kV)	Capacidad máxima del transformador (kVA)
5	mayor que 35	mayor que 250
10	35	mayor que 250
25	35	250

c) Sistemas con transformador. Cuando se requiera de un transformador para obtener la referencia a tierra, aplicar lo indicado en 450-5.

921-26. Puesta a tierra de cercas metálicas. Las cercas metálicas pueden ocupar una posición sobre la periferia del sistema de tierra. Debido a que los gradientes de potencial son más altos, se deben tomar las medidas siguientes:

a) Dentro. Si la cerca se coloca dentro de la zona correspondiente a la malla, debe ser puesta a tierra.

b) Fuera. Si la cerca se encuentra fuera de la zona correspondiente a la malla debe colocarse por lo menos a 2.00 metros del límite de la malla.

921-27. Puesta a tierra de rieles y tubos para agua y gas.

a) Rieles. Las vías de escape (espuelas) de ferrocarril que entren a una subestación no deben conectarse al sistema de tierra de la subestación. Deben aislarse uno o más pares de juntas de los rieles donde éstos salen del área del sistema de tierra.

b) Tubos para agua y gas. Los tubos metálicos para agua, gas y las cubiertas metálicas de cables que estén enterrados dentro del área de la subestación deben conectarse al sistema de tierra, en varios puntos.

NOTA: Primero se debe instalar el sistema de tierras de acuerdo a su valor óptimo para la instalación eléctrica y después conectar los tubos para gas al sistema.

921-28. Puesta a tierra de partes no conductoras de corriente.

a) Partes metálicas expuestas. Las partes metálicas expuestas que no conducen corriente, y las defensas metálicas del equipo eléctrico, deben ser puestas a tierra.

b) Lugares húmedos o peligrosos (clasificados). Con excepción de equipo instalado en lugares húmedos o áreas peligrosas (clasificadas), las partes metálicas que no conducen corriente pueden no conectarse a tierra, siempre que sean inaccesibles o que se protejan por medio de guardas.

Esta última protección debe impedir que se puedan tocar inadvertidamente las partes metálicas mencionadas y simultáneamente algún otro objeto puesto a tierra.

c) Estructuras de acero. Todas las estructuras de acero de la subestación deben ser puestas a tierra.

921-29. Conexión de puesta a tierra de cercas metálicas. Toda cerca metálica que se cruce con líneas suministradoras en áreas no urbanizadas, debe conectarse a tierra, a uno y otro lado del cruce, a una distancia sobre el eje de la cerca y no mayor que 45.00 metros. En caso de existir una o más puertas o cualquier otra condición que interrumpa la continuidad eléctrica de la cerca, ésta debe estar puesta a tierra en el extremo más cercano al cruce con la línea.

Esta conexión de puesta a tierra debe efectuarse uniando todos los elementos metálicos de la cerca.

921-30. Conductor de puesta a tierra común para el circuito, canalizaciones metálicas y equipo. Si la ampacidad del conductor de puesta a tierra del circuito satisface también el requerimiento para la conexión de puesta a tierra del equipo, este conductor puede usarse para ambos fines. Dentro de dicho equipo se incluyen los armazones y cubiertas de los componentes auxiliares y de control del sistema eléctrico, canalizaciones metálicas, pantallas de cables y otras cubiertas.

Parte E. Otros

921-31. Método de puesta a tierra para teléfonos y otros aparatos de comunicación en circuitos expuestos al contacto con líneas de suministro eléctricos y a descargas atmosféricas. Los protectores y las partes metálicas no portadoras de corriente expuestas, ubicadas en las centrales telefónicas o en instalaciones exteriores, deben conectarse a tierra en la forma siguiente:

a) Electrodo. El conductor de puesta a tierra debe conectarse a un electrodo de puesta a tierra, como los descritos en 921-14, 921-22 y 250 Parte C, o hacer esta conexión a la cubierta metálica del equipo del servicio eléctrico o al conductor del electrodo de puesta a tierra, cuando el conductor neutro del servicio eléctrico esté conectado a un electrodo de puesta a tierra en el edificio.

b) Conexión de los equipos al electrodo. El conductor de puesta a tierra de los teléfonos y otros aparatos expuestos a contacto con líneas de suministro eléctrico y a descargas atmosféricas, debe ser de cobre, de tamaño mínimo de 2.08 mm² (14 AWG) o de cualquier otro material con ampacidad equivalente, que no sufra corrosión bajo las condiciones de uso. La conexión de este conductor al electrodo de puesta a tierra debe hacerse por medio de un conector o con soldadura exotérmica.

c) Unión de electrodos de puesta a tierra. Cuando se usen electrodos de puesta a tierra separados en la misma edificación, se deben interconectar el electrodo de puesta a tierra del equipo de comunicación y el electrodo de puesta a tierra del sistema eléctrico, con un conductor de tamaño no menor que 13.3 mm² (6 AWG) de cobre, u otro material de ampacidad equivalente que no sufra corrosión bajo las condiciones de uso.

ARTÍCULO 922

LÍNEAS AÉREAS

Parte A. Generalidades

922-1. Objetivo, campo de aplicación. Este Artículo contiene los requisitos mínimos que deben cumplir las líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicación y sus equipos asociados, con la finalidad de obtener la máxima seguridad a las personas, protección al medio ambiente y uso eficiente de la energía.

922-2. Definiciones.

Servidumbre de paso. Derecho que se crea o se adquiere para transitar por un terreno.

Baja tensión. Tensión hasta 1000 volts

Media tensión. Tensión mayor que 1000 volts hasta 35 kilovolts

Alta tensión. Tensión mayor que 35 kilovolts y menor que 230 kilovolts

Extra alta tensión. Tensión de 230 kilovolts y mayores

Claro básico (regla). Es el promedio de una serie de claros con diferentes longitudes entre remates, se utiliza como base para calcular las flechas y tensiones del conductor.

Claro vertical (claro de peso). Es la distancia horizontal entre los puntos más bajos de las catenarias adyacentes al soporte considerado.

Carga transversal. Es la que produce el viento al soplar horizontal y perpendicularmente al conductor, la estructura, cable de guarda y accesorios.

Claro medio horizontal (claro de viento). Es la semisuma de los claros adyacentes a la estructura considerada.

Carga longitudinal. Es la debida a las componentes de las tensiones mecánicas máximas, ocasionadas por desequilibrio a uno y otro lado del soporte, ya sea por cambio de tensión mecánica, remate o ruptura de los conductores o cables de guarda.

Conductor aislado o con aislamiento. Conductor rodeado de un material de composición y espesor reconocidos por esta NOM como aislamiento eléctrico, como el conductor sin pantalla metálica sobre el aislamiento operando en tensiones menores que 3 kilovolts de fase a tierra, conductor con cubierta o pantalla metálica puesta a tierra continua sobre el aislamiento, operando en tensiones de 3 kilovolts hasta 22 kilovolts a tierra o conductor operando en tensiones de 3 kilovolts a 22 kilovolts a tierra con pantalla semiconductor continua sobre el aislamiento combinada con mensajero desnudo puesto a tierra.

Conductor forrado. Conductor rodeado de un material de composición o espesor no reconocidos por esta NOM como aislamiento eléctrico. Es aquel cuya cubierta proporciona suficiente resistencia dieléctrica para evitar corto circuito en caso de contacto momentáneo entre conductores, entre éstos y el conductor conectado a tierra o entre conductores y ramas de árboles.

Estructura. Unidad principal de soporte de las líneas aéreas eléctricas, comunicación y equipo asociado, generalmente un poste o una torre.

Estructura de transición. Estructura donde cambia una línea de un sistema aéreo a subterráneo o viceversa.

Flecha. Distancia medida verticalmente desde el conductor hasta una línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte. A menos que otra cosa se indique, la flecha siempre se medirá en el punto medio del claro. Véase la Figura 922-2.

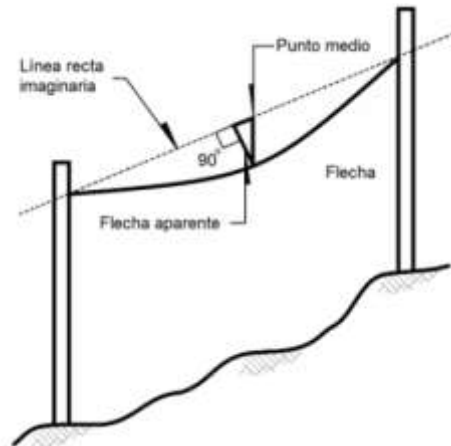


Figura.- 922-2.

Flecha aparente. Distancia máxima entre el conductor y una línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte, medida perpendicularmente a la línea recta.

Flecha inicial. La que tiene el conductor antes de aplicarle cualquier carga externa.

Flecha final. La que tiene un conductor bajo condiciones especificadas de carga y temperatura, después de que ha estado sujeto a las condiciones de carga mecánica prescritas para la zona en la que está instalado, o bien después de que se le ha aplicado una carga equivalente. La flecha final incluye el efecto de la deformación.

Flecha del conductor en cualquier punto. Distancia medida verticalmente desde un punto en particular del conductor, hasta la línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte.

Línea abierta. Línea eléctrica o de comunicación con conductores desnudos, forrados o aislados soportados individualmente en la estructura directamente o mediante aisladores.

Línea aérea. Línea abierta soportada en postes u otro tipo de estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los conductores.

Línea de comunicación. Línea para transmisión y recepción de señales de audio, imagen y/o datos que opera a 400 volts máximos a tierra o 750 volts entre dos puntos del circuito.

Línea de suministro eléctrico. Aquella que se usa para la transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica.

Línea en conflicto. Línea que al ladearse su estructura o balancearse su conductor puede llegar a tocar otra línea próxima.

Línea subterránea. Aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico o de comunicación, colocados bajo el nivel del piso, ya sea directamente enterrados, en ductos o en cualquier otro tipo de canalización aprobado.

Longitud del claro. Distancia horizontal entre dos soportes consecutivos de una línea aérea.

Registro. Recinto subterráneo donde se colocan cables y accesorios de los equipos, para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento.

Terminal de cable. Dispositivo que soporta y distribuye los esfuerzos dieléctricos del aislamiento en el extremo de un cable.

Transición de línea. Unión del cable de una línea aérea a la terminal del cable de una línea subterránea o viceversa.

Derecho de vía. Es una franja de terreno que se ubica a lo largo de cada línea, cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la línea. Su dimensión transversal varía de acuerdo con el tipo de estructuras, con la magnitud y desplazamiento lateral de la flecha y con la tensión de operación.

Velocidad de diseño por viento. Es la velocidad real o actual, equivalente a la velocidad máxima indicada en los anemómetros de una zona geográfica, dividida entre 1.3.

922-3. Posición relativa de líneas.

En una misma estructura:

a) Para líneas de diferente tensión, los conductores con mayor tensión deben estar arriba de los de menor tensión.

b) Para líneas eléctricas y de comunicación las primeras deben estar en los niveles superiores.

Excepción: En ambos incisos anteriores, se exceptúan los alimentadores de troles que por conveniencia pueden estar al nivel de los conductores de contacto del trole.

c) En cruzamientos o líneas en conflicto, debe utilizarse la misma disposición descrita en los incisos (a) y (b) anteriores.

d) Se debe evitar la existencia de líneas en conflicto.

922-4. Consideraciones generales sobre la separación de conductores.

a) **Medición de separaciones y espaciamentos.** Para referirse a las distancias entre conductores y a sus soportes, estructuras, construcciones, nivel del suelo, se usan en este Artículo los términos separación y espaciamento. Debe entenderse que una separación es la distancia de superficie a superficie y un espaciamento la distancia de centro a centro.

Para propósito de medición de las separaciones, los herrajes y accesorios que estén energizados se deben considerar como parte integral de los conductores. Las bases metálicas de las mufas, apartarrayos y de equipo similar, deben ser consideradas como parte de la estructura de soporte.

b) **Cables eléctricos aislados.** En estos cables, las separaciones, para los tipos de cables descritos en los siguientes subincisos, así como para sus empalmes y derivaciones, pueden ser menores que las establecidas para conductores desnudos de la misma tensión (véase 110-2).

1) Cables de cualquier tensión que tengan cubierta o pantalla metálica continua efectivamente puesta a tierra, o bien cables diseñados para operar en un sistema de conexión múltiple a tierra de 22 kilovolts o menos, que tengan una pantalla semiconductor sobre el aislamiento, combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero neutro desnudo puesto a tierra efectivamente.

2) Cables de cualquier tensión no incluidos en el subinciso anterior, que tengan una pantalla semiconductor continua sobre el aislamiento, combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero desnudo puesto a tierra efectivamente.

3) Cables aislados sin pantalla sobre el aislamiento, que operen a tensiones no mayores a 5 kilovolts entre fases, o a 2.9 kilovolts de fase a tierra.

c) **Conductores forrados.** Los conductores forrados deben ser considerados como desnudos para todos los requisitos de separaciones.

El espaciamento para conductores forrados puede ser menor que el mínimo requerido para conductores desnudos, siempre y cuando sean propiedad de la misma empresa suministradora y que su cubierta proporcione suficiente resistencia dieléctrica para evitar cortocircuitos en caso de contacto momentáneo entre conductores, o entre éstos y el conductor conectado a tierra o con ramas de árboles.

d) **Conductores neutros.** Los conductores neutros deben tener la misma separación que los conductores de sus respectivos circuitos. Se exceptúan los conductores neutros efectivamente conectados a tierra a lo largo de la línea, cuando estén asociados con circuitos hasta de 22 kilovolts a tierra, los cuales pueden considerarse, para fines de fijar su separación y altura, como conductores de circuitos de hasta 750 volts entre fases.

e) **Circuitos de corriente alterna o corriente continua.** Las disposiciones de este Artículo son aplicables tanto a circuitos de corriente alterna como de corriente continua. En los circuitos de corriente continua se deben aplicar las mismas separaciones establecidas para los circuitos de corriente alterna, que tengan la misma tensión de cresta a tierra.

922-5. Arreglo de conductores.

a) Identificación. Se recomienda que todos los conductores de líneas eléctricas y de comunicación que vayan tendidos en las mismas estructuras, conserven una misma posición en todo su trayecto y de ser posible, se marquen en algunos de los soportes para complementar su identificación. Esto no prohíbe la transposición sistemática de los conductores.

b) Conexiones y derivaciones. Las conexiones, derivaciones y equipos de líneas aéreas deben estar libres de obstáculos para que sean fácilmente accesibles al personal calificado. Los conductores que se usen para derivaciones deben soportarse y colocarse de manera que no lleguen a tocar a otros conductores, por movimientos laterales o por colgarse demasiado, ni reduzcan el espacio para subir a trabajar.

922-6. Árboles próximos a conductores. En la proximidad de los conductores, los árboles deben ser podados para evitar que el movimiento de las ramas o de los propios conductores, pueda ocasionar fallas a tierra o entre fases. También se deben podar los árboles para prevenir que sus ramas, al desprenderse, puedan caer sobre los conductores, especialmente en cruzamientos y claros adyacentes. Esta poda debe llevarse a cabo cumpliendo la normatividad de protección al medio ambiente, con objeto de combinar la necesidad de coexistencia de líneas y árboles. La siembra de árboles bajo líneas existentes debe realizarse con especies cuya altura de crecimiento se pueda mantener sin afectación a su aspecto y sin riesgo para el propio árbol o para la línea existente.

922-7. Aisladores.

a) Material y construcción. Los aisladores que se usen en líneas eléctricas deben ser aprobados para ese uso.

b) Consideraciones generales sobre la selección de aisladores. Los aisladores deben seleccionarse basándose en la tensión a plena carga del circuito.

922-8. Equipo eléctrico conectado a las líneas.

a) Accesibilidad. Todo equipo eléctrico conectado a las líneas debe ser accesible a personas calificadas, para lo cual se deben proporcionar los espacios para su operación y mantenimiento.

b) Indicación de posición de operación. Los equipos de protección y seccionamiento conectados al circuito deben indicar claramente su posición de abierto o cerrado, ya sea que se encuentren dentro de envoltentes o estén descubiertos.

c) Fijación de posición. Los equipos de protección y seccionamiento conectados a las líneas en lugares accesibles a personas no calificadas deben estar provistos de mecanismos de seguridad que permitan asegurar su posición de abierto o cerrado para evitar operaciones no deseadas.

Los equipos de protección o seccionamiento para operar en líneas aéreas en forma remota o automática deben estar provistos de medios locales que impidan la operación del control remoto o automático.

d) Transformadores y equipo montado en postes. La parte más baja de los transformadores instalados en postes debe estar a una altura mínima de 4.45 metros en lugares transitados solamente por peatones y de 4.60 metros en lugares transitados por vehículos.

922-9. Conexión de puesta a tierra de circuitos, estructuras y equipo.

a) Métodos. Las conexiones de puesta a tierra especificadas en esta sección deben efectuarse de conformidad con los métodos indicados en el Artículo 921 Parte B.

b) Partes no portadoras de corriente. Las estructuras metálicas, postes, canalizaciones, equipos, soportes, cables mensajeros, cubiertas de cables aislados, palancas y manijas, deben estar puestos a tierra efectivamente.

Excepción: Esta conexión puede omitirse cuando lo requiera la operación del equipo, siempre que existan protecciones que impidan el contacto de personas o animales con las partes metálicas, o bien cuando estén a una altura mayor que 2.90 metros.

c) Retenidas. Las retenidas también deben cumplir con lo indicado en el inciso anterior, cuando sujeten estructuras que soporten circuitos de más de 300 volts, o estén expuestas a contacto con dichos circuitos.

Esta disposición no es aplicable en los siguientes casos:

- (1) Cuando las retenidas tengan uno o más aisladores.
- (2) Cuando la estructura soporte exclusivamente cables aislados.
- (3) Cuando la retenida sujete una estructura que soporte circuitos de más de 35 kilovolts entre fases y se localice en una zona despoblada. Si el material de las retenidas y anclas es metálico, puede considerarse como elemento de puesta a tierra.

Tabla 922-10.- Ampacidad de conductores desnudos en amperes

Tamaño o designación		Cobre*	ACSR	Aluminio
mm ²	AWG o kcmil			
8.37	8	90	—	—
13.3	6	130	—	98
21.2	4	180	140	130
33.6	2	240	180	180
53.5	1/0	310	230	235
67.4	2/0	360	270	275
85.0	3/0	420	300	325
107	4/0	490	340	375
135	266.8	—	460	445
171	336.4	—	530	520
242	477	—	670	650
322	636	—	780	—
403	795	—	910	—
484	954	—	1010	—
564	1113	—	1110	—
635	1351	—	1250	—
765	1510.5	—	1340	—
806	1590	—	1380	—

Bases:

Temperatura total máxima en el conductor: 75 °C

Temperatura ambiente: 25 °C

Velocidad del viento: 0.6 m/s Factor de emisividad: 0.5

Frecuencia: 60 hertz

*Conductor de cobre duro con 97.3 por ciento de conductividad

922-10. Ampacidad de conductores desnudos. Al seleccionar los conductores, no se debe sobrepasar su ampacidad. La Tabla 922-10 muestra valores máximos de ampacidad, para los conductores desnudos usuales en líneas aéreas.

Parte B. Separación de conductores en una misma estructura, espacios para subir y trabajar

922-11. Aplicación. Los requisitos de esta Parte B establecen las separaciones mínimas entre conductores de líneas aéreas, eléctricas y de comunicación, así como las que éstos deben guardar con respecto a sus soportes, cables mensajeros, retenidas, cables de guarda, cuando están instalados en una misma estructura.

Para fines de aplicación en los cables aislados de uno o varios conductores y los conductores forrados, descritos en 922-4(b) y (c), así como los conductores en grupo, soportados por aisladores o mensajeros, se consideran como un solo conductor, aun cuando estén formados por conductores individuales de diferente fase o polaridad.

La tensión entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos debe tomarse como el mayor valor que resulte de los siguientes:

- a) La diferencia vectorial entre los conductores involucrados.
- b) La tensión de fase a tierra del circuito de más alta tensión.

Las separaciones obtenidas con las ecuaciones consideradas en esta sección son aplicables especialmente a líneas aéreas con tensiones usuales para distribución. En líneas de media, alta y extra alta tensión, la separación entre conductores queda definida, además de los factores aquí considerados, por la geometría de las estructuras, la coordinación de aislamiento, el aislamiento, el efecto corona, la longitud de los claros y la experiencia obtenida con diseños anteriores que se hayan operado satisfactoriamente.

NOTA: En el texto de estos requisitos se debe entender como soporte de los conductores, el conjunto de elementos que sostienen directamente a los conductores, como son las crucetas, bastidores u otros medios similares, junto con sus aisladores.

c) El incremento en separación para tensión mayor que 50 kilovolts, debe aumentarse 3 por ciento por cada 300 metros de altura en exceso de 1000 metros sobre el nivel del mar. Todas las separaciones para tensión mayor que 50 kilovolts, deben determinarse basándose en la tensión máxima de operación.

922-12. Separación horizontal entre conductores de línea. La separación horizontal mínima entre conductores debe ser:

a) **En soportes fijos.** Los conductores del mismo o de diferente circuito en soportes fijos (con aisladores rígidos) deben tener una separación horizontal en sus soportes, igual o mayor, al mayor de los valores obtenidos por la separación horizontal mínima o separación de acuerdo con la flecha. Estas separaciones no se aplican si los conductores son cables aislados de los tipos descritos en 922-4(b), o bien si son conductores forrados de un mismo circuito, que cumplen con lo indicado en 922-4(c).

1) **Separación horizontal mínima.** Debe cumplir como mínimo los valores de la Tabla 922-12(a)(1).

2) **Separación de acuerdo con la flecha.** El valor mínimo a cumplir es el obtenido por medio de las ecuaciones 1 y 2. En caso de que el valor resultante sea menor que el de la Tabla 922-12(a)(1) debe usarse el valor de la tabla.

Excepción: Para conductores del mismo circuito con tensión mayor que 50 kilovolts aplica la Tabla 922-12(a)(2).

Ecuación 1: Para conductores de tamaño menor que 33.6 mm² (2AWG):

$$S = 7.62kV + 7\sqrt{(8.5f - 5080)}$$

Ecuación 2: Para conductores de tamaño mayor o igual que 33.6 mm² (2 AWG):

$$S = 7.62kV + 8\sqrt{(2.12f)}$$

Donde:

S: es la separación en milímetros.

kV es la tensión entre los dos conductores para los que se calcula la separación; excepto el caso de alimentadores de transporte eléctrico, en que la tensión es de fase a tierra.

f es la flecha final en milímetros, del conductor de mayor flecha en el claro, a una temperatura de 16 °C y con una tensión mecánica de 25 por ciento de la de ruptura.

La Tabla 922-12(a)(2) muestra las separaciones que se obtienen al aplicar las ecuaciones 1 y 2 anteriores, en algunos valores de flecha y de tensión de conductores.

La separación entre conductores de circuitos con tensión mayor que 50 kilovolts se debe incrementar 3 por ciento por cada 300 metros de altura en exceso de 1000 metros sobre el nivel del mar.

Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kilovolts deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.

b) **En aisladores de suspensión.** Cuando se usen aisladores de suspensión con movimiento libre, la separación entre los conductores debe aumentarse para que, al inclinarse una cadena de aisladores hasta formar un ángulo de 30 grados con la vertical, la separación sea igual o mayor que la obtenida por medio del inciso a) anterior.

Tabla 922-12(a)(1).- Separación horizontal mínima entre conductores⁽¹⁾

Circuito	Separación mínima en milímetros
Línea de comunicación abierta: (excepto en transposiciones)	
Mínimo	150
Mínimo en aisladores rígidos	75
Alimentadores para transporte eléctrico⁽²⁾	
Hasta 750 V	150
Más de 750 V a 8.7 kV	300
Conductores eléctricos del mismo circuito	
Hasta 8.7 kV	300
Más de 8.7 kV a 50 kV	300 más 10 por cada kV en exceso de 8.7 kV
Más de 50 kV	(3)
Conductores eléctricos de diferentes circuitos	
Hasta 8.7 kV	300
Más de 8.7 kV a 50 kV	300 más 10 por cada kV en exceso de 8.7 kV
Más de 50 kV	725 más 10 por cada kV en exceso de 50 kV ⁽⁴⁾

- (1) Todas las tensiones son entre fases, excepto para alimentadores de transporte eléctrico, las cuales son a tierra. Para determinar la separación entre conductores de la misma fase, pero de diferentes circuitos, el conductor con menor tensión debe ser considerado como puesto a tierra.
- (2) Para conductores que tengan flecha aparente de 1.00 metro y tensiones máximas de 8.7 kilovolts, respectivamente, en los que se hayan utilizado normalmente separaciones de 250 a 300 milímetros, pueden continuarse aplicando dichas separaciones, siempre que se cumpla con lo indicado en 922-12(a)(2).
- (3) La separación para conductores del mismo circuito, con tensión mayor que 50 kilovolts, debe determinarse de conformidad con lo establecido en la sección 922-12(a)(2).
- (4) Para conductores de diferentes circuitos con tensión mayor que 50 kilovolts, la separación adicional se debe incrementar 3 por ciento por cada 300 metros de altura en exceso de 1 000 metros sobre el nivel del mar. Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kilovolts, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.

922-13. Separación vertical entre conductores de línea. La separación vertical entre conductores de línea localizados en diferentes niveles de una misma estructura debe ser:

a) Separación de conductores. Deben aplicarse las separaciones para conductores del mismo o diferente circuito indicadas en la Tabla 922-13(a) a conductores con tensión hasta 50 kilovolts.

Excepción 1: Los conductores soportados por bastidores verticales, o por ménsulas separadas colocadas verticalmente, deben tener los espaciamientos indicados en 922-17.

Excepción 2: Este requisito no se aplica a conductores forrados del mismo circuito, de conformidad con lo indicado en 922-4(c).

Tabla 922-12(a)(2).- Separación horizontal mínima "S" de conductores en sus soportes fijos, de acuerdo con su flecha

Flecha (m)	Separación S en milímetros									
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Tensión (entre fases)	Ecuación 1					Ecuación 2				
Volts	Hasta 33.6 mm ² (2 AWG)					Mayor a 33.6 mm ² (2 AWG)				
6 600	450	660	810	96	1 050	410	500	570	630	680
13 800	510	710	860	980	1 090	470	550	620	690	740
23 000	580	780	930	1050	1 160	540	620	690	760	810
34 500	660	810	1 020	1 140	1 250	630	710	780	840	900

b) Separaciones adicionales. Las separaciones que se indican en la Tabla 922-13(a), deben incrementarse para conductores en la misma estructura a tensiones mayores a 50 kilovolts. Los incrementos deben ser acumulables cuando sea aplicable más de una de las siguientes condiciones.

1) Tensiones mayores de 50 kilovolts entre conductores

Para tensiones mayores de 50 kilovolts, la separación entre conductores debe incrementarse 10 milímetros por cada kilovolt en exceso de 50 kilovolts.

2) Conductores con diferentes flechas en la misma estructura Los conductores soportados a diferentes niveles en la misma estructura y tendidos con distintas flechas deben tener una separación vertical en sus soportes, para que la separación mínima entre los conductores, en cualquier punto del claro, sea como mínimo la siguiente, (considerando que el conductor superior y el inferior tienen su flecha final sin carga, a temperaturas de 50 °C el primero y de 16 °C el segundo):

- Para tensiones menores a 50 kilovolts entre conductores, se puede aplicar 75 por ciento de la separación entre soportes indicada en la Tabla 922-13(a).
- Para tensiones mayores a 50 kilovolts entre conductores, el valor especificado en (a) anterior, debe incrementarse de acuerdo con lo indicado en la sección 922-13(b)(1) de esta sección.

Cuando sea necesario, las flechas deben ser reajustadas para cumplir con lo anterior, previendo que no se exceda lo establecido en 922-93 para la tensión mecánica de los conductores.

Tabla 922-13(a).- Separación vertical mínima entre conductores, en sus soportes en metros

Conductores en niveles inferiores			Líneas abiertas con tensión entre conductores:			
			Hasta 750 volts (1)	Más de 750 V hasta 8.7 kV	Más de 8.7 kV hasta 15 kV	Más de 15 kV hasta 50 kV
De Comunicación	En general		1.00	1.00	1.50	1.50
	Utilizados para operación de líneas eléctricas		0.40	0.40	1.00	1.00
Eléctricos con tensión entre conductores volts:	Hasta 750 (1)		0.40	0.40	1.00	1.00
	Más de 750 V hasta 8.7 kV		—	0.40	1.00	1.00
	Más de 8.7 kV hasta 15 kV	Si se trabaja con línea viva	—	0.40	1.00	1.00
		Si no se trabaja con línea viva	—	—	0.40	1.00
	Más de 15 kV hasta 50 kV		—	—	—	1.00

(1) Los valores de esta columna (o renglón) se aplican también a cables aislados, así como a conductores neutros conectados efectivamente a tierra, en circuitos hasta de 22 kilovolts a tierra.

Tabla 922-15(a).- Separación mínima en cualquier dirección (milímetros)

Separación de los conductores de línea entre:	En estructuras que soporten líneas de:		Líneas de suministro (Tensión entre fases)		
	Sólo de comunicación	Comunicación y eléctricas	De 0 hasta 8.7 kV	Mayor que 8.7 kV hasta 50 kV	Mayor que 50 (4)
Conductores verticales o derivados:					
Del mismo circuito	75	75	75	75 más 6.5 por cada kV en exceso de 8.7 kV	Valor no especificado
De diferente circuito	75	75	150 ⁽⁵⁾	150 más 10 por cada kV en exceso de 8.7 kV	580 más 10 por cada kV en exceso de 50 kV

Retenidas y mensajeros sujetos a la misma estructura:					
Paralelos a la línea	75	150	300	300 más 10 por cada kV en exceso de 8.7 kV	740 más 10 por cada kV en exceso de 50 kV
Retenidas de ancla	75	150 ⁽¹⁾	150	150 más 6.4 por cada kV en exceso de 8.7 kV	410 más 6.4 por cada kV en exceso de 50 kV
Otros	75	150 ⁽¹⁾	150	150 más 10 por cada kV en exceso de 8.7 kV	580 más 10 por cada kV en exceso de 50 kV
Superficie de crucetas					
Superficie de crucetas	75 ⁽²⁾	75 ⁽²⁾	75 ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	75 más 5.0 por cada kV en exceso de 8.7 kV ⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾	280 más 5.0 por cada kV en exceso de 50 kV
Superficie de estructuras:					
Que soporten líneas de comunicación y eléctricas	--	125 ⁽²⁾	125 ⁽³⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾	125 más 5.0 por cada kV en exceso de 8.7 kV ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	330 más 5.0 por cada kV en exceso de 50 kV
Otras	75 ⁽²⁾	--	75 ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	75 más 5.0 por cada kV en exceso de 8.7 kV ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	280 más 5.0 por cada kV en exceso de 50 kV

- (1) En estructuras que soporten líneas de comunicación y eléctricas, en las que sus retenidas pasen a 300 milímetros o menos de los conductores eléctricos y de comunicación a la vez, dichas retenidas deben ser protegidas con una cubierta aislante adecuada en el tramo cercano al conductor eléctrico. Esto no es necesario si la retenida está efectivamente puesta a tierra, o tiene un aislador tipo retenida, localizado a un nivel menor del conductor eléctrico más bajo y arriba del conductor de comunicación más alto.
- (2) Los conductores de comunicación pueden sujetarse en soportes colocados en la base o a los lados de las crucetas, o en la superficie de postes.
- (3) Esta separación solamente se aplica a conductores eléctricos colocados en la misma estructura debajo de conductores de comunicación. Cuando los conductores eléctricos estén arriba de los de comunicación, esta distancia puede reducirse a 75 milímetros, excepto para conductores eléctricos de 0 a 750 volts, cuya separación puede ser reducida a 25 milímetros.
- (4) Para conductores de circuitos con tensión mayor que 50 kilovolts, la separación adicional se debe incrementar 3 por ciento por cada 300 metros de altura en exceso de 1000 metros sobre el nivel mar. Todas las separaciones para tensión mayor que 50 kilovolts, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.
- (5) Para circuitos de 750 volts o menos, esta separación puede reducirse a 75 milímetros.
- (6) Un conductor neutro que esté puesto a tierra efectivamente a lo largo de la línea y asociado con circuitos de hasta 22 kilovolts a tierra, puede sujetarse directamente a la estructura.
- (7) Para líneas eléctricas abiertas de 750 volts o menos y cables eléctricos de cualquier tensión, de los tipos descritos en la sección 922-4(b), esta separación puede reducirse a 25 milímetros.
- (8) En circuitos con conductor neutro efectivamente puesto a tierra, que cumpla con lo indicado en la sección 922-4(d), puede utilizarse la tensión de fase a neutro para determinar la separación entre los conductores de fase y la superficie de las crucetas.

922-14. Separación entre conductores de línea en diferentes niveles de la misma estructura. Ningún otro conductor debe estar dentro del área marcada con línea punteada en la Figura 922-14, en la cual V y H deben determinarse con base en las separaciones mínimas vertical y horizontal establecidas en esta sección.

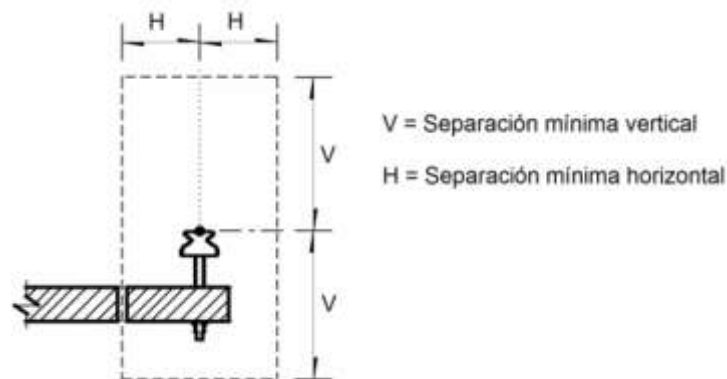


Figura.- 922-14

922-15. Separación en cualquier dirección de conductores a soportes, estructura, otros conductores verticales o derivados, mensajeros y retenidas sujetos a la misma estructura.

a) En soportes fijos. La separación no debe ser menor que la indicada en la Tabla 922-15(a).

b) En aisladores de suspensión. Cuando se usen aisladores de suspensión que puedan oscilar libremente, la separación mínima debe incrementarse, para que cuando la cadena de aisladores forme un ángulo de 30 grados con la vertical, la separación no sea igual o mayor que la indicada en (a) anterior.

922-16. Separación entre circuitos de diferente tensión colocados en la misma cruceta. Los circuitos eléctricos con tensión hasta de 50 kilovolts entre conductores, pueden colocarse en la misma cruceta, con circuitos de tensión inmediata superior o inferior, siempre que se cumpla con una o más de las condiciones siguientes:

a) Que los circuitos ocupen lados opuestos de la estructura.

b) En líneas construidas con crucetas voladas o soportadas en sus dos extremos, los circuitos deben estar separados por una distancia mínima requerida por el espacio para subir, estipulado en 922-19, para el circuito de tensión mayor.

c) Los conductores de tensión menor deben ocupar las posiciones más próximas a la estructura, y los de tensión mayor las posiciones más distantes.

d) Uno de los dos circuitos de comunicación para la operación de líneas eléctricas y el otro un circuito eléctrico de menos de 8.7 kilovolts, siempre que los dos se instalen de acuerdo con los incisos (a) o (b) anteriores y pertenezcan a la misma empresa.

922-17. Espaciamento entre conductores soportados en bastidores verticales. Los conductores pueden instalarse a una separación vertical menor que la indicada en 922-13, cuando estén colocados en bastidores verticales o en ménsulas separadas colocadas verticalmente, que estén firmemente sujetos a un lado de la estructura y se cumpla con las siguientes condiciones:

a) La tensión máxima entre conductores no debe ser mayor que 750 V, excepto cuando se trate de cables aislados de los tipos descritos en 922-4(b)(1) y (2), los cuales pueden ser de cualquier tensión.

b) Todos los conductores deben ser del mismo material.

c) La separación vertical entre conductores no debe ser menor que la siguiente:

Longitud del claro (m)	Separación (cm)
Hasta 45	10
Más de 45 a 60	15
Más de 60 a 75	20
Más de 75 a 90	30

Excepción: Si los conductores tienen separadores intermedios adecuados, el espaciamento vertical puede ser como mínimo de 10 centímetros, en cualquier caso.

922-18. Separación de conductores fijados a edificios o puentes. Los conductores eléctricos desnudos que estén sujetos en forma permanente a edificios deben ser de tensión máxima a 300 volts a tierra, a menos que estén debidamente protegidos, aislados o sean inaccesibles. La separación de los conductores a la superficie del edificio no debe ser menor que la indicada en la Tabla 922-15(a), para separaciones de conductores a sus soportes.

922-19. Espacio para subir. Estos requisitos se aplican únicamente a las partes de las estructuras utilizadas por los trabajadores para subir.

a) Localización y dimensiones.

1) Debe dejarse un espacio para subir a la estructura con las dimensiones horizontales especificadas en el inciso e) de esta sección.

2) El espacio para subir se requiere solamente en un lado o esquina del soporte.

3) El espacio para subir debe considerarse verticalmente arriba y abajo de cada nivel de conductores, como se indica en los incisos (e) y (f) de esta Sección.

b) Partes de la estructura en el espacio para subir. Cuando las partes de la estructura estén en un lado o esquina del espacio para subir, no se considera que obstruyan dicho espacio.

c) Localización de las crucetas respecto al espacio para subir. Se recomienda que las crucetas se localicen en el mismo lado del poste. Esta recomendación no es aplicable cuando se utilicen crucetas dobles o cuando las crucetas no sean paralelas.

d) Localización de equipo eléctrico respecto del espacio para subir. Cuando los equipos eléctricos se localicen abajo de los conductores deben instalarse fuera del espacio para subir.

e) Espacio para subir entre conductores. El espacio para subir entre conductores debe tener las dimensiones horizontales indicadas en la Tabla 922-19(e). Estas dimensiones tienen el propósito de dejar un espacio para subir de 60 centímetros libre de obstáculos, para tensiones mayores a 3 kilovolts los conductores desnudos o forrados deben protegerse temporalmente con cubiertas aislantes adecuadas a la tensión existente. El espacio para subir debe dejarse longitudinal y transversalmente a la línea, y extenderse verticalmente a un mínimo de 1.00 metro arriba y abajo de los conductores que limiten el espacio mencionado.

Quando existan conductores de comunicación arriba de conductores eléctricos de más de 8.7 kilovolts a tierra o 15 kilovolts entre fases, el espacio para subir debe extenderse verticalmente cuando menos 1.50 metros arriba del conductor eléctrico más alto.

Excepción 1: Este requisito no se aplica en caso de que se tenga establecida la práctica de que los trabajadores no suban más allá de los conductores y del equipo, a menos que estén desenergizados.

Excepción 2: Este requisito no se aplica si el espacio para subir puede ser obtenido con el desplazamiento temporal de los conductores, utilizando equipo para trabajar con línea energizada.

f) Espacio para subir frente a tramos longitudinales de línea no soportados por crucetas. El ancho total del espacio para subir debe dejarse frente a los tramos longitudinales y extenderse verticalmente 1.00 metro arriba y abajo del tramo (o 1.50 metros conforme a lo indicado en el inciso (e) de esta sección). El ancho del espacio para subir debe medirse a partir del tramo longitudinal de que se trate. Debe considerarse que los tramos longitudinales sobre bastidores, o los cables soportados en mensajeros, no obstruyan el espacio para subir, siempre que, como práctica invariable, todos sus conductores sean protegidos con cubiertas aislantes adecuadas o en alguna otra forma, antes de que los trabajadores asciendan.

Excepción: Si se instala un tramo longitudinal en el lado o esquina de la estructura donde se encuentre el espacio para subir, el ancho de este espacio debe medirse horizontalmente del centro de la estructura hacia los conductores eléctricos más próximos sobre la cruceta, siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

- (1) Que el tramo longitudinal corresponda a una línea eléctrica abierta con conductores de 750 volts o menos, o bien con cables aislados de los tipos descritos en 922-4(b), de cualquier tensión, los cuales estén sujetos cerca de la estructura por ménsulas, bastidores, espigas, abrazaderas u otros aditamentos similares.
- (2) Que los conductores eléctricos más próximos soportados en la cruceta, sean paralelos al tramo de línea eléctrica, se localicen del mismo lado de la estructura que dicho tramo y estén a una distancia no mayor que 1.20 metros arriba o abajo del tramo de línea.

g) Espacio para subir frente a conductores verticales. Los tramos verticales protegidos con tubo conduit u otras cubiertas protectoras similares, que estén sujetos firmemente a la estructura sin separadores, no se considera que obstruyan el espacio para subir.

Tabla 922-19(e).- Separación horizontal mínima entre conductores que limitan el espacio para subir⁽¹⁾

Conductores que limitan el espacio para subir		Separación horizontal en centímetros ⁽⁴⁾ en estructuras que soporten conductores:			
Tipo	Tensión ⁽¹⁾	Comunicación	Eléctricos	Eléctricos arriba de conductores de comunicación	Comunicación arriba de conductores eléctricos ⁽²⁾
Comunicación	Hasta 150 V	Sin requisitos	--	⁽³⁾	Ningún requisito
	Más de 150 V	60 recomendado	--	⁽³⁾	60 recomendado

Eléctricos aislados	Todas las tensiones	—	--	⁽³⁾	Ningún requisito
Eléctricos aislados con mensajero desnudo	Todas las tensiones	—	60	60	75
Eléctricos en línea abierta o conductores forrados	Hasta 750 V	—	60	60	75
	Más de 750 V hasta 15 kV	—	75	75	75
	Más de 15 kV hasta 28 kV	—	90	90	90
	Más de 28 kV hasta 38 kV	—	100	100	--
	Más de 38 kV hasta 50 kV	—	117	117	--
	Más de 50 kV hasta 73 kV	—	140	140	--
	Más de 73 kV	—	Más de 140 ⁽⁵⁾	--	--

- (1) Todas las tensiones son entre los dos conductores que limitan el espacio para subir, excepto para conductores de comunicación, en los que la tensión es a tierra. Cuando los conductores son de diferente circuito, la tensión entre ellos debe ser la suma aritmética de las tensiones de cada conductor de puesta a tierra, para un circuito conectado a tierra, o de fase a fase si se trata de un circuito no conectado a tierra.
- (2) Esta posición relativa de líneas no es recomendable y debe evitarse.
- (3) El espacio para subir debe ser el mismo que el requerido para los conductores eléctricos colocados inmediatamente arriba, con un máximo de 75.00 centímetros.
- (4) Para la utilización de estas separaciones, los trabajadores deben tener presentes las normas de operación y seguridad para líneas de que se trate.
- (5) Para tensiones mayores agregar 1.00 centímetro por kilovolt en exceso de 73 kilovolts

922-20. Espacio para trabajar.

a) Localización. Deben dejarse espacios para trabajar localizados a ambos lados del espacio para subir.

b) Dimensiones

1) A lo largo de la cruceta. El espacio para trabajar debe extenderse desde el espacio para subir hasta el más alejado de los conductores en la cruceta.

2) Perpendicular a la cruceta. El espacio para trabajar debe tener la misma dimensión que el espacio para subir (véase 922-19(e)). Esta dimensión debe medirse horizontalmente desde la cara de la cruceta.

3) Verticalmente. El espacio para trabajar debe tener una altura mínima indicada en 922-13, para la separación vertical de conductores soportados en diferentes niveles en la misma estructura.

c) Localización de conductores verticales y derivados respecto del espacio para trabajar. Los espacios para trabajar no deben obstruirse. Los conductores verticales o derivados deben colocarse al lado opuesto del espacio destinado para subir en la estructura; en caso de no ser posible, pueden colocarse en el mismo lado para subir, siempre que queden separados de la estructura por una distancia mínima equivalente al ancho del espacio para subir requerido para los conductores de mayor tensión. Los conductores verticales canalizados o protegidos con cubiertas protectoras para usos eléctricos, pueden quedar colocados sobre el lado para subir de la estructura.

d) Localización de crucetas transversales respecto de los espacios para trabajar. Las crucetas transversales (Figura 922-20(d)) pueden usarse siempre que se mantenga el espacio para subir, definido en 922-19. Conservando los valores de la Tabla 922-13(a), ya sea incrementando el espacio entre las crucetas de línea o en su caso utilizando estructuras más altas.

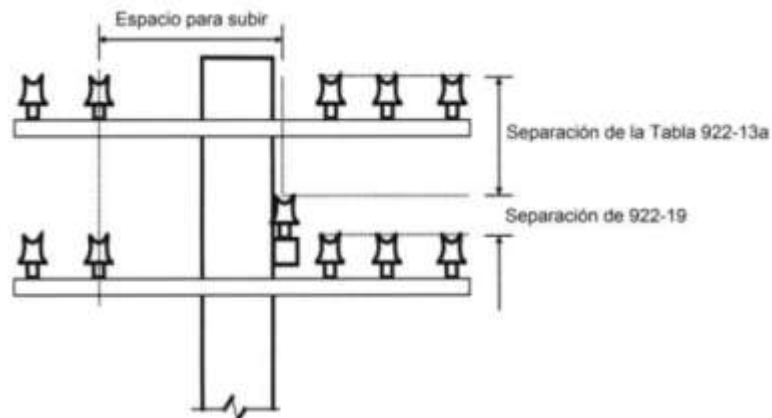


Figura 922-20(d).- Localización de crucetas y espacios para trabajar

1) Altura normal del espacio para trabajar. Debe dejarse el espacio lateral para trabajar de la altura indicada en la Tabla 922-13(a), entre los conductores derivados sujetos a la cruceta transversal y los conductores de línea. Esto puede realizarse incrementando el espacio entre las crucetas de línea.

2) Altura reducida del espacio para trabajar. Cuando ninguno de los circuitos involucrados exceda la tensión de 8.7 kilovolts a tierra o de 15 kilovolts entre fases y se mantengan las separaciones indicadas en 922-12(a)(1) y (2), los conductores soportados en la cruceta transversal pueden colocarse entre las líneas adyacentes que tengan un espaciamiento vertical normal, aun cuando dicha cruceta obstruya el espacio normal para trabajar, siempre que se mantenga un espacio para trabajar no menor que 45 centímetros de altura entre los conductores de línea y los conductores derivados. Esta altura debe quedar arriba o abajo de los conductores de línea, según sea el caso.

El anterior espacio para trabajar puede ser aún reducido a 30 centímetros, siempre que se cumplan las dos siguientes condiciones:

- Que no existan más de dos grupos de crucetas de línea y de crucetas transversales.
- Que la seguridad en las condiciones de trabajo sea restituida mediante la utilización de equipo de protección y otros dispositivos adecuados para aislar y cubrir los conductores de línea y el equipo en donde no se esté trabajando.

922-21. Separación vertical entre conductores suministradores y equipo de comunicaciones o entre equipo suministrador y conductores o equipos de comunicaciones.

a) La separación se refiere a las partes metálicas no portadoras de corriente del equipo, soportes metálicos para cables aislados o conductores, así como brazos metálicos de soporte que estén sujetos a soportes metálicos o bien colocados a menos de 2.50 centímetros de tanques y bastidores de transformadores y mensajeros sin conexión efectiva a tierra.

b) Las separaciones, deben ser las indicadas en la Tabla 922-21.

Tabla 922-21.- Separación vertical entre conductores suministradores y equipo de comunicaciones o entre equipo suministrador y conductores o equipo de comunicaciones

Tensión de suministro kilovolts ⁽¹⁾	Separación vertical metros
Conductores puestos a tierra, mensajeros y soportes	0.75
Hasta 8.7	1.00
Más de 8.7	$1.0 + 0.01 \text{ por kV en exceso de } 8.7 \text{ kV}$

⁽¹⁾ Las tensiones son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

922-22. Separación de conductores verticales y derivados a otros conductores y superficies en la misma estructura. Las separaciones entre conductores verticales y derivados a otros conductores o superficies en la misma estructura deben ser las que se indican en esta sección.

1) Se permite colocar circuitos suministradores de la misma tensión o de la inmediata superior en un mismo ducto, si los conductores son aislados.

2) Se permite colocar pares de conductores de comunicación sujetos directamente a estructuras o a mensajeros.

3) Se permite colocar directamente en la estructura conductores de conexión de puesta a tierra, conductores neutros, conductores aislados o canalizaciones eléctricas.

4) Los circuitos suministradores aislados de 600 volts y que no excedan de 5000 watts pueden colocarse en el mismo circuito del cable de control con el cual están asociados.

a) Conductores eléctricos verticales y derivados.

1) Separaciones en general. Las separaciones no deben ser menores que las especificadas en la Tabla 922-22(a) o en 922-15.

Tabla 922-22(a).- Separación de conductores eléctricos verticales y derivados con respecto a superficies, mensajeros y retenidas en la misma estructura, (centímetros) ⁽¹⁾

Separación de conductores verticales y derivados a:	Hasta 8.7 kV	Mayor que 8.7 kV hasta 50 kV	Mayor que 50 kV ⁽⁵⁾
Superficies de soportes	7.5 (2)(3)	7.5 más 0.5 por cada kV en exceso de 8.7 kV	27.5 más 0. por cada kV en exceso de 50 kV
Mensajeros y retenidas	15	15 más 1 por cada kV en exceso de 8.7 kV ⁽⁴⁾	58.5 más 1 por cada kV en exceso de 50 kV ⁽⁴⁾

(1) Las tensiones son entre fases.

(2) Véase la Excepción 3 de la Sección 922-22.

(3) Para circuitos eléctricos de hasta 750 volts esta separación puede reducirse a 2.50 centímetros.

(4) El factor puede reducirse a 0.65 centímetros por kilovolts para retenidas de ancla.

(5) La separación adicional para tensiones mayores a 50 kilovolts se debe incrementar un 3 por ciento por cada 300 metros de altura en exceso de 1000 metros sobre el nivel del mar.

2) Casos especiales. Se refieren solamente a los tramos de estructuras por donde suban trabajadores, cuando los conductores estén energizados.

1. Cables aislados y conductores de conexión de puesta a tierra. Los conductores verticales aislados y los conductores de conexión de puesta a tierra pueden instalarse, sin protección aislante adicional, siempre y cuando el espacio para subir y los conductores de línea estén en el lado opuesto de la estructura.

2. Conductores para conectar lámparas de alumbrado público. Cuando se conecten luminarias de alumbrado público directamente a líneas eléctricas, en postes que se usen exclusivamente para estas líneas, puede hacerse dicha conexión bajando conductores en línea abierta, desde la cruceta del poste al extremo de la luminaria, siempre que estos conductores queden firmemente sujetos en ambos extremos y que guarden las distancias mínimas indicadas en la Tabla 922-22(a).

3. Conductores de menos de 300 volts. Los conductores eléctricos verticales o derivados de menos de 300 volts a tierra, pueden llevarse en cables múltiples sujetos directamente a la superficie de la estructura o de la cruceta, y no debe sufrir abrasión en los puntos de sujeción.

Cada conductor de estos cables que no esté puesto a tierra efectivamente, o todo el cable en conjunto, debe tener una cubierta aislante para 600 volts.

b) Conductores de comunicación verticales y derivados.

1) La separación de conductores desnudos verticales y derivados, con respecto a otros conductores de comunicación, retenidas, cables de suspensión o mensajeros, debe ser cuando menos de 7.50 centímetros.

2) Los conductores de comunicación aislados verticales y derivados pueden fijarse directamente a la estructura. La separación vertical a cualquier conductor eléctrico (siempre que no se trate de conductores verticales o de conexiones a luminarias) debe ser cuando menos de 1.00 metro para tensiones hasta de 8.7 kilovolts entre fases, y de 1.50 metros para tensiones mayores.

Parte C. Separación entre conductores soportados en diferentes estructuras

922-30. Generalidades. Los cruces del mismo circuito deben interconectarse formando circuitos derivados radiales. Los cruzamientos de conductores deben hacerse sujetándose en la misma estructura; de no ser posible debe mantenerse la separación de acuerdo con los requisitos de esta Parte C.

922-31 Consideraciones. Las separaciones horizontal y vertical se aplican bajo las siguientes condiciones:

a) Las separaciones deben determinarse en el punto de mayor acercamiento entre los dos conductores.

b) Ambos conductores deben analizarse desde su posición de reposo hasta un desplazamiento ocasionado por una presión de viento de 29 kg/m^2 , con flecha inicial y final a 16°C sin viento y con flecha inicial y final a 50°C sin viento. La presión de viento puede reducirse a 20 kg/m^2 en áreas protegidas por edificios u otros obstáculos. Cuando se usen aisladores de suspensión con movimiento libre el desplazamiento de los conductores debe incluir la inclinación de la cadena de aisladores.

Con objeto de poder determinar la posición relativa que resulte con la menor separación deben calcularse las separaciones entre conductores en sus diferentes posiciones, desde el reposo hasta su máximo desplazamiento.

c) La dirección supuesta del viento debe ser aquella que produzca la separación más crítica.

d) No se requiere incrementar la flecha cuando la temperatura del conductor no exceda de 50°C y los claros sean iguales o menores que los claros siguientes.

(1) Hasta de 75.00 metros para la Zona I.

(2) Hasta de 100.00 metros para todas las otras zonas.

e) Cuando la temperatura máxima de los conductores sea de 50°C o menor y el claro sea mayor que el claro básico, la flecha a la mitad del claro debe ser incrementada como sigue:

1) Cuando el cruzamiento ocurra a la mitad del claro del conductor superior, su flecha debe incrementarse en 1.00 centímetro (o 1.50 centímetros en la Zona I), por cada metro en exceso del claro básico. Este incremento no requiere ser mayor que el resultado de la diferencia aritmética entre las flechas finales, calculadas para el claro en reposo y temperaturas en el conductor de 15°C y 50°C .

2) Para claros a nivel, cuando el cruzamiento no se localice a la mitad del claro del conductor superior, el incremento anterior puede reducirse multiplicando por los factores de la Tabla 922-31(e)(2).

Tabla 922-31(e)(2).- Distancia del punto de cruce a la estructura más cercana

Por ciento de la longitud del claro de cruce	Factor
5	0.19
10	0.36
15	0.51
20	0.64
25	0.75
30	0.84
35	0.91
40	0.96
45	0.99
50	1.00

Interpolación para valores intermedios

922-32. Separación horizontal. La separación horizontal en cruzamientos o entre conductores adyacentes soportados en diferentes estructuras, debe ser cuando menos de 1.50 metros para tensiones hasta 50 kilovolts entre conductores. Para tensiones mayores, debe incrementarse esta separación en 1.00 centímetro por cada kilovolt en exceso de 50. La tensión entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos debe tomarse como la diferencia vectorial de la tensión de ambos circuitos. Para conductores de la misma fase, pero de diferentes circuitos, el conductor con menor tensión debe considerarse como puesto a tierra.

922-33. Separación vertical. La separación vertical entre conductores que se crucen o adyacentes, soportados en diferentes estructuras, debe ser cuando menos la indicada en la Tabla 922-33.

Para líneas en el nivel superior e inferior con tensiones de 22 kilovolts hasta 400 kilovolts, la separación total es igual al producto de la suma de 1.20 metros (distancia para 22 kilovolts de Tabla 922-33) más 1.0 cm/kV por la suma de las diferencias de la tensión de cada línea en exceso de 22 kilovolts.

Tabla 922-33.- Separación vertical entre conductores soportados en diferentes estructuras (m)(1)

		Conductores		Conductores suministradores			
		Neutro, guarda y retenidas ⁽²⁾	Comunicaciones y mensajeros	Aislados		Línea abierta	
				0 a 750 V	Más de 750 V	0 a 750 V ⁽³⁾	Más de 750 V a 22 kV
Conductores	Neutro, guarda y retenidas ⁽²⁾	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1.2
	Comunicaciones y mensajeros	0.6	0.6	0.6	1.2	1.2	1.8
Conductores suministradores	Aislados	0 a 750 V	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
		Más de 750 V	0.6	1.2	0.6	1.2	1.2
	Línea abierta	0 a 750 V ⁽³⁾	0.6	1.2	0.6	0.6	1.2
		Más de 750 V a 22 kV	1.2	1.8	0.6	1.2	1.2
	Trolebuses, trenes, sus retenidas y mensajeros ⁽³⁾		1.2	1.2	1.2	1.2	1.8

(1) Las tensiones son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna (o renglón) son los descritos en la sección 922-4(d)

(3) Los conductores suministradores de trolebuses y trenes de más de 750 volts, deben tener una separación mínima de 1.80 metros.

Parte D. Altura de conductores y partes vivas de equipo, sobre el suelo, agua y vías férreas

Tabla 922-41.- Altura mínima de conductores sobre el suelo, agua o vías férreas (m)⁽¹⁾

Superficie bajo los conductores	Cables para retenidas, mensajeros, guarda o neutros ⁽²⁾	Conductores para comunicación		Conductores suministradores					
				Aislados		Línea abierta		Trolebuses, trenes eléctricos y sus mensajeros	
		Aislados	Desnudo	Hasta 750 V	Mayor que 750 V	Hasta 750 V	Mayor que 750 V a 22 kV	Hasta 750 V ⁽⁴⁾	Mayor que 750 V a 22 kV
Vías férreas (excepto trenes eléctricos)	7.2	7.2	7.3	7.3	7.5	7.5	8.1	6.7	6.7
Con tránsito de vehículos ⁽⁷⁾⁽⁸⁾ o maquinaria agrícola	4.7	4.7	4.9	4.9	5.0	5.0	5.6	5.5	6.1
Sin tránsito de vehículos	2.9	2.9	3.6	3.6 ⁽⁶⁾	3.8	3.8	4.4	4.9	5.5
Aguas sin navegación	4.0	4.0	4.4	4.4	4.6	4.6	5.2	—	—
Aguas navegables ⁽⁹⁾	Incluyendo ⁽¹⁰⁾ ríos, lagos, presas y canales con un área sin obstrucción. Donde exista navegación con botes de vela aumentar 1.50 metros								
a. Hasta 8 ha	5.3	5.3	5.5	5.5	5.6	5.6	6.2	—	—
b. Mayor a 8 hasta 80 ha	7.8	7.8	7.9	7.9	8.1	8.1	8.7	—	—
c. Mayor a 80 hasta 800 ha	9.6	9.6	9.7	9.7	9.9	9.9	10.5	—	—
d. Más de 800 ha	11.4	11.4	11.6	11.6	11.7	11.7	12.3	—	—

(1) Las tensiones son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna son los descritos en 922-4(d).

(4) En pasajes subterráneos, túneles o puentes, puede reducirse la altura sobre el piso o vías, indicada en esta columna.

(6) Esta altura puede reducirse a 3.00 metros para los cables aislados con tensión hasta de 150 volts a tierra, localizados a la entrada de edificios.

(7) Para conductores de comunicación, aislados o los descritos en la nota 2, cuando crucen o su trayectoria sea a lo largo de callejones, entradas a cocheros o estacionamientos, esta altura puede reducirse a 4.50 metros.

(8) Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel de la superficie de carreteras, calles, callejones, entre otros, debidos a mantenimiento.

(9) La altura de los conductores sobre el nivel del agua debe basarse en el más alto nivel histórico que haya alcanzado el agua. La altura sobre ríos y canales debe basarse en el área más grande que resulte de considerar una longitud de 1600 metros de río o canal, que incluya al cruce.

(10) En cruzamientos sobre aguas navegables, se debe tener en cuenta, además, lo establecido en la reglamentación en materia de navegación.

922-40. Aplicación. Estos requisitos se refieren a la altura mínima que deben guardar los conductores desnudos y cables aislados de líneas aéreas, con respecto al suelo, al agua y a la parte superior de rieles, así como a la altura mínima de partes vivas de equipo sobre el suelo.

922-41. Alturas básicas para conductores. Las alturas básicas deben ser como mínimo las indicadas en la Tabla 922-41, y se aplican bajo las siguientes condiciones:

- a) Temperatura en los conductores de 50 °C.
- b) Flecha final, en reposo.

922-42. Alturas adicionales para conductores. Las alturas que se indican en la Tabla 922-41 no deben incrementarse cuando los claros sean iguales o menores que los indicados en la sección 922-31(d) y la temperatura del conductor no exceda de 50 °C.

a) Tensión mayor que 50 kilovolts a tierra. Para tensiones entre 50 y 400 kilovolts, la altura básica de conductores debe incrementarse 1.00 centímetro por cada kilovolt en exceso de 50.

Excepción: En cruzamientos sobre vías de ferrocarril en la Zona I, debe aplicarse a la altura un incremento de 1.50 centímetros por cada metro del claro en exceso de 75 metros.

Los incrementos anteriores no requieren ser mayores que el resultado de la diferencia aritmética entre las flechas finales calculadas para el claro, en reposo y temperaturas en el conductor de 50 °C y 15 °C,

922-43. Altura de partes vivas de equipo instalado en estructuras

a) Altura básica mínima. La altura mínima sobre el suelo, de partes vivas no protegidas de equipo, se indica en la Tabla 922-43.

b) Altura adicional. Para tensiones mayores a 22 kilovolts, la altura básica anterior debe incrementarse 1.00 centímetro por cada kilovolt en exceso de 22 kilovolts.

Tabla 922-43.- Altura sobre el suelo de partes vivas de equipo instalado en estructuras (m) ⁽¹⁾

Superficie bajo las partes energizadas	Equipo efectivamente conectado a tierra	Equipos no puestos a tierra conectados a circuitos		Partes vivas rígidas no protegidas	
		Hasta 750 V	Mayor que 750 V a 22 kV	Hasta 750 V	Mayor que 750 V a 22 kV
1. Carreteras, calles, callejones y caminos vecinales, así como terrenos sujetos al paso de vehículos de cualquier tipo	4.6	4.9	5.5	4.9	5.5
2. Espacios no transitados por vehículos	4.45 ⁽²⁾	4.45	4.45	4.45	4.45

(1) Las tensiones son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

(2) Esta altura puede reducirse a 3.00 metros para las partes vivas y puntas de cables aislados como los descritos en la Sección 922-4(b)(2) y 922-4(b)(3), de hasta 150 V a tierra, localizadas a la entrada de edificios.

Parte E. Separación de conductores a edificios, puentes y otras construcciones

922-51. Aplicación. Estos requisitos se refieren a la separación de los conductores desnudos y cables aislados de una línea, con respecto a edificios, puentes, estructuras de una segunda línea próxima u otras construcciones.

922-52. Consideraciones. Las separaciones básicas horizontal y vertical de edificios, construcciones o anuncios, se aplican bajo las siguientes condiciones:

a) Separación horizontal. Debe aplicarse con el conductor desplazado de su posición en reposo por un viento a una presión de 29 kg/m² con flecha final y a 16 °C. Esta presión de viento puede reducirse a 19 kg/m² en áreas protegidas por edificios u otros obstáculos. El desplazamiento del conductor debe incluir la inclinación de la cadena de aisladores de suspensión con movimiento libre.

b) Separación vertical

1) Temperatura en los conductores de 50 °C, con flecha final, sin deflexión por viento.

2) Claros básicos como se indica a continuación:

- a. Hasta de 75 metros para la Zona de carga I (véase 922-82).
- b. Hasta de 100 metros para todas las otras zonas.

c) Transición entre separaciones horizontal y vertical. Debe mantenerse la distancia resultante de proyectar como radio la separación vertical sobre la separación horizontal. Ver figura 922-54.

922-53. Separación de conductores a estructuras de otras líneas. Los conductores de una línea que pasen próximos a una estructura de una segunda línea, deben estar separados de cualquier parte de esta estructura por distancias mínimas siguientes:

a) Separación horizontal de 1.50 metros para tensiones hasta 50 kilovolts a tierra.

b) Separación vertical de 1.40 metros para tensiones menores a 22 kilovolts, y de 1.70 metros para tensiones entre 22 kilovolts y 50 kilovolts a tierra.

Excepción: Cuando la tensión no excede de 300 volts a tierra y los cables son de los tipos mencionados en 922-4(b), las separaciones vertical y horizontal pueden ser reducidas a un mínimo de 60.00 centímetros y 90.00 centímetros respectivamente medidas a 15 °C sin deflexión por viento.

Tabla 922-54.- Separación de conductores a edificios y otras construcciones excepto puentes (m)⁽¹⁾

Separaciones	Retenidas, mensajeros, cables de guarda y neutros ⁽²⁾	Conductores de comunicación		Conductores suministradores				Partes vivas rígidas sin protección	
		Aislados	Sin aislar	Aislados		Línea abierta		De 0 a 750 V	Más de 750 V a 22 kV
				De 0 a 750 V	Más de 750 V	De 0 a 750 V	Más de 750 V a 22 kV		
En edificios									
Horizontal									
A paredes	1.40	1.40	1.50	1.40	1.70 ⁽³⁾	1.70 ⁽³⁾	2.30 ⁽⁴⁾	1.50	2.00 ⁽⁴⁾
A ventanas	1.40	1.40	1.50	1.40	1.70 ⁽³⁾	1.70 ⁽³⁾	2.30 ⁽⁴⁾	1.50	2.00
A balcones y áreas accesibles a personas ⁽⁵⁾	1.40	1.40	1.50	1.40	1.70	1.70	2.30	1.50	2.00
Vertical									
Arriba o abajo de techos y salientes no accesibles a personas ⁽⁵⁾	0.90	0.90	3.0	0.90	3.2	3.2	3.8	3.0	3.6
Balcones, arriba o abajo de techos y salientes accesibles a personas ⁽⁵⁾	3.2	3.2	3.4	3.2	3.5	3.5	4.1	3.4	4.0
Sobre techos accesibles a automóviles ⁽⁶⁾	3.2	3.2	3.4	3.2	3.5	3.5	4.1	3.4	4.0
Sobre techos accesibles a vehículos para carga ⁽⁶⁾	4.7	4.7	4.9	4.7	5.0	5.0	5.6	4.9	5.5
Anuncios, chimeneas, antenas y tanques con agua									
Horizontal	0.90	0.90	1.50	0.90	1.70(3)	1.70(3)	2.30(4)	1.50	2.00(4)
Vertical (arriba o abajo)	0.90	0.90	1.70	0.90	1.80	1.80	2.45	1.70	2.30

(1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos puestos a tierra y entre fases para circuitos no conectados a tierra.

(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna son los descritos en 922-4(d). Los cables eléctricos aislados son los descritos en la Sección 922-4(b)(1) de cualquier tensión, así como los descritos en la Sección 922-4(b)(2) y 922-4(b)(3), en tensiones de 0 a 750 volts.

(3) Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1.00 metro.

(4) Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1.50 metros. En esta condición el claro interpostal máximo debe ser de 50.00 metros.

(5) Un techo, balcón o área es considerada accesible a personas, si el medio de acceso es a través de una puerta, rampa o escalera permanente.

(6) Ver figura 922-54

922-54. Separación de conductores a edificios y otras construcciones excepto puentes

a) Cuando los edificios pasen de 3 pisos o 15 metros de altura, se recomienda que los conductores dejen un espacio libre de cuando menos 1.80 metros entre el conductor más cercano y el edificio, con objeto de facilitar la colocación de escaleras en casos de incendio.

Excepción: Este requisito no se aplica cuando por limitaciones de espacio no es posible ubicar los conductores suministradores en otra disposición.

Por otra parte, las estructuras de la línea deben estar separadas de las tomas de agua contra incendio por una distancia mínima de 1.00 metro.

b) La separación de los conductores a la superficie de los edificios y otras construcciones tales como anuncios, chimeneas, antenas y tanques de agua, debe ser la indicada en la Tabla 922-54.

c) Cuando la separación anterior no pueda lograrse, los conductores eléctricos deben protegerse o aislarse para la tensión de operación.

Los cables descritos en 922-4(b)(1) se consideran como protegidos para los efectos de este requisito.

d) Para conductores eléctricos fijados a edificios, véase 922-18.

Tabla 922-55.- Separación de conductores suministradores a puentes (m)⁽¹⁾

Separaciones	Conductores de comunicación no aislados	Conductores suministradores				Partes vivas rígidas no protegidas	
		Aislados		Línea abierta		Hasta 750 V	Más de 750 V a 22 kV
		0 a 750 V ⁽²⁾	Más de 750 V	Hasta 750 V ⁽²⁾	Más de 750 V a 22 kV		
Separación sobre puentes ⁽³⁾							
Fijos al puente	0.90	0.90	1.07	1.07	1.70	0.90	1.50
No fijos al puente	3.00	3.00	3.20	3.20	3.80	3.00	3.60
Separación lateral, abajo o dentro de la estructura del puente							
a. Partes del puente accesibles, incluyendo salientes y paredes ⁽³⁾							
Fijos al puente	0.90	0.90	1.07	1.07	1.70	0.90	1.50
No fijos al puente	1.50	1.50	1.70	1.70	2.30	1.50	2.00
b. Partes del puente ⁽⁴⁾ no accesibles							
Fijos al puente	0.90	0.90	1.07	1.07	1.70	0.90	1.50
No fijos al puente	1.20	1.20	1.40	1.40	2.00	1.20	1.80

(1) Las tensiones son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

(2) Los cables aislados a que se refiere este renglón son los descritos en 922-4(b)(2) y (b)(3), y los conductores neutros son los descritos en (d) de la misma Sección.

(3) Cuando la línea esté sobre lugares transitados, ya sea encima o cerca del puente, se aplican también los requisitos indicados en 922-40.

(4) Los apoyos de puentes de acero, hechos sobre pilares de ladrillo, concreto o mampostería, que requieran acceso frecuente para inspección, deben considerarse como partes fácilmente accesibles.

922-55. Separación de conductores a puentes

a) **Separaciones básicas.** Los conductores eléctricos que pasen abajo, arriba o cerca de un puente, deben tener separaciones vertical y horizontal no menores a las indicadas en la Tabla 922-55.

Excepción: Este requisito no se aplica a retenidas, mensajeros, cables de guarda, neutros como los descritos en 922-4(d) y cables aislados.

b) **Protección de conductores alimentadores de trolebús ubicados abajo de puentes.** Debe colocarse una protección aislante para evitar que en caso de que se zafe el trole del transporte haga contacto simultáneamente con el conductor alimentador y la estructura del puente.

922-56. Separaciones adicionales. Las separaciones adicionales son las indicadas a continuación:

a) Tensiones mayores a 22 kilovolts (a tierra). Para tensiones entre 22 kilovolts y 400 kilovolts, las separaciones horizontal y vertical deben incrementarse 1.00 centímetro por cada kilovolt en exceso de 22 kilovolts

b) Claros mayores al claro básico. Cuando la temperatura máxima de diseño del conductor sea de 50 °C o menor, y el claro sea mayor que 100.00 metros (o 75.00 metros en la Zona de carga I), debe aplicarse a la separación vertical un incremento de 1.00 centímetro por cada metro en exceso de 100.00 metros (o 75.00 metros en la Zona de carga I) del claro. Este incremento no requiere ser mayor que la diferencia aritmética entre las flechas finales calculadas para el claro del conductor sin deflexión por viento a 15 °C y 50 °C.



Figura.- 922-54

Excepción: Las separaciones no requieren incrementarse cuando los claros sean iguales o menores a 100 metros (75 metros en la zona de carga I) y la temperatura del conductor no excedan de 50 °C.

Para claros a nivel, cuando la separación no se localice a la mitad del claro, el incremento anterior puede reducirse multiplicando por los siguientes factores:

Distancia del punto de cruce a la estructura más cercana, en por ciento de la longitud del claro	Factor
5	0.19
10	0.36
15	0.51
20	0.64
25	0.75
30	0.84
35	0.91
40	0.96
45	0.99
50	1.00

Interpólese para valores intermedios.

Parte F. Distancia horizontal de estructuras a vías férreas, carreteras y agua

922-61. Aplicación. Estos requisitos se refieren a las distancias mínimas que deben guardar las estructuras de líneas aéreas, incluyendo sus retenidas y anclas, a vías férreas, carreteras y aguas navegables. Las distancias deben considerarse en forma horizontal y se establecen sólo desde el punto de vista de seguridad. Independientemente, deben observarse las disposiciones vigentes en materia de derechos de vía.

922-62. Distancias mínimas a vías férreas y carreteras. Cuando las líneas aéreas estén paralelas o crucen vías férreas o carreteras, las estructuras deben instalarse en el límite del derecho de vía del ferrocarril o carretera de que se trate. En ningún caso la distancia desde cualquier parte de una estructura al riel más cercano, o al límite exterior del acotamiento más próximo, debe ser menor que 3.50 metros.

922-63. Distancia horizontal a agua.

a) Aguas navegables. Se recomienda que la distancia horizontal de las estructuras al límite más cercano de la zona de navegación de ríos, lagos y canales sea mayor que la altura de las estructuras.

b) Aguas no navegables. Para ríos y arroyos las estructuras se deben de colocar a 20.00 metros mínimo del límite máximo histórico que alcance el espejo del agua.

Parte G. Derecho de vía

922-71. Aplicación. Estos requisitos aplican al derecho de vía o de paso, que deben tener las líneas aéreas en campo abierto y en zona urbana.

Los derechos de vía están reglamentados por la Ley Federal General de las Vías de Comunicación y las servidumbres de paso por el Código Civil de la Federación y/o de los estados.

El derecho de vía es una franja de terreno a lo largo de cada línea aérea, cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la línea. Su dimensión transversal varía de acuerdo con el tipo de estructuras, con la magnitud y desplazamiento lateral de la flecha y con la tensión de operación.

922-72. Distancia mínima horizontal de conductores al límite del derecho de vía. La distancia horizontal mínima del conductor más cercano al límite del derecho de vía de la línea debe ser determinada de conformidad con lo indicado en 922-52, 922-54 y 922-56.

El ancho mínimo del derecho a vía será igual al doble de la suma de: la distancia del eje longitudinal de la línea al conductor extremo sin deflexión por viento, el desplazamiento lateral del conductor extremo por efecto del viento y la separación horizontal a que se refiere el párrafo anterior.

922-73. Vegetación dentro del derecho de vía de líneas.

Cuando se siembren árboles dentro del derecho de vía, deben ser de especies cuya altura de crecimiento se pueda mantener sin afectación a su aspecto y sin riesgo para el propio árbol y la línea existente.

a) La poda de árboles debe efectuarse antes de que represente un riesgo para los habitantes y la continuidad del servicio eléctrico. La responsabilidad de efectuar los trabajos de poda en áreas urbanas es de los municipios y en áreas rurales es de los propietarios de los predios. En caso de que se requiera, la empresa suministradora puede efectuar la poda necesaria y/o conveniente. En ambos casos se debe cumplir con la normatividad aplicable vigente.

b) La brecha debe cumplir con la NOM-114-ECOL-1998, atendiendo los trámites requeridos por las autoridades correspondientes.

922-74. Instalaciones dentro del derecho de vía. Para la protección del público y para la operación confiable de las líneas aéreas de servicio público, dentro del área que ocupa el derecho de vía no deben existir anuncios, obstáculos ni construcciones de ninguna naturaleza.

De lo anterior se exceptúan los obstáculos en zonas urbanas que son necesarios para la prestación de los servicios públicos, como instalaciones eléctricas y de alumbrado, líneas de comunicación y de señalización, cumpliendo con las separaciones y requisitos de esta NOM.

Parte H. Cargas mecánicas en líneas aéreas

922-81. Generalidades. Las líneas aéreas deben tener resistencia mecánica para soportar las cargas propias y las debidas a las condiciones meteorológicas a que estén sometidas (ver 922-82), más los factores de sobrecarga establecidos en la Tabla 922-93. Según el lugar en que se ubique cada línea, con los factores de sobrecarga adecuados. En cada caso deben investigarse y aplicarse las condiciones meteorológicas que prevalezcan en el área en que se localice la línea.

En aquellas regiones del país donde las líneas aéreas lleguen a estar sometidas a cargas mecánicas más severas que las aquí indicadas, por mayor espesor de hielo, menor temperatura o mayor velocidad del viento, las instalaciones deben proyectarse tomando en cuenta estas condiciones extras de carga, conservando los factores de seguridad para la sobrecarga correspondientes.

De no realizarse un análisis técnico detallado, que demuestre que pueden aplicarse cargas mecánicas menores, no deben reducirse las indicadas en esta Parte de la NOM.

922-82. Zonas de cargas mecánicas. Con el propósito de establecer las cargas mínimas que deben considerarse para el cálculo mecánico de líneas aéreas, el país se ha dividido en seis zonas de carga que se indican en el mapa de la Figura 922-82 y se describen a continuación:

Zona I. Región Norte: Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y parte de Sonora y Durango.

Zona II. Región Centro Norte: Aguascalientes y parte de Zacatecas, Durango y San Luis Potosí.

Zona III. Región Centro Sur: parte de Oaxaca y Chiapas.

Zona IV. Región Central: Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Morelos y parte de Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Michoacán, Hidalgo, Puebla, Veracruz y Guerrero.

Zona V. Región Costera: Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Colima, Tamaulipas, Tabasco, Campeche, Yucatán y parte de Quintana Roo, Sonora, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Veracruz.

Zona VI. Región Especial: parte de Oaxaca, Tamaulipas, Veracruz y Quintana Roo.

Si una línea aérea cruza dos o más zonas de carga, debe soportar las cargas correspondientes a dichas zonas.

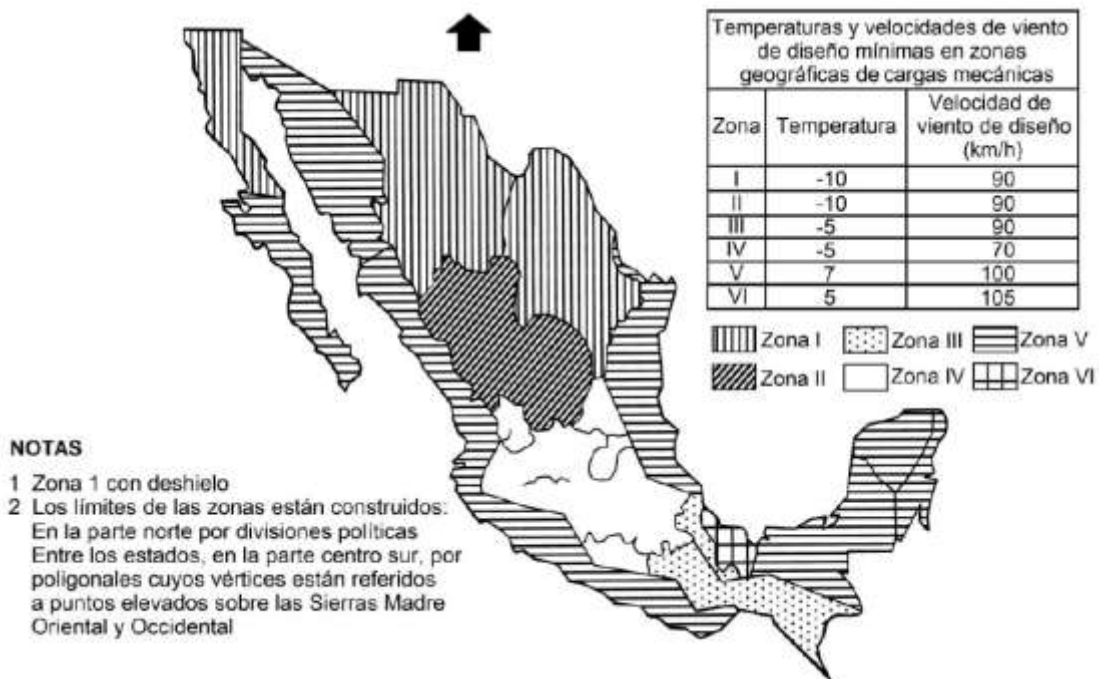


Figura 922-82.- Cálculo de cargas mecánicas

922-83. Cálculo de cargas mecánicas. Las líneas aéreas deben cumplir con los valores de la siguiente tabla, que corresponden a condiciones meteorológicas mínimas de diseño para las diferentes zonas de carga mecánica (ver mapa de la Figura 922-82).

Tabla 922-83.- Condiciones meteorológicas para el cálculo de cargas mecánicas

Zona de carga mecánica	Temperatura Mínima (°C)	Velocidad de viento de diseño (km/h)	Espesor de la capa de hielo sobre milímetros	
			Cables	Componentes horizontales
I	-10	90	6	8
II	-10	90	—	—
III	-5	90	—	—
IV	-5	70	—	—
V	7	100	—	—
VI	5	105	—	—

Para altitudes mayores a 2500 metros, debe investigarse respecto a depósitos de hielo en cables y estructuras.

Para cualquiera de las zonas (excepto la Zona I), pueden considerarse los espesores de hielo de la Zona I, con una temperatura de -5 °C.

El peso del hielo se considera de 913 kilogramos por metro cúbico

922-84. Presión de viento. La presión del viento sobre las líneas aéreas se debe calcular, según la superficie de que se trate, por medio de las siguientes ecuaciones:

a) Sobre conductores. Superficies de alambres y cables $P = 0.00482 V^2$.

b) Sobre estructuras. Se debe considerar que la ráfaga de viento cubre totalmente la estructura, aplicando un factor de 1.3 a la velocidad de diseño. Para estructuras metálicas (torres), se debe aplicar adicionalmente un factor de arrastre de 1.6 a la presión de viento.

Las ecuaciones aplicables resultan:

Superficies cilíndricas (postes) $P = 0.00815 V^2$

Superficies planas (torres) $P = 0.0130 V^2$

Donde "P" es la presión de viento, en kg/m² del área resultante del producto del claro medio horizontal por el diámetro del conductor y "V" es la velocidad de viento de diseño, en km/h.

Al aplicar los valores de la velocidad de viento de diseño de la Tabla 922-83 a las ecuaciones resultan los valores de presión de viento para diseño de la Tabla 922-84.

Los valores de presión de viento de la Tabla 922-84, son válidos para líneas con estructuras de 30 metros de altura máxima. Para alturas mayores, multiplicar los valores de presión de viento por el factor indicado en la Tabla 922-84(a).

Tabla 922-84.- Presiones de viento mínimas para diseño de estructura

Zona de Carga Mecánica	Velocidad de viento de diseño km/h	Presión del viento en kg/m ² , sobre superficies de:		
		Cables	Estructuras	
			Cilíndricas (postes)	De celosía (torres)
I, II y III	90	39	66	105
IV	70	24	40	64
V	100	48	81	130
VI	105	53	90	143

922-85. Cargas en los cables.

La carga total para calcular la tensión mecánica máxima de los cables es igual que el resultado de la suma del peso del cable más la fuerza producida por el viento actuando horizontalmente y en ángulo recto con la línea, a la temperatura y velocidad de viento indicadas en la Tabla 922-83.

En caso de existir carga de hielo en la zona, debe calcularse para una presión de viento de 20 kg/m² sobre conductores con hielo, debiéndose tomar la mayor tensión mecánica que resulte entre este valor y el resultante con la máxima velocidad de viento sin hielo.

Tabla 922-84(a).- Factor de incremento de presión de viento por altura de estructura

Altura en m	Factor
30 o menos	1.00
50	1.08
75	1.18
100	1.28
150	1.49

Para valores intermedios de altura puede interpolarse linealmente.

922-86. Cargas en las estructuras y en sus soportes. Las cargas que actúan sobre las estructuras de las líneas soportes de los conductores, conductores y en cables de guarda, se calculan como sigue:

a) Carga vertical. La carga vertical sobre cimientos, postes, torres, crucetas, alfileres, aisladores y accesorios de sujeción de los conductores y cables de guarda se debe considerar como el peso propio de éstos, más el de los conductores, cables de guarda y equipo que soporten (y, en su caso, carga de hielo), teniendo en cuenta además los efectos que pueden resultar por diferencias de nivel entre los soportes de los mismos.

La carga vertical sobre un soporte debida a los conductores o cables de guarda, se calculan multiplicando el claro vertical por el peso unitario del cable correspondiente.

b) Carga transversal de viento. La carga transversal sobre la estructura debida al viento sobre los conductores y cables de guarda se calcula multiplicando el claro medio horizontal por el diámetro del conductor por la presión del viento.

La carga transversal sobre estructuras de celosía (torres) de sección transversal cuadrada o rectangular, debe calcularse en función del área expuesta de una cara, más 50 por ciento de la misma área expuesta. El porcentaje anterior puede substituirse por otro basado en cálculos más precisos, o por el que se determine mediante pruebas reales.

La carga transversal sobre postes debe calcularse considerando su área proyectada, perpendicular a la dirección del viento.

La carga transversal sobre estructuras de deflexión es igual al producto de la suma vectorial de las cargas transversales en los conductores y cables de guarda, originada por el cambio de dirección de la línea, más la carga debida a la acción del viento actuando perpendicularmente sobre todos los cables y sobre la estructura.

Para el cálculo más exacto de la carga debida a la acción del viento en estructuras de deflexión, debe considerarse la superficie proyectada de los cables, perpendiculares a la dirección del viento.

c) Carga longitudinal.

Para líneas aéreas hasta de 35 kilovolts, no es necesario considerar carga longitudinal en los soportes entre tramos rectos de línea, excepto en el caso de estructuras de remate.

d) Carga longitudinal por ruptura de cables. Para líneas de tensiones hasta de 35 kilovolts, no es necesario considerar la ruptura de conductores. En líneas con tensiones mayores a 35 kilovolts, deben considerarse las hipótesis siguientes:

1) Estructuras hasta con seis conductores y con uno o dos cables de guarda: considerar la ruptura de un cable de guarda o del conductor o conductores de una fase en la posición más desfavorable.

2) Estructuras con más de seis y hasta doce conductores y con dos cables de guarda: considerar la ruptura de un cable de guarda o de dos conductores de fase en la posición más desfavorable.

En tramos rectos de línea con conductores soportados por aisladores de suspensión, la carga es igual que el producto de la tensión mecánica máxima del conductor o conductores rotos, multiplicada por un factor de 0.70 cuando existe un conductor por fase y de 0.50 cuando son dos o más conductores por fase. Cuando la ruptura ocurre en los cables de guarda en cualquier tipo de estructura, así como la de los conductores en las estructuras de remate o de deflexión, la carga es igual que 100 por ciento de la tensión mecánica máxima.

e) Aplicación simultánea de cargas. Para obtener la resistencia debida a la aplicación de cargas, debe considerarse lo siguiente:

1) Líneas de tensiones hasta de 35 kilovolts

Para calcular la resistencia transversal se debe considerar las cargas vertical y transversal actuando simultáneamente.

Para calcular la resistencia longitudinal debe considerarse solamente la carga longitudinal.

2) Líneas de tensiones mayores a 35 kilovolts

Para calcular la resistencia mecánica se deben considerar las cargas vertical, transversal y longitudinal actuando simultáneamente.

Excepción: En el caso de ruptura de cables en estructuras tipo H semiflexibles, donde deben considerarse solamente las cargas vertical y longitudinal actuando simultáneamente.

Parte I. Clases de construcción en líneas aéreas

922-91. Generalidades. Los materiales empleados en la construcción y mantenimiento de líneas deben cumplir con los factores de sobrecarga y otros requisitos de 922-93 a 922-94, según el grado de resistencia mecánica requerida.

922-93. Requisitos de materiales y componentes. Los materiales empleados en las líneas aéreas, según la clase de construcción, deben cumplir con los requisitos de seguridad que se citan a continuación:

a) Conductores

1) Tamaño mínimo. Los conductores eléctricos mínimos a utilizar deben tener una resistencia a la ruptura y un diámetro exterior equivalente a los conductores de cobre semiduro indicados a continuación en la Tabla 922-93(a)(1).

Tabla 922-93 (a)(1).- Tamaño mínimo de conductores de cobre

Conductores	mm ² (AWG)	
	Clase A	Clase B
Línea abierta	13.3 (6)	8.37 (8)
Acometidas de hasta 750 V a tierra	3.31 (12)	3.31 (12)
De comunicación en claros máximos de 50 m	5.26 (10)	3.31 (12)

Los conductores deben ser resistentes a la corrosión que pueda provocar el ambiente donde se instalen.

2) Flechas y tensiones. La tensión mecánica máxima del conductor no debe ser mayor que el 60 por ciento de su resistencia a la ruptura, bajo las condiciones de cargas mecánicas indicadas en la Parte H de este Artículo, para la zona en que se instale.

Adicionalmente, la tensión inicial del conductor no debe exceder de 35 por ciento de la resistencia a la ruptura del conductor y final no debe exceder de 25 por ciento; ambos a 15 °C sin carga de viento y hielo.

3) Empalmes, derivaciones y accesorios de remate

a. Los empalmes sujetos a tensión mecánica deben tener igual o mayor resistencia mecánica que la del conductor en que se instale.

b. Las derivaciones no deben debilitar la resistencia mecánica de los conductores en el punto de conexión.

c. Los accesorios de remate y los herrajes de sujeción deben soportar la tensión máxima resultante de la aplicación de las cargas indicadas en la Parte H de este Artículo, multiplicadas por un factor de sobrecarga de 1.65.

b) Cables de guarda de acero galvanizado

1) Flechas y tensiones. La tensión mecánica del cable no debe ser mayor que 50 por ciento de su resistencia a la ruptura, bajo las condiciones de carga mecánica indicadas en la parte H de este Artículo para la zona donde se instale.

Adicionalmente, la tensión mecánica a 0 °C sin carga de viento ni hielo no debe exceder los porcentajes de la resistencia a la ruptura del cable, siguientes:

Tabla 922-93(b)(1).- Porcentaje de tensión mecánica máxima del cable de acero a 0 °C sin carga de viento o hielo

Tensión	Alta resistencia mecánica	Extra-alta resistencia mecánica
Inicial sin carga	25	20
Final sin carga	25	20

2) Empalmes y accesorios de remate. Debe aplicarse lo indicado en las Secciones 922-93(a)(3)(a) y 922-93(a)(3)(c) anteriores.

c) Mensajeros. Los mensajeros deben ser cableados y su tensión mecánica máxima no debe ser mayor que el 60 por ciento de su resistencia a la ruptura, bajo las cargas mecánicas indicadas en la Parte H de este Artículo, para la zona de que se trate.

d) Alfileres, amarres y herrajes. Los alfileres, amarres y herrajes deben resistir las cargas longitudinales indicadas en 922-86, con los factores de sobrecarga establecidos y además no deben sufrir deformación permanente.

e) Crucetas. Deben resistir las cargas descritas en 922-86, con los factores de sobrecarga indicados en la Tabla 922-93. Además, deben cumplir con los requisitos siguientes:

1) Resistencia vertical. Deben resistir una carga adicional de 100 kilogramos aplicada en su extremo más alejado. Para lograr esta disposición se puede hacer uso de tirantes u otros miembros auxiliares. Si las crucetas forman parte integral de las estructuras metálicas, deben aplicarse los factores de sobrecarga correspondientes a éstas.

2) Resistencia longitudinal. Deben resistir una tensión del conductor más alejado del centro del soporte (mínimo a 250 kilogramos), con temperatura mínima y claros máximos a 70.00 metros para tensiones hasta de 35 kilovolts. Para tensiones mayores a 35 kilovolts, deben resistir la carga longitudinal por ruptura de cables descrita en 922-86(d), con los factores de sobrecarga que se indican en la Tabla 922-93, aplicados a la tensión mecánica máxima de los cables.

Tabla 922-93.- Factores de sobrecarga mínimos para cada clase de construcción de líneas

Elemento de estructura	Esfuerzo mecánico	Tensión o tipo estructura	Material	Factor de sobrecarga			
				Ruptura de cables			
				SÍ	NO	SÍ	NO
				Clase A		Clase B	
Crucetas	Sobrecarga vertical	(hasta 35 kV)	Madera	2.0		2.0	
		(hasta 35 kV)	Acero	1.5		1.3	
		(Más de 35 kV)	Madera	-		-	
			Acero	1.3		-	
	Sobrecarga transversal	General	Madera	1.0	2.5	-	2.0
			Concreto	1.0	2.0	-	1.7
			Acero	1.2	1.8	-	1.5
		Deflexiones y remates	Madera	1.0	2.0	-	1.7
			Concreto	1.0	1.8	-	1.5
			Acero	1.2	1.8	-	1.5
	Sobrecarga longitudinal	Más de 35	Acero	1.0	1.6	-	-
Postes y torres	Sobrecarga vertical		Madera	2.8	3.0	-	2.0
			Concreto	2.3	2.5	-	1.7
			Acero	1.2	1.3	-	1.1
	Sobrecarga transversal	General	Madera	1.0	2.5	-	2.0
			Concreto	1.0	2.0	-	1.7
			Acero	1.2	1.8	-	1.5
		Deflexiones y remates	Madera	1.0	2.0	-	1.7
			Concreto	1.0	1.8	-	1.5
			Acero	1.2	1.8	-	1.5
	Sobrecarga longitudinal	General	Madera	1.0	-	-	-
			Concreto	1.0	-	-	-
			Acero	1.2	-	-	-
		Deflexiones y remates	Madera	1.0	2.0	-	1.7
			Concreto	1.0	1.8	-	1.5
			Acero	1.2	1.6	-	-
Retenidas	Carga transversal	Suspensión		2.5		2.0	
		Deflexiones y remates		1.5		1.2	

Los factores para madera y concreto están basados en la resistencia a la ruptura y para el acero en su límite de fluencia.

3) Crucetas dobles. Deben usarse en estructuras para cruzamientos sobre ferrocarriles, cuando se usen aisladores tipo alfiler.

f) Postes y estructuras. Deben resistir las cargas especificadas en 922-86, con los factores de sobrecarga que se indican en la Tabla 922-93 y cumplir con los requisitos siguientes:

1) Postes de madera. Deben ser aprobados para el uso asignado.

2) Postes y estructuras de acero. El espesor de acero debe ser de 4.0 milímetros mínimo. Cuando la aleación del acero no contenga elementos que la hagan resistente a la corrosión, se debe proteger con una capa exterior de pintura o metal anticorrosivo.

3) Postes de concreto. Deben ser de concreto reforzado o concreto preesforzado.

g) Retenidas. Los factores de sobrecarga se indican en la Tabla 922-93.

h) Cimentaciones. Las cargas que se indican en 922-86 multiplicadas por los factores de sobrecarga indicados en la Tabla 922-93, deben aplicarse a la estructura y las cimentaciones deben soportar las cargas que les transmite la estructura, además verificar la cimentación de acuerdo con el tipo de suelo.

i) Pruebas. Las estructuras y sus componentes deben someterse a pruebas para verificar su resistencia mecánica y garantizar su buen funcionamiento.

922-94. Clase de construcción requerida para líneas aéreas. Debe ser la indicada en la Tabla 922-94 de acuerdo con la tensión la línea y a los lugares por donde pase o cruce. Ver tabla 922-93 para la definición de las Clases A y B.

Tabla 922-94.- Clase de construcción requerida para líneas aéreas

Superficie o líneas en los niveles inferiores	Líneas aéreas sobre terrenos o en los niveles superiores			
	Hasta 15 kV	Más de 15 kV hasta 35 kV		Más de 35 kV
	Zona urbana o rural	Zona urbana	Zona rural	Zona urbana o rural
Cruce sobre terrenos con				
Calles, carreteras, caminos y campo abierto	B	B	B	A
Carreteras principales, autopistas, vías férreas y aguas navegables	B	A	B	A
Cruce con líneas en niveles inferiores				
Líneas de comunicación	A	A	A	A
Líneas eléctricas				
Hasta 15 kV	B	A	A	A
Más de 15 kV hasta 35 kV	-	A	A	A
Más de 35 kV	-	-	-	A

1. Las tensiones son entre fases.

2. En cruzamientos de líneas, la construcción de la línea superior debe ser igual o mayor que la de la línea inferior.

Parte J. Retenidas

922-101. Generalidades.

a) En postes de madera y de concreto se debe considerar que las retenidas llevan la resultante de la carga total en la dirección en que actúen.

b) En líneas que crucen sobre vías férreas, las estructuras adyacentes deben resistir las cargas transversal y longitudinal señaladas en la parte H de este Artículo, con el factor de sobrecarga que corresponda a la clase "A" de construcción. Para cumplir este requisito se pueden utilizar retenidas transversales y longitudinales opuestas a la vía.

c) Para mantener los cables en la posición correcta y/o proteger el poste se requiere instalar herrajes aprobados para este fin.

d) El cable de acero, herrajes y aisladores deben tener una resistencia mecánica igual o mayor que el cable de la retenida.

e) En lugares expuestos al tránsito de vehículos y peatones, el extremo anclado de todas las retenidas fijadas al piso debe tener un resguardo visible y resistente al impacto de 2.00 metros de longitud.

922-102. Aisladores para retenidas (en líneas de distribución)

a) **Resistencia mecánica.** Los aisladores para retenidas deben tener resistencia mecánica a la compresión igual o mayor que el cable de la retenida.

b) **Tensión de flameo.** La tensión de flameo en seco de los aisladores debe ser como mínimo el doble de la tensión entre fases de la línea y la de flameo en húmedo, como mínimo igual que la tensión nominal.

c) Uso de aisladores en retenidas

1) Los aisladores deben instalarse a una altura menor que 2.50 metros del nivel del piso.

2) Cuando una retenida no esté efectivamente conectada a tierra y pase cerca de conductores o partes descubiertas energizadas a más de 300 volts, debe instalarse aislamiento en ambos lados de manera que el tramo de la retenida expuesto a contacto con dichos conductores o partes energizadas quede aislado. Véase 922-9(c), referente a puesta a tierra de retenidas.

3) Para retenidas instaladas en líneas suministradoras abiertas de 0 a 300 volts debe instalarse un aislador aprobado, o bien conectarse a tierra como se establece en 921-21(b).

922-105. Puesta a tierra.

Para disposiciones de puesta a tierra, véase el Artículo 921.

ARTÍCULO 923

LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

Parte A. Instalación y aplicación de cables subterráneos en la vía pública

923-1. Objetivo y Campo de aplicación. Este Artículo contiene requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones subterráneas para redes eléctricas de comunicación y sus equipos asociados, para salvaguardar a las instalaciones y a las personas durante la instalación, operación y mantenimiento, conservando o mejorando el entorno ecológico del lugar donde se lleven a cabo.

Esta Parte A aplica a instalaciones subterráneas en la vía pública, las cuales deben estar en conformidad con las normas de la empresa suministradora y con las disposiciones establecidas en los siguientes párrafos.

923-2. Definiciones

Banco de ductos: Conjunto formado por dos o más ductos.

Bóveda: Recinto subterráneo de amplias dimensiones, accesible desde el exterior, donde el personal puede ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento de cables, accesorios y equipos.

Obra civil para instalaciones subterráneas: Es la combinación de ducto, bancos de ductos, registros, pozos, bóvedas y cimentación de subestaciones que forman la obra civil para instalaciones subterráneas.

Ducto: Canal cerrado (o tubo) que se utiliza para alojar uno o varios cables.

Empalme: Unión destinada a asegurar la continuidad eléctrica entre dos o más tramos de conductores, que se comporta eléctrica y mecánicamente como los conductores que une.

Equipo subterráneo: El diseñado y construido para quedar instalado dentro de pozos o bóvedas y el cual debe ser capaz de soportar las condiciones de operación.

Equipo sumergible: Aquel equipo hermético que por características de diseño puede estar inmerso en cualquier tipo de agua en forma intermitente.

Equipo tipo pedestal: Aquel que está instalado sobre el nivel del terreno, en una base con cimentación adecuada y que forma parte de un sistema eléctrico subterráneo.

Línea subterránea: Aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico o de comunicación, colocados bajo el nivel del suelo, ya sea directamente enterrados, en ductos o bancos de ductos.

Pozo: Recinto subterráneo accesible desde el exterior al personal para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento de equipos, cables y sus accesorios.

Registro: Recinto subterráneo de dimensiones reducidas donde está instalado equipo, cables y accesorios y el personal puede ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento.

Terminal de cable: Dispositivo que distribuye los esfuerzos dieléctricos del aislamiento en el extremo de un cable.

923-3. Cables subterráneos. Los requisitos mínimos que deben satisfacer los cables subterráneos en vía pública son los siguientes:

a) Diseño y construcción. El diseño, construcción y materiales de los cables subterráneos deben estar de acuerdo con la tensión, intensidad de corriente, corriente de cortocircuito, elevación de temperatura y condiciones mecánicas y ambientales a que se sometan durante su instalación y operación.

Cuando los cables estén expuestos a ambientes húmedos y corrosivos es conveniente que sean diseñados y se usen con cubiertas protectoras.

Cuando técnicamente el diseño lo permita, debe evitarse el uso de materiales en las pantallas y cubiertas de los cables que, en contacto directo o como resultado de su combustión, sean dañinos para la salud de los seres vivos.

b) Pantallas sobre el aislamiento. Los cables que operen a una tensión de 5 kilovolts entre fases o mayor, deben tener una pantalla semiconductora en contacto con el aislamiento y una pantalla metálica no magnética en contacto con dicha pantalla semiconductora.

El material de la pantalla metálica debe ser resistente a la corrosión o bien estar adecuadamente protegido.

Excepción: Tramos cortos usados como barra de amarre que no hagan contacto con superficies o materiales puestos a tierra.

c) Conexión de puesta a tierra de las pantallas metálicas. Las pantallas o cubiertas metálicas de los cables deben estar puestas a tierra. Las pantallas metálicas pueden ser seccionadas siempre y cuando cada sección sea puesta a tierra.

Excepción: Puede omitirse esta conexión de puesta a tierra sólo cuando así lo requiera la operación de los cables y siempre que existan protecciones que impidan el contacto de personas con las mismas partes metálicas o que queden fuera de su alcance.

Las conexiones de las pantallas metálicas hacia los cables para su puesta a tierra deben asegurar un buen contacto, evitando que se aflojen o se suelten. Éstas pueden hacerse por medio de conectores del mismo metal u otro material adecuado para el propósito y las condiciones de uso, o por medio de soldadura, cuidando que ésta y los fundentes aplicados sean los adecuados.

Los conectores para unir las pantallas metálicas de cables en empalmes y terminales deben ser los adecuados para asegurar un buen contacto mecánico y eléctrico, usando el tamaño y material conveniente a fin de evitar pérdidas de energía por calentamientos. Estos conectores pueden ser del tipo para soldar o a presión. En el caso de conductores de tamaño 8.37 mm² (8 AWG) y menores, la conexión puede hacerse trenzando adecuadamente los conductores o mediante un conector de tornillo adecuado.

d) Tensiones inducidas en la pantalla metálica. Se recomienda que las tensiones inducidas en condiciones normales de operación no sean mayores de 55 volts.

e) Instalación de cables en canalizaciones subterráneas

1) Todos los cables deben instalarse en ductos.

Excepción: Esto no es aplicable al conductor de puesta a tierra, el cual puede instalarse directamente enterrado.

2) Debe evitarse que los cables sean doblados con radios menores al mínimo señalado por el fabricante (en ningún caso este radio debe ser menor que 12 veces el diámetro externo del cable) durante su manejo, instalación y operación.

3) Las tensiones de jalado y las presiones sobre las paredes que se presenten durante la instalación de los cables, no deben alcanzar valores que puedan dañar a los mismos. Deben limitarse a los valores recomendados por el fabricante.

- 4) Los ductos deben limpiarse previamente a la instalación de los cables.
- 5) Cuando se use lubricante durante el jalado de los cables, éste no debe afectar a los cables ni a los ductos.
- 6) En instalaciones verticales o con pendientes, los cables deben soportarse adecuadamente para evitar deslizamientos y deformaciones debido a su masa.
- 7) Los cables eléctricos y de comunicación no deben instalarse dentro del mismo conducto.
- 8) Cuando en un banco se instale más de un circuito debe analizarse la ampacidad, con el objeto de reducir las pérdidas de energía por agrupamiento de conductores.

f) Instalación de cables en registros, pozos y bóvedas

1) Soportes

- a. Los cables dentro de los registros, pozos o bóvedas deben quedar fácilmente accesibles y soportados de forma que no sufran daño debido a su propia masa, curvaturas o movimientos durante su operación.
- b. Los soportes de los cables deben estar diseñados para resistir la masa de los propios cables y de cargas dinámicas; mantenerlos separados en claros específicos y ser adecuados al medio ambiente.
- c. Los cables deben quedar soportados cuando menos 10 centímetros arriba del piso, o estar adecuadamente protegidos.

Excepción: Este requisito no se aplica a conductores neutros y de puesta a tierra.

- d. La instalación debe permitir el movimiento del cable sin que haya concentración de esfuerzos destructivos.

2) Separación entre cables eléctricos y de comunicación

- a. Los pozos de visita deben reunir los requisitos siguientes respecto a las dimensiones. Debe mantenerse un espacio de trabajo limpio, suficiente para desempeñar las labores. Las dimensiones del área de trabajo horizontales deben ser como mínimo de 0.90 metros y las verticales deben ser como mínimo de 1.80 metros.
- b. Se recomienda no instalar cables eléctricos y de comunicación dentro de un mismo registro, pozo o bóveda.
- c. Cuando no sea posible cumplir con el punto anterior, se pueden instalar en un mismo registro, pozo o bóveda, cables eléctricos y de comunicación, siempre que se cumpla con los siguientes requisitos:
1. Que exista acuerdo entre las partes involucradas.
 2. Que los cables queden soportados en paredes diferentes, evitando cruzamientos.
 3. Si no es posible instalarlos en paredes separadas, los cables eléctricos deben ocupar niveles inferiores que los de comunicación.
 4. Deben instalarse permitiendo su acceso sin necesidad de mover a los demás.
 5. Que la separación mínima entre cables eléctricos y de comunicación propia del suministrador, dentro del registro, pozo o bóveda, sea la indicada en la Tabla 923-3(f)(1).

Tabla 923-3(f)(1).- Separación mínima entre cables eléctricos y de comunicación propia del suministrador dentro de un mismo registro, pozo o bóveda

Tensión entre fases kV	Separación metros
Hasta 15	0.15
Más de 15 hasta 50	0.23
Más de 50 hasta 120	0.30
Más de 120	0.60

Excepción 1: Estas separaciones no se aplican a conductores de puesta a tierra.

Excepción 2: Estas separaciones pueden reducirse previo acuerdo entre las partes involucradas, siempre y cuando se instalen barreras o protecciones adecuadas.

NOTA: Cuando ambos tipos de cables queden colocados en la misma pared del recinto se recomienda que los cables de electricidad ocupen niveles inferiores que los de comunicación.

d. Identificación. Los cables dentro de los registros, pozos o bóvedas deben estar permanentemente identificados por medio de placas, o algún otro tipo de identificación, como se indican en la Figura 923-3(f)(2).

El material de identificación debe ser resistente a la corrosión y a las condiciones del medio ambiente.

g) Protección contra fuego. Aunque no es requisito la condición a prueba de fuego, de acuerdo con las prácticas de confiabilidad de servicio normal de las empresas, puede proporcionarse una protección contra fuegos externos.

h) Cables de comunicación conteniendo circuitos especiales de alimentación. A los circuitos especiales que operen en tensiones mayores a 400 volts a tierra y utilizados para alimentar energía solamente a equipos de comunicaciones, pueden considerarse como cable de comunicaciones bajo las condiciones siguientes (los cables deben tener pantallas conductoras o pantallas que deben estar puestas a tierra y cada uno de tales circuitos debe llevarse en un conductor individualmente encerrado con una pantalla puesta a tierra):

- (1) Los circuitos en los cables deben ser operados y mantenidos por persona o personas calificadas.
- (2) Las terminales de los circuitos deben ser accesibles sólo a la persona o personas calificadas.
- (3) Los circuitos de comunicación sacados de los cables, si no terminan en una estación repetidora u oficina terminal, deben protegerse de manera que en el evento de una falla dentro del cable la tensión en el circuito de comunicación no exceda 400 volts a tierra.
- (4) Los aparatos terminales para la alimentación de energía deben ser arreglados para que las partes vivas sean inaccesibles, cuando los circuitos de alimentación estén energizados.
- (5) Los cables deben identificarse con placas en cada registro, pozo de visita o bóveda.

i) Puesta a tierra y conexiones

- (1) Las pantallas de aislamiento del cable y empalmes deben ser puestos a tierra.
- (2) Las cubiertas y pantallas que estén puestas a tierra en los pozos y bóvedas deben ser conectadas a una tierra común.
- (3) Los cables de conexión y de puesta a tierra deben ser de material resistente a la corrosión y adecuados al ambiente o bien estar protegidos de éste.

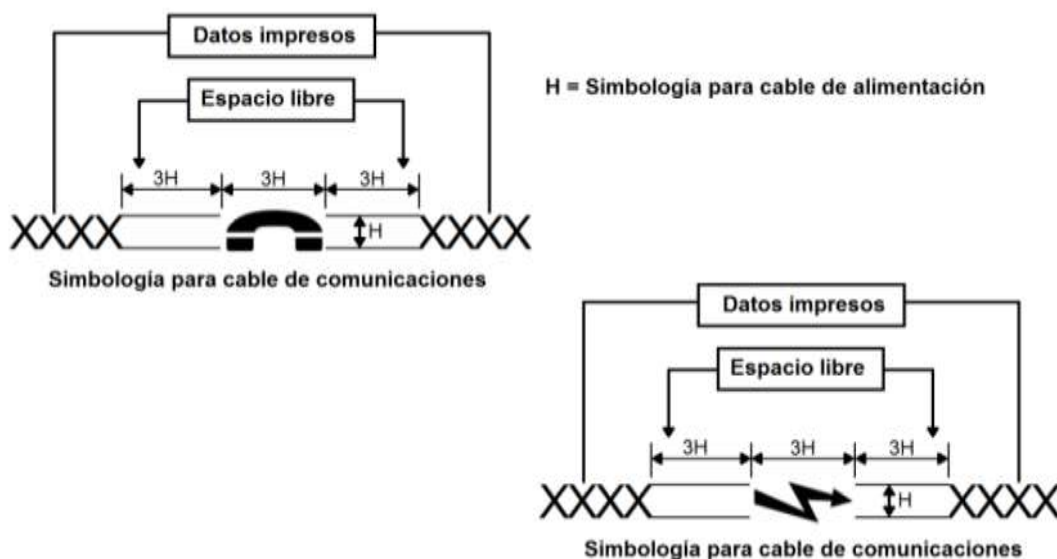


Figura.- 923-3(f)(2)

j) Cables submarinos

1) Trayectoria. Los cables submarinos deben ir enterrados en una trinchera de un metro de profundidad, hasta que se alcancen 10.00 metros de profundidad en zonas de arena, o estar protegidos con medias cañas de material resistente a la corrosión y de suficiente resistencia mecánica, en zonas de roca.

2) Empalmes. Los cables submarinos en su tramo marino, al ser instalados, no deben tener empalmes hechos en campo. Sólo se deben instalar con empalmes hechos en fábrica.

3) Protección. La armadura del cable debe diseñarse para soportar adecuadamente los esfuerzos mecánicos a los que está sujeto el cable durante la instalación y operación. La armadura debe estar protegida contra la corrosión para cumplir adecuadamente su función durante la vida útil del cable.

Los cables de reserva deben mantenerse siguiendo las recomendaciones del fabricante.

923-4. Estructuras de transición de líneas aéreas en vía pública a cables subterráneos o viceversa.

a) Protección. Las estructuras de transición de cables eléctricos deben estar provistas de una protección mecánica que rodee completamente al cable hasta una altura mínima de 2.45 metros sobre el nivel del suelo y cuando menos hasta una profundidad de 30.00 centímetros dentro del mismo suelo.

Cuando la protección conste de un tubo conduit o cubierta metálica, ésta debe ser puesta a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

Los cables deben subir verticalmente desde el suelo y sólo con la desviación que sea necesaria para fijarlos en la estructura, sin que se rebase el radio de curvatura permisible de los cables.

b) Instalación. La instalación de las estructuras de transición debe hacerse de tal manera que el agua no permanezca dentro de la protección mecánica de los cables.

Los cables deben estar soportados de forma que se evite su daño o el de las terminales.

Los cables deben instalarse o fijarse de forma que se evite el daño de éstos en los extremos de la protección mecánica, debido al movimiento relativo entre ésta y el cable.

Las estructuras de transición de cables deben localizarse en el poste o estructura en la posición más segura, teniendo en cuenta el espacio para que suban las personas y el posible riesgo de daño por vehículos.

c) Estructuras de transición en equipos tipo pedestal. Los cables que lleguen a transformadores, interruptores u otros equipos instalados en pedestal, deben colocarse y arreglarse dentro del registro que corresponde a la acometida del equipo, de manera que no se dañen sus cubiertas.

La entrada de los cables a equipos instalados en pedestal debe mantenerse a la profundidad adecuada para su clase de tensión hasta que queden protegidos abajo del pedestal, a menos que se coloque una protección mecánica adecuada.

923-5. Terminales en vía pública.

a) Generalidades. Además de lo indicado en 110-14 debe cumplirse con lo siguiente:

1) Las terminales de los cables deben ser diseñadas para resistir los esfuerzos mecánicos, térmicos ambientales y eléctricos esperados durante su operación.

2) La separación entre partes vivas de una terminal o de diferentes terminales o con respecto a su propia estructura debe ser la adecuada para la tensión de aguante al impulso por rayo (nivel básico de aislamiento al impulso-NBAI), de la terminal. Cuando las terminales se coloquen en postes, la separación entre partes vivas debe estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 922-12(a)(1).

3) Las terminales deben diseñarse para evitar la penetración de humedad hacia el cable.

4) En aquellos lugares donde la separación entre partes con diferente potencial eléctrico se reduzca abajo de la adecuada para la tensión y nivel básico de aislamiento al impulso, deben proporcionarse barreras aislantes o terminales completamente aisladas que reúnan los requisitos equivalentes a las separaciones.

5) Altura. Las partes vivas de las terminales deben cumplir con lo indicado en la Tabla 923-5(a).

Tabla 923-5(a).- Altura mínima de partes vivas de terminales en metros

Lugar de instalación	En líneas con tensión entre conductores	
	Hasta 750 V	De 750 a 22 000 V
Expuesto a tránsito de vehículos.	5.0	5.6
No expuesto a tránsito de vehículos.	3.8	4.4

Observaciones:

1. Para tensiones mayores a 22 kilovolts, las alturas especificadas en la última columna deben incrementarse 1.00 centímetro por cada kilovolts en exceso de 22 kilovolts.

2. Cuando se instalen terminales de baja tensión en paredes, la altura mínima debe ser de 2.90 metros.

6) Conexión a terminales. La conexión de los conductores a terminales debe asegurar un buen contacto sin dañar a los mismos conductores, no deben existir conexiones flojas o sueltas. La conexión puede hacerse con conectores soldados, de presión o con cualquier otro medio que asegure una amplia superficie de contacto. Los conectores deben sellarse para evitar el ingreso de humedad hacia el cable. Los conectores y los conductores deben ser del mismo metal a menos que el accesorio sea adecuado para el propósito y las condiciones de uso.

7) Cuando se utilicen soldaduras fundentes o compuestos, éstos deben ser adecuados para tal uso y no deben dañar a los conductores o al equipo.

b) Soportes. Las terminales de los cables deben instalarse de forma que mantengan su posición de instalación. Cuando sea necesario, los cables deben soportarse de manera que no sufran daños por transferencia de esfuerzos mecánicos hacia las terminales, al equipo o a la estructura.

c) Identificación. Los cables o terminales de las estructuras de transición deben estar permanentemente identificados por medio de placas o algún otro tipo de identificación.

d) Separación en gabinetes o bóvedas.

1) Las terminales deben estar con una separación adecuada entre conductores y a tierra, de acuerdo con el tipo de terminal a utilizar.

2) En las partes vivas expuestas dentro de envoltentes, debe mantenerse la separación o usarse barreras aislantes adecuadas para las tensiones y tensión de aguante que se requiera.

3) Para terminales en bóvedas se permiten partes vivas sin aislar siempre que se proporcionen los medios de protección adecuados.

e) Conexión de puesta a tierra. Las partes conductoras de las terminales (excepto las partes vivas), el equipo al que se fijan y las estructuras conductoras que soportan a las terminales, deben ser puestos a tierra. Véase el Artículo 250.

923-6. Empalmes y accesorios para cables en vía pública.**a) Generalidades.** Los empalmes y accesorios para cables en vía pública:

1) Deben soportar los esfuerzos mecánicos, térmicos, eléctricos y del medio ambiente a que estén expuestos durante su operación.

NOTA: Los empalmes terminales y accesorios que se usen en líneas subterráneas deben cumplir con las pruebas y requisitos que se indican en las normas de producto correspondientes.

2) Deben ser compatibles al tipo de cable y a las condiciones del medio ambiente, para evitar efectos dañinos en sus componentes.

3) Deben soportar sin dañarse la magnitud y duración de corrientes eléctricas de falla que se presenten durante su operación, instalándose de tal manera que cuando uno falle no afecte a las otras instalaciones.

4) Deben evitar la penetración de humedad dentro de los cables.

5) Deben quedar localizados dentro de los registros, pozos, bóvedas y envoltentes.

Excepción: Podrán quedar localizados directamente enterrados para el caso de cables directamente enterrados.

923-7. Equipo subterráneo en vía pública.**a) Generalidades**

1) Equipo subterráneo. Se considera como equipo subterráneo el siguiente:

a. Transformadores, interruptores, indicadores de falla, barras conductoras, entre otros, instalados para la operación de las líneas eléctricas subterráneas.

b. Repetidoras, bobinas de carga y otras, instaladas para la operación de las líneas subterráneas de comunicación.

c. Equipo auxiliar, como bombas, salidas para alumbrado o contactos, entre otros, instalados como complemento de las líneas subterráneas eléctricas o de comunicación.

2) Ubicación de equipos eléctricos y de comunicación. Los equipos eléctricos y de comunicación no deben instalarse en un mismo pozo o bóveda. Cuando no sea posible cumplir esta disposición, será necesario un acuerdo entre las partes involucradas.

3) Sujeción de equipos dentro de pozos o bóvedas. Los equipos deben ser colocados dentro de los pozos o bóvedas, en soportes u otros dispositivos que los fijen y resistan su masa y el de las cargas a que estén sometidos, así como los esfuerzos que se presenten durante su operación.

b) Características

1) Los equipos subterráneos deben seleccionarse e instalarse de acuerdo con las condiciones térmicas, químicas, mecánicas y ambientales del lugar.

2) Los equipos, incluyendo dispositivos auxiliares, fusibles y portafusibles deben diseñarse para soportar los efectos de condiciones normales, de emergencia y de falla que se presenten durante su operación.

3) Los equipos subterráneos que se instalen dentro de pozos y bóvedas deben ser del tipo sumergible. Asimismo, aquellos que sean susceptibles de un proceso de corrosión deben tener una protección adecuada para evitar este problema.

4) Cuando se conecten o desconecten partes vivas utilizando herramientas, debe contarse con espacio suficiente a tierra o entre fases, o colocar barreras adecuadas.

5) Los interruptores deben tener indicado en forma visible y permanente:

- (1) El diagrama unifilar de su operación;
- (2) La posición de sus contactos, y
- (3) La dirección de operación de las palancas o mecanismo activador.

NOTA: La palanca o mecanismo de control de los interruptores debe operar en una dirección para abrir y en otra para cerrar con objeto de evitar confusiones.

6) El equipo que pueda ser operado a control remoto o en forma manual, debe tener un medio de bloqueo local que impida su operación, para evitar riesgos al trabajador.

7) Los equipos tipo pedestal deben estar cerrados con llave o provistos con un dispositivo para candado.

8) El acceso a partes vivas con tensiones mayores a 600 volts requiere de una barrera o puerta con llave, para evitar la entrada de personas no calificadas.

9) También se recomienda el uso de señales de advertencia visibles al abrir la primera barrera.

10) Los equipos tipo pedestal deben colocarse sobre una base de concreto.

11) Las cajas, cámaras u otros dispositivos de los equipos que contengan fusibles, interruptores u otras partes susceptibles de producir gases, deben estar construidas en tal forma que resistan las presiones interiores que se produzcan para no causar daños a personas u otros equipos próximos.

c) Localización. Los equipos y sus estructuras no deben obstruir el acceso o salida del personal en los pozos o bóvedas.

Los equipos de pozos o bóvedas no deben instalarse a distancias menores a 20 centímetros de la parte de atrás de escaleras fijas y no deben interferir con su uso.

Los equipos deben acomodarse en los pozos o bóvedas de tal forma que permitan la instalación, operación y mantenimiento de todas las partes de sus estructuras.

Los interruptores de operación manual o eléctrica deben accionarse en forma segura, esto puede realizarse con dispositivos auxiliares portátiles que se fijen temporalmente.

Los equipos no deben interferir con estructuras de drenaje.

Los equipos no deben obstaculizar la ventilación de estructuras o envolventes.

d) Instalación. Todos los equipos deben contar con dispositivos de suspensión adecuados a su masa, para facilitar su instalación y montaje.

Las partes vivas deben quedar instaladas, aisladas o protegidas, que se evite el contacto accidental de personas o del agua con el equipo.

Los dispositivos de operación, inspección y pruebas deben estar visibles y fácilmente accesibles cuando el equipo se encuentre instalado en su posición definitiva y sin tener que remover ninguna conexión permanente.

Las partes vivas deben aislarse o protegerse de la exposición a líquidos conductores u otros materiales que puedan presentarse en la estructura que contiene el equipo.

Cuando los controles de los equipos sean accesibles a personal no calificado, deben asegurarse con pernos, candados o sellos.

e) Conexión de puesta a tierra. Los tanques, envolventes y cubiertas metálicas de los equipos deben ser puestos a tierra como se indica en el Artículo 250.

f) Identificación. Los equipos instalados en pozos o bóvedas deben contar con placas o algún otro medio que los identifique permanentemente para su correcta instalación y operación.

923-8. Instalación en túneles.

a) Generalidades. Las instalaciones en túneles de cables y equipos eléctricos y de comunicación, deben cumplir con los requisitos aplicables de la Parte D del Artículo 110.

b) Protección a las personas. Cuando el túnel sea accesible al público o cuando se requiera que entre personal para instalar, operar y mantener los cables y el equipo, el diseño del túnel debe incluir medios de protección a las personas y, donde sea necesario, barreras, detectores, alarmas, ventilación, bombas y dispositivos de seguridad adecuados. Los medios de protección que deben considerarse son los siguientes:

- 1) Contra atmósferas venenosas o asfixiantes.
- 2) Contra fuego, explosión, altas temperaturas y fallas de tuberías de presión.
- 3) Contra tensiones eléctricas inducidas.
- 4) Contra posible inundación del túnel.
- 5) Medios seguros de salida rápida del túnel, cuando menos en dos direcciones.

6) Espacios libres de trabajo, con una dimensión mínima horizontal de 90 centímetros y vertical de 1.80 metros, dejando una distancia mínima libre de 60 centímetros con respecto al paso de vehículos o máquinas en movimiento.

7) Banquetas libres de obstáculos para el tránsito de trabajadores dentro del túnel.

8) Equipos de protección para prevenir a los trabajadores de riesgos debidos a la operación de vehículos u otras maquinarias en los túneles.

9) Banquetas sin obstrucciones para los trabajadores dentro del túnel.

c) Protección a las instalaciones. En túneles que contengan instalaciones eléctricas y de comunicación deben considerarse medidas de protección contra el medio desfavorable en que se encuentren. Estas medidas pueden ser:

- 1) Contra el efecto de la humedad o la temperatura.
- 2) Contra el efecto de líquidos y gases.
- 3) Contra el efecto de la corrosión.

923-9. Puesta a tierra.

Para disposiciones para puesta a tierra, véase el Artículo 921.

Parte B. Obra civil

923-10. Trayectoria.

a) Generalidades

1) La obra civil para instalaciones subterráneas debe seguir, en lo posible, una trayectoria recta entre sus extremos; cuando sea necesario puede seguir una trayectoria curva, siempre que el radio de curvatura sea lo suficientemente grande para evitar el daño de los cables durante su instalación.

NOTA: Se recomienda que el cambio máximo de dirección en un tramo recto de un banco de ductos aplicando el dobléz natural de éstos, no sea mayor que cinco grados.

2) Si la trayectoria de las instalaciones subterráneas sigue una ruta paralela a otras canalizaciones o estructuras subterráneas ajenas, no debe localizarse directamente arriba o abajo de dichas canalizaciones o estructuras; cuando esto no sea posible, debe cumplirse con la separación indicada en la Tabla 923-12(b).

3) En cada caso debe formarse un Comité con un representante por cada institución que haga uso del suelo para instalaciones subterráneas con la finalidad de optimizar el uso del mismo, reglamentando la ubicación de las instalaciones subterráneas en la vía pública, atendiendo en lo aplicable lo indicado por esta NOM. Véase la Figura 923-10(a)(3).

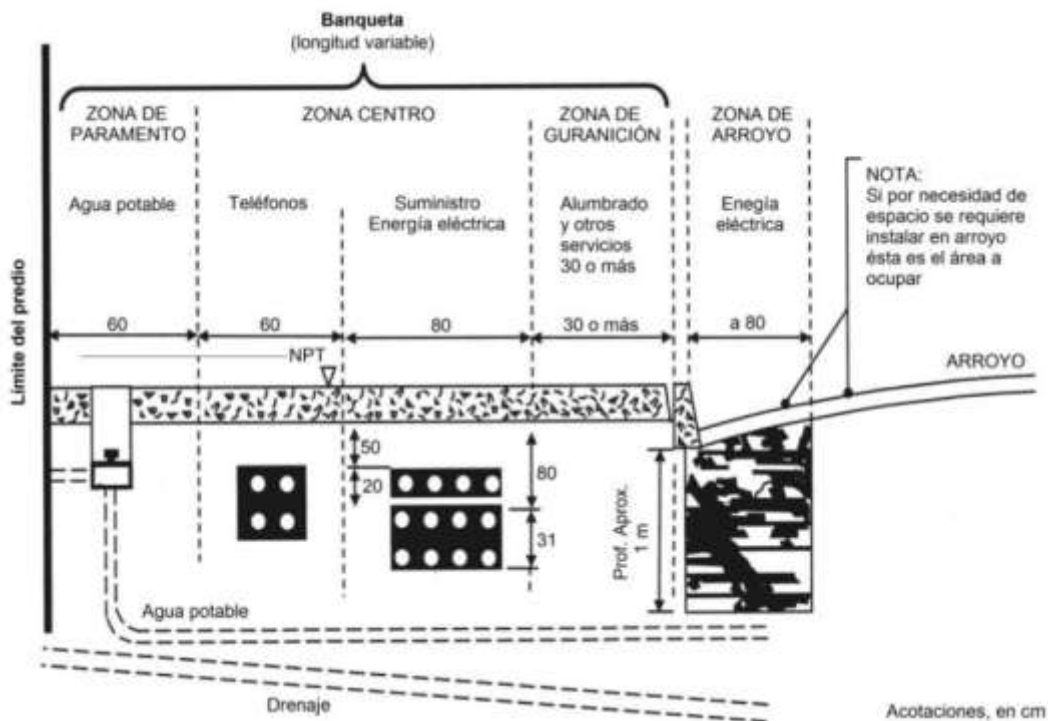


Figura 923-10(a)(3).- Zonificación recomendada de instalaciones en banqueta

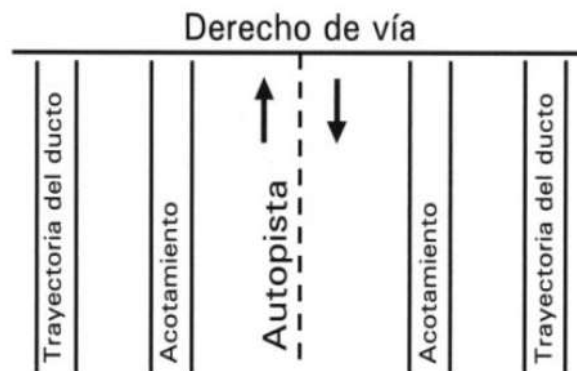


Figura 923-10(c).- Banco de ductos a lo largo de autopistas

b) Riesgos naturales del terreno. Debe evitarse en lo posible que la trayectoria de las canalizaciones subterráneas atraviese terrenos inestables (pantanosos, lodosos, entre otros) o altamente corrosivos. Si es necesario construir a través de estos terrenos, debe hacerse de tal manera que se evite o reduzca al mínimo el movimiento o la corrosión.

c) Autopistas y calles

1) Calles. Cuando los bancos de ductos deban enterrarse a lo largo de calles en donde no existan banquetas, debe utilizarse como trayectoria la guarnición, en su defecto utilizar el límite de predio.

2) Autopistas. Cuando los bancos deban enterrarse a lo largo de autopistas, éstos deben ubicarse dentro del derecho de vía a 1.00 metro fuera del acotamiento, como se indica en la Figura 923-10(c).

d) Túneles y puentes. La localización de la obra civil para instalaciones subterráneas en túneles y puentes debe hacerse previendo que el tráfico la dañe lo menos posible. Asimismo, deben tenerse accesos seguros para la inspección y mantenimiento tanto de las estructuras como de la obra civil.

e) Cruzamientos de vías de ferrocarril. En los cruzamientos de vías de ferrocarril ubicados en calles pavimentadas, la profundidad mínima de la obra civil de instalaciones subterráneas debe ser de 90 centímetros; cuando la vía del ferrocarril esté localizada en calles o caminos no pavimentados, la profundidad mínima debe ser de 1.30 metros.

En caso de requerirse registros, pozos de visita o bóvedas, éstos deben localizarse en el derecho de vía.

Cuando existan condiciones especiales o si el proyecto propuesto interfiere con instalaciones existentes, las partes involucradas deben acordar los requerimientos a cumplir.

NOTA: Cuando no sea posible cumplir con las profundidades marcadas en este punto, éstas se pueden reducir previo acuerdo entre las partes involucradas, pero en ningún caso los bancos de ductos o alguna protección de éstos debe estar expuesta a la carpeta de agregados donde se hacen trabajos de mantenimiento y limpieza.

f) Cruzamientos submarinos. Los cruzamientos submarinos deben ser instalados siguiendo una trayectoria tal, que estén protegidos de la erosión ocasionada por la acción de las olas o las corrientes submarinas. Su trayectoria no debe atravesar zonas de anclaje de embarcaciones. Cuando esto no pueda evitarse, su trayectoria debe señalarse mediante boyas que formen un canal dentro del cual estarán los cables que integran el cruzamiento submarino.

g) Cimentaciones. Las canalizaciones subterráneas no deben instalarse directamente abajo de cimentaciones de edificios o de tanques de almacenamiento. Cuando esto no sea posible, la estructura del banco de ductos debe diseñarse para prevenir la aplicación de cargas perjudiciales sobre los cables.

923-11. Profundidad. La Tabla 923-11 indica la profundidad mínima a la que deben instalarse los ductos o bancos de ductos, siempre que se cumplan los requisitos que se indican en 923-14(a)(3). Esta profundidad debe considerarse con respecto a la parte superior de los ductos o su recubrimiento.

923-12. Separación de otras instalaciones subterráneas.

a) Generalidades. La separación entre el sistema de canalizaciones subterráneas y otras estructuras subterráneas ubicadas en forma paralela debe tener el ancho necesario para permitir el mantenimiento de los sistemas sin dañar las estructuras paralelas. Un banco de ductos que cruce sobre otra estructura debe tener una separación suficiente que evite el daño de ésta, estas separaciones deben ser determinadas por las partes involucradas.

NOTA: Cuando un banco de ductos cruce un pozo, una bóveda o por el techo de túneles de tránsito vehicular, éstos pueden estar soportados directamente en el techo, si las partes involucradas están de acuerdo.

b) Separaciones mínimas. La separación mínima entre ductos o bancos de ductos, y entre ellos y otras estructuras se indica en la Tabla 923-12(b).

Tabla 923-11.- Profundidad mínima de los ductos o bancos de ductos

Localización	Profundidad mínima (m)
En lugares no transitados por vehículos.	0.30
En lugares transitados por vehículos.	0.50
Bajo carreteras.	1.00
Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril ubicadas en calles pavimentadas.	0.90
Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril ubicadas en calles o caminos no pavimentados.	1.30

1. Cuando se instalen cables para diferentes tensiones en una misma trinchera, los cables de mayor tensión deben estar a mayor profundidad.

2. Los cables submarinos deben enterrarse en una trinchera de 1.00 metro de profundidad hasta alcanzar 10.00 metros de profundidad en zonas de arena. En zonas de roca debe protegerse con medias cañas de fierro; en partes más profundas deben ir depositadas en el lecho marino.

3. Cuando no sea posible cumplir con estas profundidades, éstas pueden reducirse previo acuerdo entre las partes involucradas.

Tabla 923-12(b).- Separación mínima entre ductos o bancos de ductos y con respecto a otras estructuras subterráneas

Medio separador	Separación mínima metros
Tierra compactada	0.30
Tabique	0.10
Concreto	0.05

Previo acuerdo entre las partes involucradas, pueden reducirse estas separaciones.

c) Separación de instalaciones de drenaje, tuberías de agua, vapor o combustible. Los ductos o bancos de ductos de líneas eléctricas y de comunicación, no deben quedar en contacto con ninguna de estas instalaciones; su separación debe ser tan grande como sea posible, a fin de permitir trabajos de reparación o mantenimiento. En el caso de cruzamientos sobre dichas instalaciones, deben colocarse en ambos lados soportes adecuados para evitar que el peso de los ductos pueda dañar a las instalaciones. La separación mínima entre ductos o bancos de ductos de líneas eléctricas y de comunicación con instalaciones de combustible debe ser 1.00 metro.

d) Terrenos rocosos. Cuando el terreno sea rocoso y no permita respetar la profundidad mínima, el banco de ductos debe hacerse de concreto con la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos a que se encuentran sometidos. El banco de ductos puede colocarse inmediatamente bajo del piso terminado.

923-13. Excavación y material de relleno.

a) Trincheras. El fondo de las trincheras debe estar limpio, relativamente plano y compactado a 90 por ciento para banquetas y a 95 por ciento para calles. Cuando la excavación se haga en terreno rocoso, el ducto o banco de ductos debe colocarse sobre una capa protectora de material de relleno limpio y compactado.

b) Material de relleno. El relleno debe estar libre de materiales que puedan dañar a los ductos o bancos de ductos y compactado a 90 por ciento.

923-14. Ductos y sus acoplamientos.

a) Generalidades

1) El material de los ductos debe ser resistente a esfuerzos mecánicos, a la humedad y al ataque de agentes químicos del medio donde quede instalado.

2) El material y la construcción de los ductos debe seleccionarse y diseñarse en forma que la falla de un cable en un conducto no se extienda a los cables de ductos adyacentes.

3) Los ductos o bancos de ductos deben estar diseñados y contruidos para soportar las cargas exteriores a que pueden quedar sujetos, de acuerdo con los criterios que se establecen en 923-16, excepto que la carga de impacto puede ser reducida un tercio por cada 30 centímetros de profundidad, de forma que no necesita considerarse carga de impacto cuando la profundidad es de 90 centímetros o mayor.

4) El acabado interior de los ductos debe estar libre de asperezas o filos que puedan dañar los cables.

5) El área de la sección transversal de los ductos debe ser tal que, de acuerdo con su longitud y curvatura, permita instalar los cables sin causarles daño.

b) Instalación

1) En media tensión debe usarse un ducto no metálico por cable y en baja tensión un ducto por circuito.

Excepción: Se permite utilizar hasta tres conductores en una canalización en transiciones aéreo-subterráneas.

2) Los ductos incluyendo sus extremos y dobleces deben quedar fijos por el material de relleno, envolvente de concreto, anclas u otros medios, en tal forma que se mantengan en su posición original bajo los esfuerzos impuestos durante la instalación de los cables u otras condiciones.

3) Los tramos de ductos deben quedar unidos de forma que no queden escalones entre uno y otro tramo. No deben usarse materiales que puedan penetrar al interior de los ductos, formando protuberancias al solidificarse y que puedan causar daño a los cables.

4) Cuando se tengan condiciones tales que se requiera usar tubos con revestimiento exterior, el revestimiento de éstos debe ser resistente a la corrosión y debe ser inspeccionado y probado, verificando que el revestimiento sea continuo y esté intacto antes de rellenar; debe tenerse la precaución de no dañar el revestimiento al hacer el rellenado y compactado.

5) Cuando se tengan bancos de ductos instalados en puentes metálicos, el banco de ductos debe tener la capacidad de permitir la expansión y contracción de la estructura del puente. Los bancos de ductos que pasen a través de los estribos del puente deben instalarse de forma que se evite o resista cualquier hundimiento debido a un asentamiento del suelo.

6) Los ductos a la entrada de registros, pozos, bóvedas y otros recintos, deben quedar en terreno perfectamente compactado o quedar soportados adecuadamente para evitar esfuerzos cortantes en los mismos.

7) El extremo de los ductos dentro de los registros, pozos, bóvedas y otros recintos, debe tener los bordes redondeados y lisos para evitar daño a los cables.

8) Se recomienda que los ductos se instalen con una pendiente de 0.25 por ciento como mínimo, para facilitar el drenado.

9) Para evitar la posibilidad de que por los ductos entren líquidos, gases o animales, se recomienda utilizar sellos que impidan su paso. Esta medida puede complementarse con la instalación de dispositivos de ventilación y drenaje.

923-15. Registros, pozos y bóvedas.

a) Localización. La localización de los registros, pozos y bóvedas debe ser tal que su acceso desde el exterior quede libre y sin interferir con otras instalaciones. Debe evitarse, en lo posible, que en carreteras queden localizados en la carpeta asfáltica y en vías de ferrocarril en el terraplén.

b) Protección. Cuando los registros, pozos y bóvedas estén con el acceso abierto, deben colocarse medios adecuados de protección y advertencia para evitar accidentes.

c) Desagüe. En los registros, pozos y bóvedas, cuando sea necesario, debe instalarse un medio adecuado de desagüe. No debe existir comunicación con el sistema de drenaje.

d) Ventilación. Cuando los pozos, bóvedas y túneles tengan comunicación con galerías o áreas cerradas transitadas por personas, deben tener un sistema adecuado de ventilación hacia el exterior.

e) Detección de gases. Cuando se requiera entrar en algún pozo o bóveda, debe ventilarse previamente, si se sospecha que existen en el ambiente gases explosivos o tóxicos, debe determinarse y comprobarse mediante equipo adecuado si el ambiente es tolerable por el ser humano.

f) Obstrucción de accesos. Los accesos a registros, pozos o bóvedas no deben ser obstruidos por construcciones, estructuras, instalaciones provisionales, equipos semifijos o cualquier otra instalación.

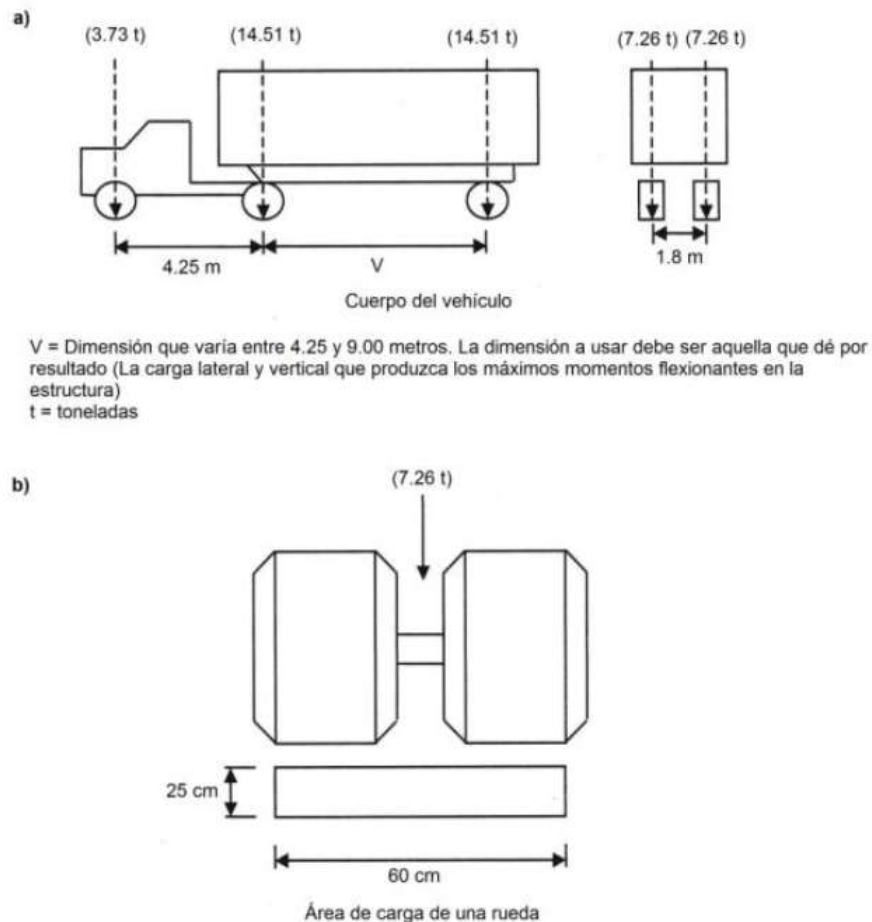


Figura 923-16.- Características del vehículo para determinar la carga dinámica

a) Masa y dimensiones de un vehículo

b) Área de carga de una rueda

923-16. Resistencia mecánica. Los registros, pozos y bóvedas deben estar diseñados y construidos para soportar todas las cargas estáticas y dinámicas que puedan actuar sobre su estructura.

Las cargas estáticas incluyen el peso propio de la estructura, el del equipo, el del agua sobre la cubierta interior, el del hielo y otras cargas que tengan influencia sobre la misma estructura.

Las cargas dinámicas incluyen principalmente el peso de vehículos en movimiento y cargas por impacto que actúen sobre la estructura.

a) En las zonas de tránsito de vehículos debe tenerse en cuenta, para el cálculo, el vehículo más pesado que pueda transitar por el lugar y debe considerarse que su masa se reparte en cuatro ruedas, pero que sólo una de ellas transmite su carga a la cubierta y a la estructura del registro, pozo o bóveda, en un área vertical de 25 x 60 centímetros; excepto el caso en que, por las dimensiones del recinto, la estructura y su cubierta deban soportar la carga transmitida por dos ruedas separadas 2.00 metros en línea transversal al eje del vehículo.

Como referencia, la carga dinámica que puede considerarse para el cálculo anterior corresponde a un vehículo cuya masa y dimensiones se indican en (a).

b) En zonas que no tienen tránsito de vehículos debe considerarse una carga dinámica mínima de 15 000 N/m² (15 kilopascales).

c) Las cargas dinámicas deben incrementarse en 30 por ciento por impacto.

d) Cuando en los registros, pozos y bóvedas se coloquen anclas para el jalado de los cables, éstas deben tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas, con un factor de seguridad mínimo de 2.

923-17. Dimensiones. Las paredes interiores de los registros deben dejar un espacio libre cuando menos igual que el que deja su tapa de acceso, y su altura debe ser tal que permita a una persona trabajar desde el exterior o parcialmente introducida en ellos.

En los pozos y bóvedas, además del espacio ocupado por cables y equipo, debe dejarse espacio libre suficiente para trabajar. La dimensión horizontal de este espacio debe ser cuando menos de 0.90 metros y la vertical de 1.80 metros.

En el caso de líneas de comunicación, las dimensiones mínimas de dicho espacio deben ser: la horizontal de 0.80 metros y la vertical de 1.20 metros.

923-18. Acceso a pozos y bóvedas.

a) El acceso a los pozos debe tener un espacio libre mínimo de 56 x 65 centímetros si es rectangular, o de 84 centímetros de diámetro si es circular. En el caso de líneas de comunicación dicho espacio debe ser de 40 x 50 centímetros si es rectangular. El acceso debe estar libre de protuberancias que puedan lesionar al personal o que impidan una rápida salida.

b) El acceso a pozos y bóvedas no debe ser localizado directamente sobre los cables o equipo. Cuando el acceso interfiera con algún obstáculo, puede quedar localizado sobre los cables, si se cumple con alguna de las siguientes medidas:

- (1)** una señal de advertencia adecuada;
- (2)** una barrera de protección sobre los cables; o
- (3)** una escalera fija.

c) En bóvedas puede tenerse otro tipo de aberturas localizadas sobre el equipo, para facilitar su operación desde el exterior.

923-19. Tapas. Las tapas de los registros, pozos y bóvedas deben ser de masa y diseño para que asienten y cubran los accesos, así como para evitar que puedan ser fácilmente removidas sin herramientas. Cuando las tapas de bóvedas y pozos para acceso del personal sean ligeras, deben estar provistas de aditamentos para la colocación de candados.

Las tapas deben ser de un diseño tal que no puedan caer accidentalmente dentro de los registros, pozos o bóvedas. No deben tener protuberancias dentro de los pozos de visita suficientemente grandes para tener contacto con los cables o equipos.

Las tapas y sus soportes deben tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas que se mencionan en 923-16.

Las tapas deben ser de un material o contar con un recubrimiento adecuado a las condiciones térmicas, químicas, mecánicas y ambientales del lugar.

Las tapas deben ser antiderrapantes y tener una identificación visible desde el exterior que indique el tipo de instalación o la empresa a la que pertenecen.

En el caso de transformadores instalados en bóvedas, las tapas deben contar con una rejilla apropiada para permitir la ventilación. La separación del enrejado no debe permitir el paso de objetos que puedan dañar a los cables o equipos.

923-20. Puertas de acceso a túneles y bóvedas.

a) Las puertas de acceso deben localizarse de forma que se provea un acceso seguro.

b) Las puertas de acceso del personal a las bóvedas no deben localizarse o abrir directamente sobre el equipo o cables. Las aperturas de otros tipos (no para acceso del personal) en las bóvedas, pueden ubicarse sobre el equipo para facilitar el trabajo, reemplazo o instalación del mismo.

c) Cuando las puertas de túneles y bóvedas dentro de edificios estén accesibles al público, deben estar cerradas con llave, a menos que persona autorizada impida la entrada al público.

d) Estas puertas deben diseñarse de forma que una persona pueda salir rápidamente, aun cuando la puerta esté cerrada desde el exterior.

923-21. Protección en áreas de trabajo.**a) Tráfico de peatones y vehículos**

1. Antes de iniciar cualquier trabajo que pueda poner en peligro al público o a los trabajadores, deben colocarse avisos preventivos o barreras normalizadas, o conos fosforescentes, de tal manera que sean perfectamente visibles al tráfico que se acerca al lugar de trabajo; en estos mismos casos, el personal de piso a cargo de estos trabajos debe usar chalecos de color fosforescente y debe poner en funcionamiento los faros giratorios del vehículo. Durante la noche, adicionalmente deben utilizarse señales luminosas o reflejantes. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones de tráfico lo justifiquen, una persona debe dedicarse exclusivamente a advertir al tráfico sobre los riesgos existentes, utilizando banderolas rojas o señales luminosas según sea de día o de noche. Los preventivos mencionados deben estar a una distancia adecuada considerando la topografía y configuración de las vías de circulación en el área de trabajo, así como la velocidad de circulación.

2. Se recomienda que los avisos sean de la siguiente manera:

- En los "avisos de precaución" el fondo de color ámbar con señales y letreros de advertencia color negro.
- En los "avisos de peligro" el fondo de color blanco con señales y letreros de advertencia color rojo.

3. Durante el día, los hoyos, cepas, registros sin tapa u obstrucciones, deben identificarse con señales de peligro, tales como avisos preventivos y acordonamiento, conos fosforescentes o barreras. Durante la noche deben usarse señales luminosas o reflejantes. De ser necesario dejar desatendido temporalmente algún hoyo o cepa, debe colocarse una tapa provisional, para evitar accidentes al público.

4. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones del tráfico lo justifiquen, debe solicitarse el auxilio de las autoridades de tránsito competentes, para advertir al tráfico sobre los riesgos existentes.

b) Trabajadores

1. Cuando por razón de los trabajos se expongan partes energizadas o en movimiento, deben colocarse avisos preventivos y guardas, para advertir a los otros trabajadores en el área.

2. Cuando se trabaje en áreas con secciones múltiples muy semejantes, como es el caso de una sección de una subestación, la sección de trabajo debe marcarse en forma notoria, acordonándola o usando barreras, con avisos preventivos, a fin de evitar contactos accidentales con partes vivas tanto de la propia sección de trabajo como de secciones adyacentes.

c) Conductores

Todo trabajador que encuentre cables o alambres que representen peligro, debe informar de la situación peligrosa a su jefe inmediato, colocando avisos preventivos y debe quedarse a vigilar. De estar facultado y contar con los medios necesarios debe corregir la condición que representa peligro.

ARTÍCULO 924**SUBESTACIONES**

924-1. Objetivo y campo de aplicación. Este Artículo contiene requisitos que se aplican a las subestaciones de usuarios (véase 110-30 y 110-31), y a las instalaciones que forman parte de sistemas instalados en la vía pública.

Estos requisitos se aplican a toda instalación, en el caso de instalaciones provisionales (que pueden requerirse en el proceso de construcción de fábricas o en subestaciones que están siendo reestructuradas o reemplazadas), el cumplimiento de alguno de estos requisitos se puede lograr por otros medios, siempre que se brinde la debida seguridad.

924-2. Medio de desconexión general. Toda subestación particular debe tener en el punto de enlace entre el suministrador y el usuario un medio de desconexión general, ubicado en un lugar de fácil acceso y en el límite del predio, para las subestaciones siguientes:

a) Compactas

Excepción: En subestaciones compactas con un solo transformador que requieran ampliarse y no cuenten con espacio suficiente, se permite colocar un segundo transformador en el mismo medio de desconexión general, siempre que cada transformador tenga su propio medio de protección.

b) Abiertas o pedestal mayores a 500 kilovoltamperes

Abiertas o pedestal, se permite colocar un segundo transformador en el mismo medio de desconexión general, siempre que cada transformador tenga su propio dispositivo de protección contra sobrecorriente.

924-3. Resguardos de locales y espacios. Los locales y espacios en que se instalen subestaciones deben tener restringido y resguardado su acceso; por medio de cercas de malla, muros o bien en locales especiales para evitar la entrada de personas no calificadas. Los resguardos deben tener una altura mínima de 2.10 metros y deben cumplir con lo indicado en la Sección 110-34, espacio de trabajo y protección.

Excepción: En subestaciones tipo pedestal y compactas es suficiente una delimitación de área.

924-4. Condiciones de los locales y espacios. Los locales donde se instalen subestaciones deben cumplir con lo siguiente:

a) Deben estar hechos de materiales resistentes al fuego de al menos una hora.

b) No deben emplearse como almacenes, talleres o para otra actividad que no esté relacionada con el funcionamiento y operación del equipo.

Excepción: Se permite colocar en el mismo local la planta generadora de emergencia o respaldo, cumpliendo con el Artículo 445.

c) No debe haber polvo o pelusas combustibles en cantidades peligrosas ni gases inflamables o corrosivos.

d) Deben tener ventilación adecuada para que el equipo opere a su temperatura y para minimizar los contaminantes en el aire bajo cualquier condición de operación.

La restricción de acceso a las subestaciones tipo abierta y azotea debe cumplir con lo indicado en la sección 110-31.

e) Deben mantenerse secos.

924-5. Instalación de alumbrado. Los niveles de iluminación mínima sobre la superficie de trabajo, para locales o espacios, se muestran en la Tabla 924-5, véase adicionalmente lo indicado en 110-34(d).

Tabla 924-5.- Niveles mínimos de iluminancia requeridos

Tipo de lugar	Iluminancia (lx)
Frente de tableros de control con instrumentos, diversos e interruptores, etc.	270
Parte posterior de los tableros o áreas dentro de tableros "dúplex"	55
Pupitres de distribución o de trabajo	270
Cuarto de baterías	110
Pasillos y escaleras (medida al nivel del piso)	55
Alumbrado de emergencia, en cualquier área	11
Áreas de maniobra	160
Áreas de tránsito de personal y vehículos	110
General	22

Excepción 1: No se requiere iluminación permanente en celdas de desconectores y pequeños espacios similares ocupados por aparatos eléctricos.

Excepción 2: Las subestaciones de usuarios de tipo poste o pedestal quedan excluidas de los requerimientos a que se refiere esta sección y pueden considerarse iluminadas con el alumbrado existente para otras áreas adyacentes.

a) Contactos y unidades de alumbrado. Los contactos para conectar aparatos portátiles deben situarse de manera que, al ser utilizados, no se acerquen en forma peligrosa a cordones flexibles o a partes vivas.

Las unidades de alumbrado deben situarse de manera que puedan ser controladas, repuestas y limpiadas desde lugares de acceso seguro. No deben instalarse usando conductores que cuelguen libremente y que puedan moverse de modo que hagan contacto con partes vivas de equipo eléctrico.

b) Circuito independiente. En subestaciones, el circuito para alumbrado y contactos debe alimentar exclusivamente estas cargas y tener protección adecuada contra sobrecorriente independiente de los otros circuitos.

c) Control de alumbrado. Con objeto de reducir el consumo de energía y facilitar la visualización de fallas en el área de equipos, barras y líneas, el alumbrado debe permanecer al mínimo valor posible, excepto en los momentos de maniobras.

d) Eficiencia. Para optimizar el uso de la energía, se recomienda proporcionar mantenimiento e inspeccionar las luminarias y sus conexiones.

e) Alumbrado de emergencia. Debe colocarse en el local, cuando menos, una lámpara para alumbrado de emergencia en cada puerta de salida del local.

924-6. Pisos, barreras y escaleras.

a) Pisos. En las subestaciones los pisos deben ser planos, firmes y con superficie antiderrapante, se debe evitar que haya obstáculos en los mismos. Los huecos, registros y trincheras deben tener tapas adecuadas.

El piso debe tener una pendiente (se recomienda una mínima de 2.5 por ciento) hacia las coladeras del drenaje.

b) Barreras. Todos los huecos en el piso que no tengan tapas o cubiertas adecuadas y las plataformas de más de 50 centímetros de altura deben estar provistos de barreras, de 1.20 metros de altura, como mínimo. En lugares donde se interrumpa una barrera junto a un espacio de trabajo, para dar acceso a una escalera, debe colocarse otro tipo de barrera (reja, cadena).

c) Escaleras. Las escaleras que tengan cuatro o más escalones deben tener pasamanos. Las escaleras con menos de cuatro escalones deben distinguirse convenientemente del área adyacente, con pintura de color diferente u otro medio. No deben usarse escaleras tipo "marino", excepto en bóvedas.

924-7. Accesos y salidas. Los locales y cada espacio de trabajo deben tener un acceso y salida libre de obstáculos.

Si la forma del local, la disposición y características del equipo en caso de un accidente pueden obstruir o hacer inaccesible la salida, el área debe estar iluminada y debe proporcionar un segundo acceso y salida, indicando una ruta de evacuación.

La puerta de acceso y salida de un local debe abrir hacia afuera y estar provista de un seguro que permita su apertura, desde adentro. En subestaciones interiores, cuando no exista espacio suficiente para que el local cuente con puerta de abatimiento, se permite el uso de puertas corredizas, siempre que éstas tengan claramente marcado su sentido de apertura y se mantengan abiertas mientras haya personas dentro del local.

La puerta debe tener fijo en la parte exterior y en forma completamente visible, un aviso con la leyenda:

"PELIGRO ALTA TENSIÓN"

924-8. Protección contra incendio. Independientemente de los requisitos y recomendaciones que se fijen en esta sección, debe cumplirse la reglamentación en materia de prevención de incendios.

a) Extintores. Deben colocarse extintores portátiles, tantos como sean necesarios en lugares visibles, de fácil acceso, libres de obstáculos y debidamente señalizados, situando dos, cuando menos, a una distancia que no exceda de 15 metros de la entrada de las subestaciones. En tensiones mayores de 1000 volts no se deben utilizar extintores de polvo químico seco.

Los extintores deben revisarse periódicamente para que estén permanentemente en condiciones de operación y no deben estar sujetos a cambios de temperaturas mayores que los indicados por el fabricante.

En las subestaciones de tipo abierto o pedestal instalados en redes de distribución no se requiere colocar extintores de incendio.

b) Sistemas integrados. En tensiones mayores de 69 kilovolts, se recomienda el uso de sistemas de protección contra incendio tipo fijo que operen automáticamente por medio de detectores de fuego que, al mismo tiempo, accionen alarmas.

c) Contenedores para aceite. En el equipo que contenga aceite, se deben tomar alguna o algunas de las siguientes medidas:

1) Proveer medios adecuados para confinar, recoger y almacenar el aceite que pudiera escaparse del equipo, mediante recipientes o depósitos independientes del sistema de drenaje. Para transformadores mayores que 1000 kilovoltamperes, el confinamiento debe ser para una capacidad de 20 por ciento de la capacidad de aceite del equipo y cuando la subestación tiene más de un transformador, una fosa colectora equivalente al 100 por ciento del equipo de mayor capacidad.

2) Construir muros divisorios, de tabique o concreto, entre transformadores y entre éstos y otras instalaciones vecinas, cuando el equipo opere a tensiones iguales o mayores a 69 kilovolts.

3) Separar los equipos en aceite con respecto a otros aparatos, por medio de barreras resistentes al fuego al menos una hora, o bien por una distancia suficiente para evitar la proyección de aceite incendiado de un equipo hacia los otros aparatos.

924-9. Localización y accesibilidad.

a) Los tableros deben colocarse donde el operador no esté expuesto a daños por la proximidad de partes vivas o partes de maquinaria o equipo en movimiento.

b) No debe haber materiales combustibles en la cercanía.

c) El espacio alrededor de los tableros debe conservarse despejado y no usarse para almacenar materiales, de acuerdo con lo indicado en 110-34.

d) El equipo de interruptores debe estar dispuesto de forma que los medios de control sean accesibles al operador.

924-10. Dispositivo general de protección contra sobrecorriente. Toda subestación debe tener en el lado primario un dispositivo general de protección contra sobrecorriente para la tensión y corriente del servicio, referentes a la corriente de interrupción y a la capacidad o ajuste de disparo, respectivamente (ver 230-206).

En subestaciones con dos o más transformadores, o en subestaciones receptoras con varias derivaciones para transformadores remotos u otras cargas, véase 240-100.

Excepción: En ampliaciones de subestaciones compactas aplicar la Excepción de 924-2.

924-11. Requisitos generales del sistema de protección del usuario. La protección del equipo eléctrico instalado en la subestación de un usuario no debe depender del sistema de protección del suministrador.

Las fallas por cortocircuito en la instalación del usuario no deben ocasionar la apertura de las líneas suministradoras, lo cual puede afectar el servicio a otros usuarios, para tal fin el usuario debe consultar con el suministrador con objeto de obtener la coordinación correspondiente.

924-12. Equipo a la intemperie o en lugares húmedos. En instalaciones a la intemperie o en lugares húmedos, el equipo debe estar diseñado y construido para operar satisfactoriamente bajo cualquier condición atmosférica existente.

924-13. Consideraciones ambientales

a) Las subestaciones con tensiones mayores a 69 kilovolts deben considerar la limitación de los esfuerzos sísmicos y dinámicos que soporta el equipo a través de sus conexiones.

b) Los equipos deben ser capaces de soportar los esfuerzos sísmicos que se le transmiten del suelo a través de sus bases de montaje y que resultan de las componentes de carga vertical y horizontal, más la ampliación debida a la vibración resonante.

c) El proyecto de las subestaciones urbanas con tensiones mayores a 69 kilovolts deben considerar el efecto del impacto ambiental, de manera que sus inconvenientes se reduzcan a un nivel tolerable.

En las subestaciones ubicadas en áreas urbanas se deben tomar medidas tendientes a limitar el ruido audible a 60 dB, medido en el límite del predio en la colindancia a la calle o a predios vecinos.

924-14. Instalación y mantenimiento del equipo eléctrico. El equipo de las subestaciones debe ser instalado y mantenido para reducir al mínimo los riesgos de accidentes del personal, así como el consumo de energía.

a) Equipo de uso continuo. Antes de ser puesto en servicio, debe comprobarse que el equipo eléctrico cumple con los requisitos establecidos en los diferentes Artículos aplicables de esta NOM.

Posteriormente, debe ser mantenido en condiciones adecuadas de funcionamiento, haciendo inspecciones periódicas para comprobarlo. El equipo defectuoso debe ser reparado o reemplazado.

b) Equipo de uso eventual. Se recomienda que el equipo o las instalaciones que se usen eventualmente, sean revisados y probados antes de usarse en cada ocasión.

Los equipos deben soportarse y fijarse de manera consistente a las condiciones de servicio esperadas. Los equipos pesados como transformadores quedan asegurados por su propio peso, pero aquellos donde se producen esfuerzos por sismo o fuerzas dinámicas durante su operación, pueden requerir medidas adicionales. Véase 924-13.

924-15. Partes con movimientos repentinos. Todas las partes que se muevan repentinamente y que puedan lastimar a personas que se encuentren próximas, deben protegerse por medio de resguardos.

924-16. Identificación del equipo eléctrico. Para identificar al equipo eléctrico en subestaciones se recomienda pintarlo y codificarlo, usando placas, etiquetas o algún otro medio que permita distinguirlo fácilmente, tanto respecto de su funcionamiento como del circuito al que pertenece. Es conveniente establecer un método de identificación uniforme en todo el equipo instalado en una subestación o en un grupo de instalaciones que correspondan a un mismo usuario.

Esta identificación no debe colocarse sobre cubiertas removibles o puertas que puedan ser intercambiadas.

924-17. Transformadores de corriente. Los circuitos secundarios de los transformadores de corriente deben tener medios para ponerse en cortocircuito y conectarse a tierra simultáneamente. Cuando exista relación múltiple y con salidas no conectadas, éstas se deben poner en cortocircuito.

924-18. Protección de los circuitos secundarios de transformadores para instrumentos.

a) Conexión de puesta a tierra. Los circuitos secundarios de transformadores para instrumentos (transformadores de corriente y de potencial) deben tener una referencia efectiva y permanente de puesta a tierra. Véase 250-170.

b) Protección mecánica de los circuitos secundarios cuando los primarios operen a más de 6600 volts. Los conductores de los circuitos secundarios deben alojarse en tubo conduit metálico, permanentemente puesto a tierra, a menos que estén protegidos contra daño mecánico y contra contacto de personas.

924-19. Instalación de transformadores de potencia y distribución. Los requisitos siguientes aplican a transformadores instalados al nivel del piso, en exteriores o interiores:

a) Instalación. Deben cumplirse las disposiciones establecidas en 450-8.

b) Transformadores que contengan aceite. En la instalación de transformadores que contengan aceite deben tenerse en cuenta los requisitos sobre protección contra incendio que se indican en 924-8 y el Artículo 450.

c) Edificios de subestaciones. En edificios que no se usen solamente para subestaciones, los transformadores deben instalarse en lugares especialmente destinados a ello de acuerdo con lo indicado en 450-9 y que sean solamente accesibles a personas calificadas.

924-20. Medio aislante. Deben tomarse las medidas siguientes:

a) Cumplir con lo establecido en 450-25 y en áreas peligrosas, debe cumplir adicionalmente con lo indicado en el Capítulo 5.

b) Los líquidos aislantes deben ser biodegradables, no dañinos a la salud.

924-21. Ajuste de la protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de transformadores (excepto los de medición y control) debe cumplir con lo establecido en 450-3.

924-22. Locales para baterías. Los locales deben ser independientes con un espacio alrededor de las baterías para facilitar el mantenimiento, pruebas y reemplazo de celdas, cumpliendo con lo siguiente:

a) Local independiente. Las baterías se deben instalar en un local independiente.

Dentro de los locales debe dejarse un espacio suficiente y seguro alrededor de las baterías para la inspección, el mantenimiento, las pruebas y reemplazo de celdas.

(Continúa en la Décima Sección)

(Viene de la Novena Sección)

b) Conductores y canalizaciones. No deben instalarse conductores desnudos en lugares de tránsito de personas, a menos que se coloquen en partes altas para quedar protegidos. Para instalar los conductores aislados puede usarse canalización metálica con tapa, siempre que estén debidamente protegidos contra la acción deteriorante del electrolito.

En los locales para baterías, los conductores con envolturas barnizadas no deben usarse.

c) Terminales. Si en el local de las baterías se usan canalizaciones u otras cubiertas metálicas, los extremos de los conductores que se conecten a las terminales de las baterías deben estar fuera de la canalización, por lo menos a una distancia de 30.00 centímetros de las terminales, y resguardarse por medio de una funda aislante.

El extremo de la canalización debe cerrarse herméticamente para no permitir la entrada del electrolito.

d) Pisos. Los pisos de los locales donde se encuentren baterías y donde sea probable que el ácido se derrame y acumule, deben ser de material resistente al ácido o estar protegidos con pintura resistente al mismo. Debe existir un recolector para contener los derrames de electrolito.

e) Equipos de calefacción. No deben instalarse equipos de calefacción de flama abierta o resistencias incandescentes expuestas en el local de las baterías.

f) Iluminación. Los locales de las baterías deben tener una iluminación natural adecuada durante el día.

En los locales para baterías, se deben usar luminarias con portalámparas a prueba de vapor y gas protegidos de daño físico por barreras o aislamientos. Los contactos y apagadores deben localizarse fuera del local.

924-23. Puesta a tierra.

Para disposiciones para puesta a tierra, véase el Artículo 921.

924-24. Tarimas y tapetes aislantes.

Estos medios de protección no deben usarse como substitutos de los resguardos indicados en las Secciones anteriores.

Las tarimas deben ser de material aislante sin partes metálicas, con superficie antiderrapante y con orillas biseladas. Los tapetes también deben ser de material aislante.

En subestaciones de tipo interior, las tarimas y tapetes deben instalarse cubriendo la parte frontal de los equipos de accionamiento manual, que operen a más de 1000 volts entre conductores; su colocación no debe presentar obstáculo en la apertura de las puertas de los gabinetes.

Para subestaciones tipo pedestal o exteriores no se requieren tapetes o tarimas aislantes.

CAPÍTULO 10

TABLAS

NOTA 1: Esta Tabla 1 se basa en las condiciones más comunes de cableado y alineación de los conductores, cuando la longitud de los tramos y el número de curvas de los cables están dentro de límites razonables. Sin embargo, en determinadas condiciones se podrá ocupar una parte mayor o menor de los conductos.

NOTA 2: Cuando se instalen tres conductores o cables dentro de una canalización, si la relación de la canalización (diámetro interno) con el conductor o cable (diámetro externo) está entre 2.8 y 3.2, los cables se podrán atascar dentro de la canalización por lo que se debe instalar una canalización de tamaño inmediato superior. Si bien puede ocurrir un atascamiento cuando se instalen cuatro o más conductores o cables dentro de una canalización, la probabilidad es muy baja.

Tabla 1.- Porcentaje de la sección transversal en tubo conduit y en tubería para los conductores y cables

Número de conductores y/o cables	Área de sección transversal (%)
1	53
2	31
Más de 2	40

Notas de las Tablas

- (1) Véase el apéndice C para el número máximo de conductores y cables de aparatos, todos del mismo tamaño (área de la sección transversal total incluido el aislamiento) permitidos en los tamaños comerciales aplicables de tubo conduit y tuberías.
- (2) La Tabla 1 se aplica sólo a instalaciones completas de tubo conduit o tuberías y no a conductos o tuberías que se emplean para proteger a los cables expuestos contra daño físico.
- (3) Para calcular el por ciento de ocupación de los cables en tubo conduit, se deben tener en cuenta los conductores de puesta a tierra y unión de los equipos, cuando se utilicen. En los cálculos se debe utilizar la dimensión real y total de los conductores de puesta a tierra y unión de los equipos, tanto si están aislados como desnudos.
- (4) Cuando entre las cajas, gabinetes y envoltentes similares se instalan niples cuya longitud total no supera 60 cm., se permite que esos niples estén ocupados hasta el 60% de su sección transversal total y que no se apliquen los factores de ajuste que establece la Sección 310-15(b)(3).
- (5) Para conductores no incluidos en el Capítulo 10, como por ejemplo los cables multiconductores y los cables de fibra óptica, se deben utilizar sus dimensiones reales.
- (6) Para combinaciones de conductores de distinto tamaño nominal se aplican las dimensiones reales o las Tablas 5 y 5A para dimensiones de los conductores y la Tabla 4 para las dimensiones del tubo conduit.
- (7) Cuando se calcula el número máximo de conductores o cables permitidos en tubo conduit, todos del mismo tamaño (incluido el aislamiento), se debe tomar el número inmediato superior si los cálculos del número máximo de conductores permitido dan un resultado decimal de 0.8 o superior.
- (8) Cuando otras Secciones de esta norma permitan utilizar conductores desnudos, se permite utilizar las dimensiones de los conductores desnudos de la Tabla 8.
- (9) Para calcular el por ciento de ocupación en tubo (conduit) o canalización, un cable multiconductor o un cable flexible de dos o más conductores se debe considerar como un solo conductor. Para cables de sección transversal elíptica, el cálculo del área de su sección transversal se hace tomando el diámetro mayor de la elipse como diámetro de un círculo. Los ensambles de conductores sencillos aislados sin una cubierta no serán considerados como un cable cuando se determine el por ciento de ocupación en el tubo conduit o canalización. El por ciento de ocupación en tubo conduit o canalización deberá ser calculado sobre la base de conductores individuales.
- (10) Los valores de diámetro y área aproximados que se muestran en la Tabla 5 se basan en el escenario más desfavorable e indican conductores redondos trenzados en capas concéntricas. Los valores de los conductores sólidos y redondos trenzados en capas concéntricas se agrupan para los fines de la Tabla 5. Los valores de los conductores redondos compactos-trenzados se muestran en la Tabla 5^a. Si se conocen los valores reales de área y diámetro del conductor, debe permitirse que sean utilizados.

Tabla 2.- Radio de las curvas del tubo conduit y tuberías

Tamaño del tubo conduit o tubería		Dobladoras de un solo movimiento y de zapata completa	Otras curvas
Designación métrica	Tamaño comercial	mm	mm
16	½	101.6	101.6
21	¾	114.3	127
27	1	146.05	152.4
35	1¼	184.15	203.2
41	1½	209.55	254
53	2	241.3	304.8
63	2½	266.7	381
78	3	330.2	457.2
91	3½	381	533.4
103	4	406.4	609.6
129	5	609.6	762
155	6	762	914.4

Tabla 4.- Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del tubo conduit (basado en la Tabla 1, de este Capítulo)

Artículo 358 – Tubo conduit metálico (EMT)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm²	mm²	mm²	mm²	mm²
16	½	15.8	196	118	104	61	78
21	¾	20.9	343	206	182	106	137
27	1	26.6	556	333	295	172	222
35	1 ¼	35.1	968	581	513	300	387
41	1 ½	40.9	1314	788	696	407	526
53	2	52.5	2165	1299	1147	671	866
63	2 ½	69.4	3783	2270	2005	1173	1513
78	3	85.2	5701	3421	3022	1767	2280
91	3 ½	97.4	7451	4471	3949	2310	2980
103	4	110.1	9521	5712	5046	2951	3808
Artículo 362 – Tubo conduit no metálico (ENT)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm²	mm²	mm²	mm²	mm²
16	½	15.3	184	110	97	57	73
21	¾	20.4	328	197	174	102	131
27	1	26.1	537	322	284	166	215
35	1 ¼	34.5	937	562	497	291	375
41	1 ½	40.4	1281	769	679	397	512
53	2	52	2123	1274	1125	658	849
63	2 ½	—	—	—	—	—	—
78	3	—	—	—	—	—	—
91	3 ½	—	—	—	—	—	—

Artículo 348 – Tubo conduit metálico flexible (FMC)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
12	⅜	9.70	74	44	39	23	30
16	½	16.10	204	122	108	63	81
21	¾	20.90	343	206	182	106	137
27	1	25.90	527	316	279	163	211
35	1 ¼	32.40	824	495	437	256	330
41	1 ½	39.10	1201	720	636	372	480
53	2	51.80	2107	1264	1117	653	843
63	2 ½	63.50	3167	1900	1678	982	1267
78	3	76.20	4560	2736	2417	1414	1824
91	3 ½	88.90	6207	3724	3290	1924	2483
103	4	101.6	8107	4864	4297	2513	3243
Artículo 342 – Tubo conduit metálico semipesado (IMC)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
12	⅜	—	—	—	—	—	—
16	½	16.80	222	133	117	69	89
21	¾	21.90	377	226	200	117	151
27	1	28.10	620	372	329	192	248
35	1 ¼	36.80	1064	638	564	330	425
41	1 ½	42.70	1432	859	759	444	573
53	2	54.60	2341	1405	1241	726	937
63	2 ½	64.90	3308	1985	1753	1026	1323
78	3	80.70	5115	3069	2711	1586	2046
91	3 ½	93.20	6822	4093	3616	2115	2729
103	4	105.40	8725	5235	4624	2705	3490
Artículo 356 – Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC-B*)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
12	⅜	12.5	123	74	65	38	49
16	½	16.1	204	122	108	63	81
21	¾	21.1	350	210	185	108	140
27	1	26.8	564	338	299	175	226
35	1 ¼	35.4	984	591	522	305	394
41	1 ½	40.3	1276	765	676	395	510
53	2	51.6	2091	1255	1108	648	836

Corresponde a 356.2(2)

Artículo 356 – Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC-A*)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm²	mm²	mm²	mm²	mm²
12	⅜	12.6	125	75	66	39	50
16	½	16	201	121	107	62	80
21	¾	21	346	208	184	107	139
27	1	26.5	552	331	292	171	221
35	1¼	35.1	968	581	513	300	387
41	1½	40.7	1301	781	690	403	520
53	2	52.4	2157	1294	1143	669	863
Corresponde a 356.2(1)							
Artículo 356 – Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC-C*)							
Corresponde a 356-2(3)							
INSERTAR TABLA							
Artículo 350 – Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm²	mm²	mm²	mm²	mm²
12	⅜	12.5	123	74	65	38	49
16	½	16.1	204	122	108	63	81
21	¾	21.1	350	210	185	108	140
27	1	26.8	564	338	299	175	226
35	1¼	35.4	984	591	522	305	394
41	1½	40.3	1276	765	676	395	510
53	2	51.6	2091	1255	1108	648	836
63	2½	63.3	3147	1888	1668	976	1259
78	3	78.4	4827	2896	2559	1497	1931
91	3½	89.4	6277	3766	3327	1946	2511
103	4	102.1	8187	4912	4339	2538	3275
129	5	—	—	—	—	—	—
155	6	—	—	—	—	—	—
Artículo 344 –Tubo conduit metálico pesado (RMC)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm²	mm²	mm²	mm²	mm²
12	⅜	—	—	—	—	—	—
16	½	16.10	204	122	108	63	81
21	¾	21.20	353	212	187	109	141
27	1	27.00	573	344	303	177	229
35	1 ¼	35.40	984	591	522	305	394
41	1 ½	41.20	1333	800	707	413	533
53	2	52.90	2198	1319	1165	681	879
63	2 ½	63.20	3137	1882	1663	972	1255
78	3	78.50	4840	2904	2565	1500	1936
91	3 ½	90.70	6461	3877	3424	2003	2584
103	4	102.90	8316	4990	4408	2578	3326
129	5	128.90	13050	7830	6916	4045	5220
155	6	154.80	18821	11292	9975	5834	7528

Artículo 352 – Tubo conduit rígido de PVC (PVC), Cédula 80							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
12	⅜	—	—	—	—	—	—
16	½	13.40	141	85	75	44	56
21	¾	18.30	263	158	139	82	105
27	1	23.80	445	267	236	138	178
35	1¼	31.90	799	480	424	248	320
41	1½	37.50	1104	663	585	342	442
53	2	48.60	1855	1113	983	575	742
63	2½	58.20	2660	1596	1410	825	1064
78	3	72.70	4151	2491	2200	1287	1660
91	3½	84.50	5608	3365	2972	1738	2243
103	4	96.20	7268	4361	3852	2253	2907
129	5	121.10	11518	6911	6105	3571	4607
155	6	145.00	16513	9908	8752	5119	6605
Artículos 352 y 353 – Tubo conduit rígido de PVC (PVC), Cédula 40 y Conduit HDPE (HDPE)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
12	⅜	—	—	—	—	—	—
16	½	15.3	184	110	97	57	74
21	¾	20.4	327	196	173	101	131
27	1	26.1	535	321	284	166	214
35	1¼	34.5	935	561	495	290	374
41	1½	40.4	1282	769	679	397	513
53	2	52	2124	1274	1126	658	849
63	2½	62.1	3029	1817	1605	939	1212
78	3	77.3	4693	2816	2487	1455	1877
91	3½	89.4	6277	3766	3327	1946	2511
103	4	101.5	8091	4855	4288	2508	3237
129	5	127.4	12748	7649	6756	3952	5099
155	6	153.2	18433	11060	9770	5714	7373

Artículo 352 – Tubo conduit rígido de PVC (PVC), Tipo A							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
16	½	17.80	249	149	132	77	100
21	¾	23.10	419	251	222	130	168
27	1	29.80	697	418	370	216	279
35	1¼	38.10	1140	684	604	353	456
41	1½	43.70	1500	900	795	465	600
53	2	54.70	2350	1410	1245	728	940
63	2½	66.90	3515	2109	1863	1090	1406
78	3	82.00	5281	3169	2799	1637	2112
91	3½	93.70	6896	4137	3655	2138	2758
103	4	106.20	8858	5315	4695	2746	3543
129	5	—	—	—	—	—	—
155	6	—	—	—	—	—	—
Artículo 352 – Tubo conduit rígido de PVC (PVC), Tipo EB							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
16	½	—	—	—	—	—	—
21	¾	—	—	—	—	—	—
27	1	—	—	—	—	—	—
35	1¼	—	—	—	—	—	—
41	1½	—	—	—	—	—	—
53	2	56.40	2498	1499	1324	774	999
63	2½	—	—	—	—	—	—
78	3	84.60	5621	3373	2979	1743	2248
91	3½	96.60	7329	4397	3884	2272	2932
103	4	108.90	9314	5589	4937	2887	3726
129	5	135.00	14314	8588	7586	4437	5726
155	6	160.90	20333	12200	10776	6303	8133

Tabla 5.- Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos

Tipo	Tamaño		Diámetro aproximado	Área aproximada
	mm ²	AWG o kcmil	mm	mm ²
Tipo: FFH-2, RFH-1, RFH-2, RFHH2, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, THHW, THW, THW-2, TW, XF, XFF				
RFH-2, FFH-2	0.824	18	3.454	9.355
RFHH2	1.31	16	3.759	11.10
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4.902	18.9
	3.31	12	5.385	22.77
	5.26	10	5.994	28.19
	8.37	8	8.28	53.87
	13.30	6	9.246	67.16
	21.2	4	10.46	86
	26.7	3	11.18	98.13
	33.6	2	11.99	112.9
	42.4	1	14.78	171.6
	53.5	1/0	15.8	196.1
	67.4	2/0	16.97	226.1
	85.0	3/0	18.29	262.7
	107.2	4/0	19.76	306.7
	127	250	22.73	405.9
	152	300	24.13	457.3
	177	350	25.43	507.7
	203	400	26.62	556.5
	253	500	28.78	650.5
	304	600	31.57	782.9
	355	700	33.38	874.9
	380	750	34.24	920.8
	405	800	35.05	965
	456	900	36.68	1057
	507	1000	38.15	1143
	633	1250	43.92	1515
	760	1500	47.04	1738
	887	1750	49.94	1959
	1013	2000	52.63	2175
SF-2, SFF-2	0.824	18	3.073	7.419
	1.31	16	3.378	8.968
	2.08	14	3.759	11.10
SF-1, SFF-1	0.824	18	2.311	4.194
RFH-1, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	2.692	5.161
TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	2.997	7.032
TW, XF, XFF, THHW, THW, THW-2	2.08	14	3.378	8.968

TW,THHW, THW,THW-2	3.31	12	3.861	11.68
	5.26	10	4.470	15.68
	8.37	8	5.994	28.19
RHH*, RHW*, RHW-2*	2.08	14	4.140	13.48
RHH*, RHW*, RHW-2*, XF, XFF	3.31	12	4.623	16.67
Tipo: RHH*, RHW*, RHW-2*, THHN, THHW, THW, RHH, RHW, THW-2, TFN, TFFN, THWN, THWN2, XF, XFF				
RHH*, RHW*, RHW-2*, XF, XFF	5.26	10	5.232	21.48
RHH*, RHW*, RHW-2*	8.37	8	6.756	35.87
TW,THW,THHW,THW-2,RHH*,RHW*,RHW-2*	13.30	6	7.722	46.84
	21.2	4	8.941	62.77
	26.7	3	9.652	73.16
	33.6	2	10.46	86.00
	42.4	1	12.50	122.60
	53.5	1/0	13.51	143.40
	67.4	2/0	14.68	169.30
	85.0	3/0	16.00	201.10
	107.2	4/0	17.48	239.90
	127	250	19.43	296.50
	152	300	20.83	340.70
	177	350	22.12	384.40
	203	400	23.32	427.00
	253	500	25.48	509.70
	304	600	28.27	627.7
	355	700	30.07	710.3
	380	750	30.94	751.7
	405	800	31.75	791.7
	456	900	33.38	874.9
	507	1000	34.85	953.8
	633	1250	39.09	1200
	760	1500	42.21	1400
	887	1750	45.1	1598
	1013	2000	47.80	1795
TFN, TFFN	0.824	18	2.134	3.548
	1.31	16	2.438	4.645
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	2.819	6.258
	3.31	12	3.302	8.581
	5.26	10	4.166	13.61
	8.37	8	5.486	23.61
	13.30	6	6.452	32.71
	21.2	4	8.23	53.16
	26.7	3	8.941	62.77
	33.6	2	9.754	74.71

	42.4	1	11.33	100.8
	53.5	1/0	12.34	119.7
	67.4	2/0	13.51	143.4
	85.0	3/0	14.83	172.8
	107	4/0	16.31	208.8
	127	250	18.06	256.1
	152	300	19.46	297.3
Tipo: FEP, FEPB, PAF, PAFF, PF, PFA, PFAH, PFF, PGF, PGFF, PTF, PTFF, TFE, THHN, THWN, THWN-2, Z, ZF, ZFF, ZHF				
THHN, THWN, THWN-2	177	350	20.75	338.2
	203	400	21.95	378.3
	253	500	24.1	456.3
	304	600	26.7	559.7
	355	700	28.5	637.9
	380	750	29.36	677.2
	405	800	30.18	715.2
	456	900	31.8	794.3
	507	1000	33.27	869.5
PF, PGFF, PGF, PFF, PTF, PAF, PTFF, PAFF	0.824	18	2.184	3.742
	1.31	16	2.489	4.839
PF, PGFF, PGF, PFF, PTF, PAF, PTFF, PAFF, TFE, FEP, PFA, FEPB, PFAH	2.08	14	2.87	6.452
TFE, FEP, PFA, FEPB, PFAH	3.31	12	3.353	8.839
	5.26	10	3.962	12.32
	8.37	8	5.232	21.48
	13.30	6	6.198	30.19
	21.2	4	7.417	43.23
	26.7	3	8.128	51.87
	33.6	2	8.941	62.77
TFE, PFAH, PFA	42.4	1	10.72	90.26
TFE, PFA, PFAH, Z	53.5	1/0	11.73	108.1
	67.4	2/0	12.9	130.8
	85.0	3/0	14.22	158.9
	107	4/0	15.7	193.5
ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	1.93	2.903
	1.31	16	2.235	3.935
Z, ZF, ZFF, ZHF	2.08	14	2.616	5.355
Z	3.31	12	3.099	7.548
	5.26	10	3.962	12.32
	8.37	8	4.978	19.48
	13.30	6	5.944	27.74
	21.2	4	7.163	40.32
	26.7	3	8.382	55.16
	33.6	2	9.195	66.39
	42.4	1	10.21	81.87

Tipo: KF-1, KF-2, KFF-1, KFF-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW				
XHHW, ZW, XHHW-2, XHH	2.08	14	3.378	8.968
	3.31	12	3.861	11.68
	5.26	10	4.47	15.68
	6.63	8	5.994	28.19
	8.37	6	6.96	38.06
	21.2	4	8.179	52.52
	26.7	3	8.89	62.06
	33.6	2	9.703	73.94
XHHW, XHHW-2, XHH	42.4	1	11.23	98.97
	53.5	1/0	12.24	117.7
	67.4	2/0	13.41	141.3
	85.0	3/0	14.73	170.5
	107	4/0	16.21	206.3
	127	250	17.91	251.9
	152	300	19.3	292.6
	177	350	20.6	333.3
	203	400	21.79	373
	253	500	23.95	450.6
	304	600	26.75	561.9
	355	700	28.55	640.2
	380	750	29.41	679.5
	405	800	30.23	717.5
	456	900	31.85	796.8
	507	1000	33.32	872.2
	633	1250	37.57	1108
	760	1500	40.69	1300
	887	1750	43.59	1492
	1013	2000	46.28	1682
KF-2, KFF-2	0.824	18	1.575	2
	1.31	16	1.88	2.839
	2.08	14	2.286	4.129
	3.31	12	2.743	6
	5.26	10	3.378	8.968
KF-1, KFF-1	0.824	18	1.448	1.677
	1.31	16	1.753	2.387
	2.08	14	2.134	3.548
	3.31	12	2.616	5.355
	5.26	10	3.226	8.194

* Tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla 5 A.- Dimensiones* y áreas nominales de cables de aluminio tipo XHHW y de cobre compacto

Área	Tamaño	Conductor desnudo	Tipos RHH**, RHW** o USE	Tipos THW y THHW		Tipo THHN		Tipo XHHW	
		Diámetro	Diámetro aproximado	Diámetro aproximado	Área aproximada	Diámetro aproximado	Área aproximada	Diámetro aproximado	Área aproximada
mm ²	AWG o kcmil	mm	mm	mm	mm ²	mm	mm ²	mm	mm ²
8.37	8	3.404	6.604	6.477	32.9	—	—	5.69	25.42
13.3	6	4.293	7.493	7.366	42.58	6.096	29.16	6.604	34.19
21.2	4	5.41	8.509	8.509	56.84	7.747	47.10	7.747	47.1
33.6	2	6.807	9.906	9.906	77.03	9.144	65.61	9.144	65.61
42.4	1	7.595	11.81	11.81	109.5	10.54	87.23	10.54	87.23
53.5	1/0	8.534	12.70	12.7	126.6	11.43	102.6	11.43	102.6
67.4	2/0	9.55	13.72	13.84	150.5	12.57	124.1	12.45	121.6
85.0	3/0	10.74	14.99	14.99	176.3	13.72	147.7	13.72	147.7
107	4/0	12.07	16.26	16.38	210.8	15.11	179.4	14.99	176.3
127	250	13.21	18.16	18.42	266.3	17.02	227.4	16.76	220.7
152	300	14.48	19.43	19.69	304.3	18.29	262.6	18.16	259
177	350	15.65	20.57	20.83	340.7	19.56	300.4	19.3	292.6
203	400	16.74	21.72	21.97	379.1	20.7	336.5	20.32	324.3
253	500	18.69	23.62	23.88	447.7	22.48	396.8	22.35	392.4
304	600	20.65	26.29	26.67	558.6	25.02	491.6	24.89	486.6
355	700	22.28	27.94	28.19	624.3	26.67	558.6	26.67	558.6
380	750	23.06	28.83	29.21	670.1	27.31	585.5	27.69	602
456	900	25.37	31.50	31.09	759.1	30.33	722.5	29.69	692.3
507	1000	26.92	32.64	32.64	836.6	31.88	798.1	31.24	766.6

* Las dimensiones provienen de fuentes de la industria

**Tipos RHH y RHW sin cubierta exterior.

Tabla 8.- Propiedades de los conductores

Tamaño (AWG o kcmil)	Área		Conductores				Resistencia en corriente continua a 75 °C		
			Trenzado		Total		Cobre		Aluminio
			Cantidad de hilos	Diámetro	Diámetro	Área	No Cubierto	Recubierto	Aluminio
	mm ²	kcmil		mm	mm	mm ²	Ω/km	Ω/km	Ω/km
18	0.823	1620	1	—	1.02	0.823	25.5	26.5	42.0
18	0.823	1620	7	0.39	1.16	1.06	26.1	27.7	42.8
16	1.31	2580	1	—	1.29	1.31	16	16.7	26.4
16	1.31	2580	7	0.49	1.46	1.68	16.4	17.3	26.9
14	2.08	4110	1	—	1.63	2.08	10.1	10.4	16.6
14	2.08	4110	7	0.62	1.85	2.68	10.3	10.7	16.9
12	3.31	6530	1	—	2.05	3.31	6.34	6.57	10.45
12	3.31	6530	7	0.78	2.32	4.25	6.5	6.73	10.69
10	5.261	10380	1	—	2.588	5.26	3.984	4.148	6.561
10	5.261	10380	7	0.98	2.95	6.76	4.07	4.226	6.679

Tamaño (AWG o kcmil)	Área		Conductores				Resistencia en corriente continua a 75 °C		
			Trenzado		Total		Cobre		Aluminio
			Cantidad de hilos	Diámetro	Diámetro	Área	No Cubierto	Recubierto	Aluminio
	mm ²	kcmil		mm	mm	mm ²	Ω/km	Ω/km	Ω/km
8	8.367	16510	1	—	3.264	8.37	2.506	2.579	4.125
8	8.367	16510	7	1.23	3.71	10.76	2.551	2.653	4.204
6	13.3	26240	7	1.56	4.67	17.09	1.608	1.671	2.652
4	21.15	41740	7	1.96	5.89	27.19	1.01	1.053	1.666
3	26.67	52620	7	2.2	6.6	34.28	0.802	0.833	1.32
2	33.62	66360	7	2.47	7.42	43.23	0.634	0.661	1.045
1	42.41	83690	19	1.69	8.43	55.8	0.505	0.524	0.829
1/0	53.5	105600	19	1.89	9.45	70.41	0.399	0.415	0.66
2/0	67.43	133100	19	2.13	10.62	88.74	0.317	0.329	0.523
3/0	85.01	167800	19	2.39	11.94	111.9	0.2512	0.261	0.413
4/0	107.2	211600	19	2.68	13.41	141.1	0.1996	0.205	0.328
250	127	—	37	2.09	14.61	168	0.1687	0.1753	0.2778
300	152	—	37	2.29	16	201	0.1409	0.1463	0.2318
350	177	—	37	2.47	17.3	235	0.1205	0.1252	0.1984
400	203	—	37	2.64	18.49	268	0.1053	0.1084	0.1737
500	253	—	37	2.95	20.65	336	0.0845	0.0869	0.1391
600	304	—	61	2.52	22.68	404	0.0704	0.0732	0.1159
700	355	—	61	2.72	24.49	471	0.0603	0.0622	0.0994
750	380	—	61	2.82	25.35	505	0.0563	0.0579	0.0927
800	405	—	61	2.91	26.16	538	0.0528	0.0544	0.0868
900	456	—	61	3.09	27.79	606	0.047	0.0481	0.077
1000	507	—	61	3.25	29.26	673	0.0423	0.0434	0.0695
1250	633	—	91	2.98	32.74	842	0.0338	0.0347	0.0554
1500	760	—	91	3.26	35.86	1011	0.02814	0.02814	0.0464
1750	887	—	127	2.98	38.76	1180	0.0241	0.0241	0.0397
2000	1013	—	127	3.19	41.45	1349	0.02109	0.02109	0.0348

Notas

- (1) Estos valores de resistencia son válidos solamente para los parámetros indicados. Al usar conductores con hilos recubiertos, de distinto tipo de trenzado y especialmente a otras temperaturas, cambia la resistencia.
- (2) Fórmula para el cambio de temperatura: $R_2 = R_1 [1 + (T_2 - 75)]$, donde $\alpha_{Cu} = 0.00323$, $\alpha_{Al} = 0.00330$ a 75° C.
- (3) Los conductores con cableado compacto o comprimido tienen aproximadamente un 9% y un 3%, respectivamente, menos de diámetro del conductor desnudo que los conductores mostrados. Para las dimensiones reales de los cables compactos, véase la Tabla 5A.
- (4) Las conductividades usadas, según la IACS: cobre desnudo = 100%, aluminio = 61%.
- (5) El cableado de Clase B está aprobado también como sólido para algunos tamaños. Su área y diámetro total son los de la circunferencia circunscrita.

Tabla 9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.**Tres conductores individuales en un tubo conduit.**

Área mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro													
		X_L (Reactancia) para todos los conductores		Resistencia en corriente alterna para conductores de cobre sin recubrimiento			Resistencia en corriente alterna para conductores de aluminio			Z eficaz a $FP = 0.85$ para conductores de cobre sin recubrimiento			Z eficaz a $FP = 0.85$ para conductores de aluminio		
		Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
2.08	14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	8.9	8.9	8.9	—	—	—
3.31	12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	10.5	10.5	10.5	5.6	5.6	5.6	9.2	9.2	9.2
5.26	10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	6.6	6.6	6.6	3.6	3.6	3.6	5.9	5.9	5.9
8.36	8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	4.3	4.3	4.3	2.26	2.26	2.30	3.6	3.6	3.6
13.30	6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.44	1.48	1.48	2.33	2.36	2.36
21.15	4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.95	0.95	0.98	1.51	1.51	1.51
26.67	3	0.154	0.194	0.82	0.82	0.82	1.31	1.35	1.31	0.75	0.79	0.79	1.21	1.21	1.21
33.62	2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.62	0.66	0.98	0.98	0.98
42.41	1	0.151	0.187	0.49	0.52	0.52	0.82	0.85	0.82	0.52	0.52	0.52	0.79	0.79	0.82
53.49	1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.43	0.43	0.43	0.62	0.66	0.66
67.43	2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.36	0.52	0.52	0.52
85.01	3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.289	0.302	0.308	0.43	0.43	0.46
107.2	4/0	0.135	0.167	0.203	0.220	0.207	0.33	0.36	0.33	0.243	0.256	0.262	0.36	0.36	0.36
127	250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.217	0.230	0.240	0.308	0.322	0.33
152	300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.194	0.207	0.213	0.269	0.282	0.289
177	350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.174	0.190	0.197	0.240	0.253	0.262
203	400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.161	0.174	0.184	0.217	0.233	0.240
253	500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.141	0.157	0.164	0.187	0.200	0.210
304	600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.131	0.144	0.154	0.167	0.180	0.190
380	750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.118	0.131	0.141	0.148	0.161	0.171
507	1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.105	0.118	0.131	0.128	0.138	0.151

Notas:

1. Estos valores se basan en las siguientes constantes: conductores del tipo RHH con trenzado de Clase B, en configuración acunada. La conductividad de los alambres es del 100 por ciento IACS para cobre y del 61 por ciento IACS para aluminio; la del conduit de aluminio es del 45 por ciento IACS. No se tiene en cuenta la reactancia capacitiva, que es insignificante a estas tensiones. Estos valores de resistencia sólo son válidos a 75 °C y para los parámetros dados, pero son representativos para los tipos de alambres para 600 volts que operen a 60 Hz.

2. La impedancia (Z) eficaz se define como $R \cos(\theta) + X \sin(\theta)$, en donde θ es el ángulo del factor de potencia del circuito. Al multiplicar la corriente por la impedancia eficaz se obtiene una buena aproximación de la caída de tensión de línea a neutro. Los valores de impedancia eficaz de esta tabla sólo son válidos con un factor de potencia de 0.85. Para cualquier otro factor de potencia (FP) del circuito, la impedancia eficaz (Ze) se puede calcular a partir de los valores de R y X_L dados en esta tabla, como sigue: $Ze = R \times FP + X_L \sin[\arccos(FP)]$.

Tabla 10.- Número de hilos de los cables

Tamaño del conductor		Número de hilos		
		Cobre		Aluminio
mm ²	AWG o kcmil	Clase B ^a	Clase C	Clase B ^a
0.20-0.05	24-30	^b	-	-
0.32	22	7	-	-
0.52	20	10	-	-
0.82	18	16	-	-
1.3	16	26	-	-
2.1-33.6	14-2	7	19	7 ^c
42.4-107	1-4/0	19	37	19
127-253	250-500	37	61	37
304-508	600-1000	61	91	61
635-759	1250-1500	91	127	91
886-1016	1750-2000	127	271	127

^a Deben permitirse conductores con una menor cantidad de trenzados, basándose en una evaluación de la aptitud de conexión de curvatura.

^a El número de hilos varía

^b No está disponible el tamaño 14 AWG (2.1 mm) en aluminio

Tablas 11(A) y 11(B)

Tabla 11(A).- Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente alterna de Clase 2 y de Clase 3

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada por sí misma (No se requiere protección contra sobrecorriente)				Fuente de alimentación no limitada por sí misma (Se requiere protección contra sobrecorriente)			
		Clase 2		Clase 3		Clase 2		Clase 3	
Tensión de la fuente V_{max} (volts) (Véase Nota 1)		0 hasta 20*	Más de 20 y hasta 30*	Más de 30 y hasta 150	Más de 30 y hasta 100	0 hasta 20*	Más de 20 y hasta 30*	Más de 30 y hasta 100	Más de 100 y hasta 150
Limitaciones de potencia VA_{max} (voltamperes) (véase la Nota 1)		—	—	—	—	250 (ver Nota 3)	250	250	N.A
Limitaciones de corriente I_{max} (amperes) max (véase la Nota 1)		8	8	0.005	$150/V_{max}$	$1000/V_{max}$	$1000/V_{max}$	$1000/V_{max}$	1
Protección máxima contra sobrecorriente (amperes)		—	—	—	—	5	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$	1
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por datos de placa	VA (voltamperes)	$5.0 \times V_{max}$	100	$0.005 \times V_{max}$	100	$5.0 \times V_{max}$	100	100	100
	Corriente (amperes)	5	$100/V_{max}$	0.005	$100/V_{max}$	5	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$

*Los intervalos de tensión presentados son para corriente alterna sinusoidal en lugares interiores o en donde no es probable que haya humedad.

Para condiciones no sinusoidales o de contacto con la humedad, véase la Nota 2.

Para propósitos de certificación, las Tablas 11(A) y 11(B) proporcionan las limitaciones exigidas para las fuentes de alimentación de Clase 2 y de Clase 3. La Tabla 11(A) se aplica a las fuentes de corriente alterna, y la Tabla 11(B) a las fuentes de corriente continua.

La alimentación para los circuitos de Clase 2 y de Clase 3 debe ser: 1) limitada por sí misma, por lo cual no requiere protección contra sobrecorriente, o 2) no limitada por sí misma, por lo cual requiere de una combinación de fuente de alimentación y protección contra sobrecorriente.

Las fuentes de alimentación diseñadas para interconexión deben estar aprobadas para ese propósito.

Las fuentes de alimentación de Clase 2 y de Clase 3 deben estar marcadas en forma duradera y donde sea fácilmente visible, para indicar la clase de alimentación y sus valores eléctricos nominales. Una fuente de alimentación de Clase 2 que no sea adecuada para su uso en lugares mojados debe estar así marcada.

Excepción: Los circuitos de potencia limitada utilizados para equipos de tecnología de la información.

Cuando se exijan dispositivos de protección contra sobrecorriente, se deben ubicar en el punto en el que el conductor que se quiera proteger reciba la alimentación y no deben ser intercambiables con dispositivos de mayor valor nominal. Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente forme parte integral de la fuente de alimentación.

**Tabla 11(B).- Limitaciones de las fuentes de alimentación
de corriente continua de Clase 2 y de Clase 3**

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada por sí misma. (No se requiere protección contra sobrecorriente)					Fuente de alimentación no limitada por sí misma. (Se requiere protección contra sobrecorriente)			
		Clase 2			Clase 3		Clase 2		Clase 3	
Tensión de la fuente $V_{\max}$ (volts) (Véase la Nota 1)		0 hasta 20*	Más de 20 y hasta 30*	Más de 30 y hasta 60*	Más de 60 y hasta 150	Más de 60 y hasta 100	0 hasta 20*	Más de 20 y hasta 60*	Más de 60 y hasta 100	Más de 100 y hasta 150
Limitaciones de potencia $VA_{\max}$ (voltamperes) (véase la Nota 1)		—	—	—	—	—	250 (véase Nota 3)	250	250	N.A
Limitaciones de corriente $I_{\max}$ (amperes) (véase la Nota 1)		8	8	$150/V_{\max}$	0.005	$150/V_{\max}$	$1000/V_{\max}$	$1000/V_{\max}$	$1000/V_{\max}$	1
Protección máxima contra sobrecorriente (amperes)		—	—	—	—	—	5	$100/V_{\max}$	$100/V_{\max}$	1
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperes)	$5.0 \times V_{\max}$	100	100	$0.005 \times V_{\max}$	100	$5.0 \times V_{\max}$	100	100	100
	Corriente (amperes)	5	$100/V_{\max}$	$100/V_{\max}$	0.005	$100/V_{\max}$	5	$100/V_{\max}$	$100/V_{\max}$	$100/V_{\max}$

* Los intervalos de tensión presentados son para corriente continua permanente en interiores o en donde no es probable que haya humedad.

Para condiciones de corriente continua interrumpida o de contacto con la humedad, véase la Nota 4.

Notas a las Tablas 11(A) y 11(B)

1: $V_{\max}$, $I_{\max}$, y $VA_{\max}$, se determinan con la impedancia de limitación de corriente en el circuito (sin conectarla en derivación), como sigue:

$V_{\max}$: tensión máxima de salida independientemente de la carga con la entrada nominal aplicada.

$I_{\max}$: corriente máxima de salida bajo cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con la protección contra sobrecorriente conectada en derivación, si se usa. Cuando un transformador limita la corriente de salida, los límites de $I_{\max}$ se aplican después de un minuto de funcionamiento. Cuando se usa una impedancia de limitación de corriente, aprobada para ese propósito o que forma parte de un producto aprobado, en combinación con un transformador de potencia no limitada o una fuente de energía almacenada, como por ejemplo una batería de acumulador, para limitar la corriente de salida, los límites de $I_{\max}$ se aplican después de cinco segundos.

$V_{\text{máx}}$: salida máxima en voltamperes después de 1 minuto de funcionamiento, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente, si se usa, conectado en derivación.

2: Para corriente alterna no sinusoidal, $V_{\text{máx}}$ no debe ser mayor de 42.4 volts pico. Cuando es probable que haya humedad (no se incluye la inmersión), se deben usar métodos de alambrado de Clase 3 o $V_{\text{máx}}$ no debe ser mayor de 15 volts para corriente alterna sinusoidal y 21.2 volts pico para corriente alterna no sinusoidal.

3: Si la fuente de alimentación es un transformador, $V_{\text{máx}}$ es 350 o menos, cuando $V_{\text{máx}}$ es 15 o menos.

4: Para corriente continua interrumpida a un valor de frecuencia de 10 a 200 Hz, $V_{\text{máx}}$ no debe ser mayor de 24.8 volts pico. Cuando es probable que haya humedad (sin incluir la inmersión), se deben utilizar métodos de alambrado de Clase 3, o $V_{\text{máx}}$ no debe ser mayor a 30 volts para corriente continua permanente; 12.4 volts pico para corriente continua interrumpida a un valor de frecuencia de 10 a 200 Hertz.

Tablas 12(A) y 12(B)

Tabla 12(A).- Limitaciones para las fuentes de alimentación de corriente alterna para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada)

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada por sí misma. (No se requiere protección contra sobrecorriente)			Fuente de alimentación no limitada por sí misma. (Se requiere protección contra sobrecorriente)		
Tensión de la fuente $V_{\text{máx}}$ (volts) (Véase la Nota 1)		0 hasta 20	Más de 20 y hasta 30	Más de 30 y hasta 100	0 hasta 20	Más de 20 y hasta 100	Más de 100 y hasta 150
Limitaciones de potencia $V_{\text{A máx}}$ (voltamperes) (véase la Nota 1)		—	—	—	250 (véase Nota 2)	250	N.A.
Limitaciones de corriente $I_{\text{máx}}$ (amperes) (véase la Nota 1)		8	8	$150/V_{\text{máx}}$	$1000/V_{\text{máx}}$	$1000/V_{\text{máx}}$	1
Protección máxima contra sobrecorriente (amperes)		—	—	—	5	$100/V_{\text{máx}}$	1
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperes)	$5.0 \times V_{\text{máx}}$	100	100	$5.0 \times V_{\text{máx}}$	100	100
	Corriente (amperes)	5	$100/V_{\text{máx}}$	$100/V_{\text{máx}}$	5	$100/V_{\text{máx}}$	$100/V_{\text{máx}}$

Tabla 12(B).- Limitaciones para las fuentes de alimentación de corriente continua para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada)

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada por sí misma. (No se requiere protección contra sobrecorriente)			Fuente de alimentación no limitada por sí misma. (Se requiere protección contra sobrecorriente)		
Tensión de la fuente $V_{\text{máx}}$ (volts) (Véase la Nota 1)		0 hasta 20	Más de 20 y hasta 30	Más de 30 y hasta 100	0 hasta 20	Más de 20 y hasta 100	Más de 100 y hasta 150
Limitaciones de potencia $V_{\text{A máx}}$ (voltamperes) (véase la Nota 1)		—	—	—	250 (véase Nota 2)	250	N.A.
Limitaciones de corriente $I_{\text{máx}}$ (amperes) (véase la Nota 1)		8	8	$150/V_{\text{máx}}$	$1000/V_{\text{máx}}$	$1000/V_{\text{máx}}$	1
Protección máxima contra sobrecorriente (amperes)		—	—	—	5	$100/V_{\text{máx}}$	1
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperes)	$5.0 \times V_{\text{máx}}$	100	100	$5.0 \times V_{\text{máx}}$	100	100
	Corriente (amperes)	5	$100/V_{\text{máx}}$	$100/V_{\text{máx}}$	5	$100/V_{\text{máx}}$	$100/V_{\text{máx}}$

Para efectos de aprobación, las Tablas 12(A) y 12(B) presentan las limitaciones de las fuentes de alimentación exigidas para fuentes de alarma contra incendios de potencia limitada. La Tabla 12(A) se aplica a las fuentes de corriente alterna y la Tabla 12(B) a las fuentes de corriente continua.

La alimentación para circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada debe ser: (1) limitada por sí misma, que no requiere protección contra sobrecorriente o (2) no limitada por sí misma, que requiere que la potencia esté limitada por una combinación de fuente de alimentación y protección contra sobrecorriente.

Las fuentes de alimentación para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada, por sus siglas en inglés) deben estar marcadas de modo bien visible y duradero, indicando que se trata de una fuente de alimentación para un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada.

El dispositivo de protección contra sobrecorriente, cuando se exija, se debe instalar en el punto donde el conductor que se quiere proteger recibe la alimentación, y no debe ser intercambiable con dispositivos de mayor valor nominal. Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente forme parte integral de la fuente de alimentación.

Notas a las Tablas 12(A) y 12(B)

1. $V_{m\acute{a}x}$, $I_{m\acute{a}x}$ y $VA_{m\acute{a}x}$ se determinan como sigue:

$V_{m\acute{a}x}$: Tensión máxima de salida independientemente de la carga con la entrada nominal aplicada

$I_{m\acute{a}x}$: corriente máxima de salida bajo cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con la protección contra sobrecorriente, si se usa, conectada en derivación. Cuando un transformador limita la corriente de salida, los límites de $I_{m\acute{a}x}$ se aplican después de 1 minuto de funcionamiento. Cuando se usa una impedancia de limitación de corriente, listada para ese propósito, en combinación con un transformador de potencia no limitada o una fuente de energía almacenada, como por ejemplo una batería de acumulador, para limitar la corriente de salida, los límites de $I_{m\acute{a}x}$ se aplican después de 5 segundos.

$VA_{m\acute{a}x}$: Salida máxima en voltamperes después de 1 minuto de funcionamiento, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente, si se usa, conectado en derivación. La impedancia de limitación de corriente no se debe conectar en derivación cuando se determinan $I_{m\acute{a}x}$ y $VA_{m\acute{a}x}$.

2. Si la fuente de alimentación es un transformador, $VA_{m\acute{a}x}$ es 350 o menos, cuando $V_{m\acute{a}x}$ es igual o menor a 15.

CAPÍTULO 11

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

De conformidad con los artículos 68, primer párrafo y 70, fracción I, y 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se establece el procedimiento para la evaluación de la conformidad para esta NOM, en adelante PEC.

1. Objetivo

Este Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad, en adelante PEC, establece la metodología para que, mediante la verificación, se evalúe la conformidad de las instalaciones eléctricas con esta NOM.

2. Referencias

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- Ley de la Industria Eléctrica.
- Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica.
- Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida.
- Norma Mexicana NMX-J-136-ANCE-2007, Abreviaturas y Símbolos para Diagramas, Planos y Equipos Eléctricos.
- Acuerdo que determina los lugares de concentración pública para la verificación de las instalaciones eléctricas.

3. Campo de aplicación

El presente PEC es para evaluar la conformidad de las instalaciones a que se refieren los artículos 33, fracción V, y 40 de la Ley de la Industria Eléctrica; 112 de su Reglamento y el Acuerdo que determina los lugares de concentración pública para la verificación de las instalaciones eléctricas, independientemente de por quién estarán energizadas o suministradas.

La evaluación de la conformidad de las instalaciones eléctricas con la NOM será realizada en cualquier tiempo por la Autoridad competente de manera fundada y motivada, y por las Unidades de Verificación de Instalaciones Eléctricas aprobadas por la misma Autoridad, para cuyo efecto se hará uso del presente PEC.

4. Definiciones

Para efectos de este PEC, además de lo dispuesto en el artículo 3 de la Ley de la Industria Eléctrica, se establecen las siguientes definiciones:

4.1. Acta de evaluación de la conformidad: Documento elaborado por la Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas en cada una de las visitas de verificación a la instalación eléctrica, en el cual deben constar por lo menos los siguientes datos: hora, día, mes y año en que inicie y concluya la visita; calle, número, colonia o población, municipio o delegación, código postal y entidad federativa; objeto de la visita de verificación; datos de quienes intervinieron en ella; las circunstancias en las que se efectúa la verificación, las no conformidades encontradas y, en su caso, el cumplimiento de las mismas, observaciones de la persona que atendió la visita de verificación; y pruebas ofrecidas en caso de haberlas, datos que son evidencia objetiva de la verificación a las instalaciones eléctricas.

4.2. Alcance de la verificación: Es el valor expresado en kW de una parte o el total de la carga instalada de la instalación eléctrica que el solicitante de la verificación requiera que sea verificado.

4.3. Ampliación: Es el aumento del valor en kW de la carga instalada en una instalación eléctrica existente.

4.4. Autoridad competente: La Secretaría de Energía, a través de la Dirección General de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica y Vinculación Social, conforme a sus atribuciones.

4.5. Carga Instalada: Es el valor total en kW de los equipos, aparatos y dispositivos que se conectarán a la instalación eléctrica, para la cual fue diseñada y construida.

4.6. Dictamen de Verificación: Documento que emite y firma la Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas a través del Sistema Electrónico de Dictámenes de Verificación, mediante el cual certifica que una instalación eléctrica o parte de ella, cumple en un momento determinado con la NOM.

4.7. Evaluación de la conformidad: La determinación del grado de cumplimiento de una instalación eléctrica con la NOM.

4.8. Expediente técnico: Documentación que incluye el proyecto eléctrico, listas de verificación y, en su caso, los informes de las pruebas, mediciones, comprobaciones y demás información que se recabe o genere durante el proceso de la verificación.

4.9. Listas de verificación: Documentos que elabora y utiliza la Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas en la revisión del proyecto eléctrico y durante la visita de verificación.

4.10. Modificación: Es el cambio de las características originales de una instalación eléctrica sin que cambie el valor en kW de la carga instalada.

4.11. No conformidad: Incumplimiento de un elemento, dispositivo o parte de la instalación eléctrica con las especificaciones y lineamientos de carácter técnico establecidos en la sección o secciones aplicables de la NOM.

4.12. Proyecto eléctrico: Planos, memoria técnico-descriptiva y diagramas en físico o en formato electrónico correspondientes a una instalación eléctrica que se ha de construir o a partir de los cuales se ha construido.

4.13. Responsable del proyecto: Persona física que sea ingeniero electricista, ingeniero mecánico electricista, ingeniero eléctrico electrónico o ingeniero en ramas afines, con cédula profesional.

4.14. SCIAN: Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte en la versión México. Es la agrupación de actividades económicas en tres grandes grupos: actividades primarias, secundarias y terciarias. Consta de cinco niveles de agregación: sector, subsector, rama, subrama y clase.

4.15. SEDIVER: Sistema Electrónico de Dictámenes de Verificación. Es una aplicación informática que permite a la Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas capturar los datos relativos a las verificaciones de instalaciones eléctricas y generar tanto los dictámenes de verificación como los informes trimestrales de actividades.

4.16. Solicitante de la verificación: Persona responsable que requiere a una UVIE el servicio de verificación de una instalación eléctrica.

4.17. UVIE: Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas. Es la persona física o moral que cuenta con una acreditación emitida por una entidad de acreditación y aprobada por la Autoridad competente, para realizar actos de verificación de instalaciones eléctricas.

4.18. Verificación: La constatación ocular, comprobación, pruebas o examen de documentos, que se realiza para evaluar la conformidad de una instalación eléctrica con la NOM en un momento determinado.

5. Disposiciones generales

5.1. Las disposiciones de carácter obligatorio indicadas en este PEC se caracterizan por el uso de la palabra “debe” o “deberá”.

5.2. La evaluación de la conformidad la lleva a cabo una UVIE a petición de parte.

El solicitante de la verificación puede requerir a la UVIE de su preferencia la evaluación de la conformidad de la instalación eléctrica con la NOM, para dar cumplimiento a las disposiciones legales o para los fines que al interesado convenga.

Para evitar conflicto de intereses, la UVIE que seleccione el solicitante de la verificación no debe tener, durante el proceso de verificación:

- Relación comercial alguna, ni ser empleado del:
 - Propietario.
 - Solicitante de la verificación.
 - Constructor.
 - Proyectista de la instalación eléctrica.
 - Suministrador.
- Participación en:
 - El diseño o construcción de la instalación eléctrica a verificar.
 - En alguna consultoría relacionada con la instalación eléctrica a verificar.
 - En el suministro de equipo y material eléctrico para la instalación eléctrica a verificar.

La verificación de las instalaciones eléctricas podrá realizarse durante las diferentes etapas de su construcción, quedando asentado en el acta correspondiente.

5.3. Los dictámenes de verificación que emitan las UVIE serán reconocidos en los términos establecidos en la LFMN.

5.4. La Autoridad competente publicará en su página web <http://www.gob.mx/sener> un directorio con los datos generales de las UVIE aprobadas para la evaluación de la conformidad de instalaciones eléctricas con la NOM, siempre y cuando exista el consentimiento expreso para difundir sus datos personales de conformidad con la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

5.5. El incumplimiento a lo dispuesto en este PEC, y demás disposiciones legales, reglamentarias y normativas en materia de evaluación de la conformidad podrá ser sancionado en términos de las leyes aplicables.

5.6. Los gastos que se originen por los trabajos de verificación deben ser a cargo del solicitante de la verificación, conforme a lo establecido en el artículo 91 de la LFMN.

6. Procedimiento

6.1. El solicitante de la verificación debe requerir a una UVIE la evaluación de la conformidad de la instalación eléctrica con la NOM.

6.2. Recibida la solicitud de verificación, la UVIE, de común acuerdo con el solicitante de la verificación, debe establecer los términos y las condiciones de los trabajos de verificación a través de un contrato de prestación de servicios y proceder a inscribir en el SEDIVER los datos de la instalación eléctrica a verificar:

- I.** Fecha de recepción de la solicitud de la verificación.
- II.** Fecha de firma del contrato de prestación de servicios celebrado entre la UVIE y el solicitante de la verificación.
- III.** Nombre, denominación o razón social del solicitante de la verificación.
- IV.** Nombre comercial, en su caso.
- V.** Para personas morales, el Registro Federal de Contribuyentes (RFC).
- VI.** Para personas físicas, la Clave Única del Registro de Población (CURP), clave de elector de la credencial para votar, la matrícula de la cartilla militar o el número de pasaporte. En caso de ser extranjero el folio de la Forma Migratoria.
- VII.** Clasificación de la actividad de la instalación eléctrica conforme al SCIAN que se puede consultar a través del portal en Internet del INEGI.
- VIII.** Domicilio y datos de contacto de la instalación eléctrica a verificar.
 - a.** Calle.
 - b.** Número exterior.
 - c.** Número interior.
 - d.** Colonia o Población.
 - e.** Municipio o delegación.
 - f.** Código Postal.
 - g.** Ciudad.
 - h.** Entidad Federativa.
 - i.** Número de teléfono o número de celular.
 - k.** Dirección de correo electrónico
- IX.** Datos de la persona que firma el contrato de prestación de servicios con la UVIE.
 - a.** Nombre(s).
 - b.** Apellido paterno.
 - c.** Apellido materno.
 - d.** Número de teléfono o número de celular.
 - e.** Dirección de correo electrónico.
- IX.1.** Para ciudadanos mexicanos, deberá registrar cualquiera de los siguientes documentos:
 - Clave Única del Registro de Población (CURP),
 - Clave de elector de la credencial para votar,
 - Matrícula de la cartilla militar,
 - Número de pasaporte.

- IX.2.** Para extranjeros, deberá registrar:
- Número de teléfono o número de celular,
 - Dirección de correo electrónico,
 - El Folio de la Forma Migratoria.
- X.** Datos de la persona que atiende la visita para resolver cualquier duda con respecto a la instalación eléctrica durante la verificación:
- a. Nombre(s),
 - b. Apellido paterno,
 - c. Apellido materno,
 - d. Número de teléfono o número de celular,
 - e. Dirección de correo electrónico.
- X.1.** Para ciudadanos mexicanos, deberá registrar cualquiera de los siguientes documentos:
- Clave Única del Registro de Población (CURP),
 - Clave de elector de la credencial para votar,
 - Matrícula de la cartilla militar,
 - Número de pasaporte.
- X.2.** Para extranjeros, deberá registrar:
- Número de teléfono o número de celular,
 - Dirección de correo electrónico,
 - El Folio de la Forma Migratoria.
- XI.** Características de la instalación eléctrica a verificar.
- a. Carga instalada en kilowatts (kW).
 - b. Tensión eléctrica de suministro en volts (V).
 - c. Capacidad de la subestación en kilovoltamperes (kVA), en caso de que se encuentre dentro del alcance de la verificación.
 - d. Tipo de instalación: Lugar de concentración pública, área peligrosa, industria u otro.
 - e. Tipo de verificación: Instalación nueva, ampliación de una instalación, modificación de una instalación, verificación periódica de una instalación con áreas peligrosas (clasificadas), subestación o instalación construida antes de la entrada en vigor de la NOM 001 SEDE 2018.

El solicitante de la verificación debe entregar a la UVIE la información de carácter técnico en función del alcance de la verificación, conforme con lo establecido en el capítulo 6 de este PEC.

6.3. Una vez que la UVIE reciba la información de la instalación a verificar, debe proceder a su revisión, con objeto de confirmar que dicha información es suficiente en términos de este PEC; en su defecto, hará el requerimiento al solicitante de la verificación.

Cuando en la revisión del proyecto eléctrico se encuentren no conformidades con la NOM, la UVIE debe asentar este hecho en las listas de verificación que para tal efecto haya elaborado y notificarlo al solicitante de la verificación, para que realice las acciones necesarias para subsanar las no conformidades.

Una vez subsanadas las no conformidades al proyecto eléctrico, la UVIE debe anexar a las listas de verificación la evidencia objetiva de las acciones efectuadas por el solicitante de la verificación y documentar si con tales acciones, el proyecto cumple con lo establecido en la NOM.

Las listas de verificación deberán contener como mínimo:

- a. Artículo, sección e inciso de la NOM.
- b. Texto de la referencia.

- c. Tipo de verificación (documental, ocular, comprobación, medición o análisis)
- d. Criterios de aceptación o rechazo.
- e. Conforme y no conforme.

El proyecto eléctrico deberá registrarse en el SEDIVER con los datos siguientes:

- a. Fecha de inicio de la revisión documental.
- b. Fecha de término de la revisión documental.
- c. Observaciones de la UVIE a la revisión documental.

De igual manera, la UVIE deberá adjuntar en el SEDIVER las versiones finales en formato PDF (Portable Document Format), los cuales podrán ser agrupados en RAR o ZIP (Archivo comprimido), de los siguientes documentos:

Para instalaciones eléctricas con una carga instalada menor a 100 kW:

- a. Diagrama unifilar.
- b. Relación de cargas.

Para instalaciones eléctricas con una carga instalada igual o mayor a 100 kW:

- a. Diagrama unifilar.
- b. Cuadro de distribución de cargas.

6.4. La UVIE debe realizar las visitas de verificación necesarias para comprobar que la instalación eléctrica cumple con la NOM. Cada visita de verificación deberá registrarse en el SEDIVER con los siguientes datos:

- a. Fecha de la visita de verificación.
- b. Hora de inicio de la visita de verificación.
- c. Hora de término de la visita de verificación.

6.5. En cada visita a la instalación eléctrica, la UVIE debe verificar el elemento, dispositivo o parte de la instalación eléctrica con base en el proyecto eléctrico y elaborar un acta de evaluación de la conformidad, en presencia de la persona que atiende la visita, utilizando el formato establecido en el Anexo A, misma que deberá adjuntar en el SEDIVER en formato PDF.

La UVIE debe asentar en el acta de evaluación de la conformidad correspondiente, las no conformidades que detecte. Al firmar el acta de evaluación de la conformidad, el solicitante de la verificación se da por enterado de las no conformidades detectadas por la UVIE y hará las modificaciones necesarias para corregir las mismas de acuerdo con lo establecido en la NOM.

La UVIE debe asentar en el acta de evaluación de la conformidad correspondiente las acciones correctivas realizadas por el solicitante de la verificación e indicar si con tales acciones se dan por cerradas las no conformidades y con ello la instalación eléctrica cumple con la NOM.

La persona que atiende la visita de verificación podrá, durante la elaboración del acta de evaluación de la conformidad, hacer observaciones y ofrecer pruebas a la UVIE en relación con los hechos contenidos en la misma, o por escrito podrá hacer uso de este derecho dentro del término de cinco días hábiles siguientes a la fecha en que se haya cerrado el acta.

6.6. La UVIE deberá realizar las comprobaciones necesarias a fin de acreditar que los siguientes conceptos están dentro de los límites y parámetros establecidos en la NOM:

- I. Resistencia de aislamiento de los conductores alimentadores principales.
- II. Continuidad eléctrica de envolventes y canalizaciones metálicas.
- III. Resistencia de electrodos artificiales y de la red de tierra.
- IV. Polaridad de las conexiones en los contactos.
- V. Los demás que se requieran para verificar el cumplimiento con la NOM.

6.7. El Dictamen de Verificación será expedido por la UVIE sólo si ha constatado que la instalación eléctrica cumple con la NOM. Dicho Dictamen debe estar soportado por las actas de evaluación de la conformidad, así como por el expediente técnico. Cuando se trate de modificaciones o ampliaciones a instalaciones eléctricas existentes, la verificación y el Dictamen de Verificación se pueden limitar a la parte modificada o ampliada si el solicitante de la verificación así lo solicita.

Para el caso de las instalaciones eléctricas que hayan estado en servicio antes de la entrada en vigor de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2018, Instalaciones Eléctricas (utilización) y que por cualquier causa requieran de un Dictamen de Verificación, éste deberá emitirse con base a los conceptos y alcance a que se refiere el Anexo B del presente PEC.

6.8. La UVIE emitirá el Dictamen de Verificación con base en la información capturada en el SEDIVER y entregará al solicitante de la verificación dos ejemplares debidamente firmados según el formato ilustrativo indicado en el Anexo C.

6.9. El solicitante del servicio debe entregar al suministrador un ejemplar del Dictamen de Verificación y conservar el otro para efectos de demostrar el cumplimiento con la NOM en un momento determinado.

6.10. Para el caso de instalaciones eléctricas no conectadas a la Red Nacional de Transmisión o a las Redes Generales de Distribución, el solicitante de la verificación debe conservar por lo menos uno de los dos ejemplares del Dictamen de Verificación en el domicilio donde se ubica la instalación eléctrica, sin el cual no debe energizarse la instalación.

Los participantes del Mercado Eléctrico Mayorista deben entregar al CENACE un ejemplar del Dictamen de Verificación y conservar el otro para efectos de demostrar el cumplimiento con la NOM en un momento determinado.

6.11. Para el caso de las instalaciones eléctricas que tengan áreas peligrosas (clasificadas) de acuerdo con la NOM, deberá obtenerse un Dictamen de Verificación cada cinco años, conforme al alcance y conceptos indicados en el Anexo B.

6.12. La UVIE debe proceder a inscribir en el SEDIVER los datos a que hacen referencia los numerales 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5, dentro de los cinco días naturales posteriores a la realización de cada una de las actividades contempladas.

7. Aspectos técnicos específicos del proyecto a verificar

Con el fin de simplificar el proceso de verificación se señala de manera enunciativa, mas no limitativa, lo siguiente:

7.1. Para instalaciones eléctricas con carga instalada menor a 100 kW.

Como requisito mínimo para llevar a cabo la verificación, el solicitante de la verificación debe entregar a la UVIE el proyecto eléctrico correspondiente. En este caso, el proyecto debe estar integrado por un diagrama unifilar, relación de cargas y lista de materiales y equipos utilizados de manera general, incluida la información de los transformadores, cuando así aplique, adjuntando además los documentos que comprueben que estos están debidamente aprobados y cumplen con las normas oficiales mexicanas y disposiciones legales aplicables vigentes.

A las instalaciones eléctricas con carga instalada menor a 100 kW y que tengan áreas peligrosas (clasificadas), les aplica lo establecido en el numeral 7.2. siguiente:

7.2. Para instalaciones eléctricas con carga instalada igual o mayor a 100 kW.

Como requisito para llevar a cabo la verificación, el solicitante debe entregar a la UVIE el proyecto eléctrico, que debe contener la información que permita determinar el grado de cumplimiento con las disposiciones establecidas en la NOM, conforme a lo siguiente:

I. Diagrama unifilar:

I.1 Características de la acometida.

I.2 Características de la subestación.

- I.3** Características de los alimentadores hasta los centros de carga, tableros de fuerza, alumbrado, entre otros, indicando en cada caso el tamaño de los conductores (conductores activos, conductor puesto a tierra y de puesta a tierra), la longitud y la corriente en amperes.
 - I.4** Tipo de dispositivos de interrupción, capacidad interruptiva e intervalo de ajuste de cada una de las protecciones de los alimentadores.
- II.** Cuadro de distribución de cargas por circuito:
 - II.1** Circuitos de alumbrado y contactos, número de circuitos; número de lámparas, de contactos y de dispositivos eléctricos por cada circuito; fase o fases a que va conectado cada circuito. Carga en watts o voltamperes y corriente en amperes de cada circuito, tamaño de los conductores, protección contra sobrecorriente de cada circuito y el desbalanceo entre fases expresado en por ciento.
 - II.2** Circuitos de fuerza. Número de circuitos, fases a las que va conectado el circuito, características de los motores o aparatos y sus dispositivos de protección y control, carga en watts o voltamperes y corriente en amperes de cada circuito, tamaño de los conductores y el resumen de cargas indicando el desbalanceo entre fases expresado en por ciento.
 - II.3** Otros circuitos, tales como: de emergencia, de comunicaciones, contra incendios, etc., número de circuitos, fase o fases a que va conectado el circuito, carga en watts o voltamperes y corriente en amperes de cada circuito, tamaño de los conductores y protección contra sobrecorriente de cada circuito.
- III.** Plano eléctrico, el cual debe:
 - III.1.** Estar elaborado a una escala tal que el contenido sea legible e interpretable.

Se permite el uso de archivos electrónicos para cumplir este requisito.
 - III.2.** Utilizar el Sistema General de Unidades de Medida, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI vigente y todas sus leyendas en idioma español.
 - III.3.** Contener los datos relativos a la instalación eléctrica, incluir la información suficiente para una correcta interpretación, de manera que permita construir la instalación. Pueden agregarse notas aclaratorias en los elementos que el proyectista considere necesarios.
 - III.4.** Incluir la información siguiente:
 - III.4.1.** Del solicitante de la verificación:
 - a)** Nombre o razón social.
 - b)** Domicilio (calle, número, colonia o población, municipio o delegación, código postal y entidad federativa).
 - c)** Teléfono.
 - d)** Dirección de correo electrónico.
 - III.4.2.** Del responsable del proyecto eléctrico:
 - a)** Nombre completo.
 - b)** Número de cédula profesional
 - c)** Firma o carta responsiva, cuando el proyecto sea entregado en medios electrónicos.
 - d)** Fecha de elaboración del proyecto eléctrico.
 - III.5.** Los planos eléctricos de planta y elevación deben incluir lo siguiente:
 - a)** Localización del punto de acometida, del interruptor general y del equipo principal, incluyendo el tablero o tableros generales de distribución.
 - b)** Localización de los centros de control de motores; tableros de fuerza, de alumbrado, de contactos y otros.
 - c)** Trayectoria de alimentadores y circuitos derivados, tanto de fuerza como de alumbrado, identificando cada circuito e indicando su tamaño y canalización; localización de motores y equipos alimentados por los circuitos derivados, localización de los controladores y sus medios de desconexión, localización de contactos y unidades de alumbrado con sus controladores, identificando las cargas con su circuito y tablero correspondiente.
 - d)** Localización, en su caso, de áreas peligrosas, indicando su clasificación de acuerdo con la NOM.

IV. Lista de los principales materiales utilizados.

V. Lista de los principales equipos utilizados, incluida la información de los transformadores, cuando así aplique, adjuntando los documentos que comprueben que están debidamente aprobados y cumplen con las normas oficiales mexicanas y disposiciones legales aplicables vigentes.

VI. Croquis de localización del domicilio donde se ubica la instalación eléctrica.

VII. Memoria técnica, la cual debe contener, de manera enunciativa mas no limitativa:

VII.1. Los cálculos de corriente de corto circuito trifásico.

VII.2. Los cálculos de corriente de falla de fase a tierra (monofásico y bifásico).

VII.3. Los cálculos correspondientes a la malla de tierra incluyendo la resistividad del terreno para subestaciones considerando las tensiones de paso, contacto, su resistencia a tierra, tamaño y longitud del conductor de la malla, y la selección de los electrodos.

En los casos en que el neutro sea corrido (suministrador) o que la subestación sea tipo poste, no se requieren los cálculos de la malla de tierra.

VII.4. Los cálculos de caída de tensión en alimentadores y circuitos derivados.

Se podrán emplear los símbolos que se indican en la Norma Mexicana NMX-J-136-ANCE-2007, Abreviaturas y Símbolos para Diagramas, Planos y Equipos Eléctricos. En caso de utilizar algún símbolo que no aparezca en dicha norma mexicana, debe indicarse su descripción en los planos eléctricos.

7.3. Las áreas donde pueda existir peligro o riesgo de incendio o explosión debido a la presencia y manejo de gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles o fibras inflamables dispersas en el aire, deben estar indicadas en el proyecto conforme a lo dispuesto en la NOM.

El solicitante de la verificación debe presentar a la UVIE el plano de las áreas peligrosas (clasificadas) indicando los límites en vistas de planta y cortes transversales y longitudinales, de forma que las disposiciones contenidas en la NOM, aplicables a cada clasificación, puedan verificarse objetivamente. La clasificación de las áreas debe hacerse por personas calificadas, teniendo en cuenta lo establecido en la NOM y en otras disposiciones legales aplicables.

Cada Dictamen de Verificación que la UVIE emita para instalaciones eléctricas que tengan áreas peligrosas (clasificadas) debe indicar la fecha límite para la próxima verificación de la instalación eléctrica en dichas áreas, para que el usuario o propietario de la instalación la solicite a una UVIE, la cual se circunscribirá a los conceptos y alcance a que se refiere el Anexo B.

Si las instalaciones eléctricas que tienen áreas peligrosas (clasificadas) cumplen con lo establecido en la NOM, la UVIE emitirá un Dictamen de Verificación, el cual se entregará al solicitante de la verificación, quien lo conservará y lo deberá tener a disposición de la Autoridad competente, dependencia o entidad competente que lo solicite conforme a sus atribuciones.

8. Documentación

8.1. La UVIE deberá informar cada trimestre calendario a la Autoridad competente sobre los dictámenes de verificación emitidos, o en su caso, de no emisión de dictámenes, dentro del plazo de diez días naturales siguientes al vencimiento de cada trimestre calendario.

Para ello, la UVIE, a través del SEDIVER, deberá generar y enviar el "Escrito para el Envío del Informe Trimestral de Dictámenes de Verificación e Informe Trimestral de Dictámenes de Verificación (Anexo D)".

8.2. La UVIE debe conservar durante cinco años, para aclaraciones o para efectos de verificación de la Autoridad competente, el original de los siguientes documentos:

- I.** Solicitudes de verificación firmadas;
- II.** Contratos de prestación de servicios firmados por las partes;
- III.** Actas de evaluación de la conformidad;
- IV.** Expedientes técnicos, y
- V.** Copias de los Dictámenes de Verificación.

Los documentos deben mantenerse físicamente en el archivo activo disponible en el domicilio de la UVIE, como mínimo dos años a partir de la fecha de emisión, al término de los cuales se pueden enviar al archivo pasivo, donde deberán permanecer tres años como mínimo.

ANEXO A

ACTA DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

DATOS DEL SOLICITANTE DE LA VERIFICACIÓN:

NOMBRE, DENOMINACIÓN O RAZÓN SOCIAL DEL SOLICITANTE:	
Actividad	
DOMICILIO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA:	
CALLE O AVENIDA:	No. (Interior y exterior):
COLONIA O POBLACIÓN:	
MUNICIPIO O DELEGACIÓN:	CÓDIGO POSTAL:
CIUDAD Y ESTADO:	
TELÉFONO(S):	
CORREO ELECTRÓNICO:	
NOMBRE Y CARGO DE LA PERSONA QUE ATENDIÓ LA VISITA DE VERIFICACIÓN:	

DATOS DE LA VISITA DE VERIFICACIÓN

[illegible]

Observaciones de la persona que atendió la visita de verificación:

Acciones realizadas y documentación ofrecida para el Cierre de no Conformidades con respecto a lo asentado en el desarrollo de la visita de verificación.

FIRMAS DE LOS QUE INTERVINIERON EN LA VERIFICACIÓN

Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas: No. de registro:	Firma:
Datos de la persona que atendió la visita Nombre: Identificación: Número o folio de la identificación: Expedida por: Dirección:	Firma:
Datos del testigo Nombre: Identificación: Número o folio de la identificación: Expedida por: Dirección:	Firma:
Datos del testigo Nombre: Identificación: Número o folio de la identificación: Expedida por: Dirección:	Firma:

ANEXO B

Conceptos en los que debe basarse la verificación periódica de las instalaciones eléctricas localizadas en áreas peligrosas (clasificadas) conforme a la NOM-001-SEDE-2018, Instalaciones Eléctricas (utilización), así como para instalaciones eléctricas que hayan estado en servicio antes de la entrada en vigor de la NOM-001-SEDE-2018.

- a)** Resistencia de aislamiento de los conductores de alimentación principales, incluyendo, en su caso, los conductores de alta tensión.
- b)** Continuidad eléctrica de envoltentes y canalizaciones metálicas.
- c)** Resistencia de electrodos artificiales y de la red de tierra.
- d)** Polaridad de las conexiones en los contactos.
- e)** Protecciones, desconectores y envoltentes:
 - 1.** Corriente nominal o ajuste de disparo.
 - 2.** Corriente de interrupción o capacidad interruptiva.
- f)** Locales de subestaciones:
 - 1.** Espacios de seguridad.
 - 2.** Accesos.
 - 3.** Equipo de seguridad.
 - 4.** Puesta a tierra.
 - 5.** Red de tierra.
 - 6.** Medios para captar los aceites.
- g)** Sistemas de emergencia y de reserva, en su caso.

ANEXO C**DICTAMEN DE VERIFICACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 3, fracciones IV-A y XVII, 68, 70, 70-C, 73, 74, 84, 85, 86, 87, 88, 91, 92, 94, 97, 98 y 99 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 33, fracción V, y 40 de la Ley de la Industria Eléctrica; 112 del Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica y demás disposiciones legales aplicables, en mi carácter de Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas, aprobada con registro número:, con acreditación vigente de fecha: otorgada por una entidad de acreditación autorizada, y aprobación vigente de la Secretaría de Energía otorgada en mediante oficio No. de fecha, y habiéndose aplicado el procedimiento para la evaluación de la conformidad correspondiente a las instalaciones para el uso de energía eléctrica que se describen a continuación:

Dictamen de Verificación Folio No.: Fecha:			
Nombre, Denominación o Razón Social del visitado:			
Registro Federal de Contribuyentes:			
Actividad de la instalación conforme al SCIAN:			
Tensión eléctrica de suministro (entre conductores): * Hasta 1000 volts * Mayor de 1000 volts Capacidad de la Subestación: _____(kVA)	* Lugar de concentración pública * Áreas peligrosas (clasificadas) * Industria * Otro _____	☐ Instalación nueva ☐ Ampliación de una instalación existente ☐ Modificación de una instalación existente ☐ Subestación para cambio de tensión para la alimentación de la instalación ☐ Instalación construida antes de la entrada en vigor de la NOM-001-SEDE-2018	
Carga instalada: kW		Fecha de la próxima verificación para áreas peligrosas (clasificadas):	
Alcance de la verificación.....kW			
NOTAS:			
Datos del visitado Domicilio: Calle y No. exterior: No. interior: Colonia o Población: Municipio o Delegación: Ciudad y Estado: Código Postal:			
Teléfono:			
Correo electrónico:			
Solicitante del servicio Nombre: CURP: Teléfono: Correo electrónico:			

CERTIFICO, en los términos establecidos en los artículos 33, fracción V, y 40 de la Ley de la Industria Eléctrica, que las instalaciones en cuestión cumplen con las disposiciones aplicables de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2018, Instalaciones Eléctricas (utilización).

Declaro bajo protesta de decir verdad, que los datos asentados en el presente Dictamen de Verificación son verdaderos y acepto la responsabilidad que pudiera derivarse de la veracidad de los mismos, haciéndome acreedor a las sanciones que, en su caso, procedan.

EL TITULAR (O GERENTE) DE LA UNIDAD DE VERIFICACIÓN

Nombre y firma

Domicilio:

Teléfono: Fax: Correo electrónico:

SEDIVER || SERVER GUID: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

ANEXO D

Formato del escrito para el envío del Informe trimestral de Dictámenes de Verificación emitidos e informe trimestral de Dictámenes de Verificación emitidos de la conformidad con la NOM-001-SEDE-2018, Instalaciones Eléctricas (utilización).

Fecha : _____

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Dirección General de Distribución y Comercialización de
Energía Eléctrica y Vinculación Social
Presente

De conformidad con el numeral 8.1 del Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2018, Instalaciones Eléctricas (utilización), remito el informe trimestral de Dictámenes de Verificación emitidos por esta Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas número _____ (número de registro de la UVIE) , correspondientes al _____ trimestre del año _____ que se conforma de _____ (número) dictámenes de verificación, los cuales se listan en la relación que se anexa a este escrito y que declaro bajo protesta de decir verdad, que los datos asentados en el presente informe son verdaderos y cuyo contenido se tiene por reproducido como si al letra se insertara al presente.

Sin más por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier duda o aclaración.

Atentamente

El Titular (o Gerente) de la Unidad de Verificación

(Nombre y firma)

Cadena de seguridad: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

Continuación del Anexo D

Informe Trimestral de Dictámenes de Verificación

Trimestre (No. y Año)

Fecha de emisión del informe

Nombre

UVSEIE

Dirección

Dictamen de Verificación Folio No.	Fecha de emisión	Nombre o Razón Social	Dirección	Tensión eléctrica de suministro (V)	Carga instalada (kW)	Alcance de la verificación (kW)	Actividad de la instalación	Tipo de instalación eléctrica	Contiene áreas peligrosas (clasificadas)

Nombre del titular o gerente de la Unidad de Verificación: _____ Firma _____

Cadena de seguridad: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

TÍTULO 6**VIGILANCIA**

La Secretaría de Energía, a través de la Dirección General de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica, y Vinculación Social conforme a sus atribuciones, es la autoridad encargada de verificar o comprobar la aplicación y el cumplimiento de la presente NOM.

TÍTULO 7**BIBLIOGRAFÍA**

Ley de la Industria Eléctrica (LIE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014.

Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (RLIE). Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014.

Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992, última reforma publicada Diario Oficial de la Federación 30 de abril de 2009.

Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1999.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 2012.

International Electrotechnical Commission (IEC) 60364-1, Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions, publicado en noviembre de 2005.

National Fire Protection Association (NFPA) 70, Código Eléctrico Nacional (NEC) 2014, Edición en español publicado en 2017.

Analysis of changes, NEC 2014

National Fire Protection Association (NFPA) 70, National Electric Code (NEC) 2017, publicado en 2017.

Analysis of changes, NEC 2017.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. (IEEE), 2012 National Electrical Safety Code (NESC), publicado en agosto de 2011.

TÍTULO 8**CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES Y NORMAS MEXICANAS**

Esta NOM es equivalente con la parte 1 de la Norma Internacional IEC 60364, Electrical Installations of Buildings Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions, en lo referente a los principios fundamentales de seguridad. El título 5 de la presente NOM, no concuerda con la serie de normas de la IEC 60364, por las siguientes razones aplicables a parte de la infraestructura técnica del país:

El sistema de suministro de energía eléctrica en México, considerando las configuraciones eléctricas para este fin, así como los valores de tensión nominal de uso común en México, establecidos en la NMX-J-098-ANCE-2014, Sistemas eléctricos -Tensiones Eléctricas Normalizadas.

Esta NOM está basada en Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX), que se listan en el Apéndice B (informativo), considerando las prácticas industriales, así como la infraestructura e ingeniería de uso común en México.

NOTA: En esta NOM se utiliza como símbolo del separador decimal el punto (.), de conformidad con la "Modificación del inciso 0, el encabezado de la Tabla 13, el último párrafo del Apéndice B y el apartado Signo decimal de la Tabla 21 de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida", por lo que, en las cantidades se puede leer el punto decimal como una coma (,) decimal.

Asimismo, esta NOM concuerda con la Norma Oficial Mexicana NOM-063-SCFI-2001, Productos eléctricos-Conductores-Requisitos de seguridad.

APÉNDICE A (Informativo)**TABLAS ADICIONALES DE AMPACIDAD**

Este apéndice no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM, se incluye únicamente con propósitos informativos.

B. Información de aplicación para los cálculos de la ampacidad**B.310.15(B)(1) Información para la aplicación de las fórmulas.**

Este apéndice ofrece información relacionada con las ampacidades calculadas bajo la supervisión de ingenieros.

B.310.15(B)(2) Aplicaciones típicas cubiertas por las tablas.

En las Tablas B.310.15(2)(1) a B.310.15(2)(10) se muestran las ampacidades típicas para conductores de 0 a 2000 volts nominales. Tabla B.310.15(2)(11) ofrece el factor de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable con cargas diversas. Para ductos eléctricos subterráneos, que se detallan en las Figuras B.310.15(2)(3), B.310.15(2)(4) y B.310.15(2)(5). En las Figuras B.310.15(2)(2) a B.310.15(2)(5), cuando se empleen bancos de ductos adyacentes, es suficiente una separación de 1.50 metros entre los centros de los ductos más próximos de cada grupo, o de 1.20 metros entre los extremos de las cubiertas de concreto para evitar la disminución de la ampacidad de los conductores (aplicación de los factores de corrección) debido al calentamiento mutuo.

Algunos valores típicos de resistividad térmica (Rho) son:

Concreto = 55

Suelo húmedo (zonas costeras, tabla de nivel freático) = 60

Papel aislante = 550

Polietileno (PE) = 450

Policloruro de vinilo (PVC) = 650

Goma (caucho) y similares = 500

Suelo muy seco (rocoso o arenoso) = 120

La resistividad térmica como se usa en este apéndice es la habilidad de transferencia de calor a través de una sustancia, por conducción. Es el recíproco de la conductividad térmica, se designa como Rho y se expresa con las unidades de $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$.

B.310.15(B)(3) Modificaciones de los criterios. Cuando se conocen los valores del factor de carga y de Rho para la instalación de un banco de ductos eléctricos en particular, y sean distintos de los que aparecen en una tabla o figura específicas de este apéndice, se pueden modificar las ampacidades mostradas en la tabla o figura, aplicando los factores derivados del uso de la Figura B.310.15(2)(1).

Cuando dos ampacidades diferentes se apliquen a partes adyacentes de un circuito, la ampacidad es más alta se puede utilizar más allá del punto de transición, a una distancia igual a 3 metros o el 10% de la longitud del circuito calculada en la mayor ampacidad, la que sea menor.

Cuando la profundidad del enterramiento directo o la del banco de ductos para circuitos eléctricos se modifiquen respecto a los valores que aparecen en una figura o en una tabla, se pueden modificar las ampacidades es como se indica en los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Cuando se incrementen las profundidades de enterramiento de una o varias partes de un ducto eléctrico para evitar obstáculos subterráneos, no es necesario reducir la ampacidad de los conductores, siempre que la longitud total de las partes del conducto que van a mayor profundidad para evitar obstáculos sea inferior al 25% de la longitud total del tramo.

(b) Cuando las profundidades de enterramiento sean mayores de las que aparecen en una tabla o en una figura, para una ampacidad específica subterránea, se puede aplicar un factor de corrección para la ampacidad del 6% por cada 30 centímetros de incremento de la profundidad, para todos los valores de Rho . Cuando se disminuya la profundidad de enterramiento no es necesario modificar las ampacidades (aplicar factores de corrección).

B.310.15(B)(4) Ductos eléctricos.

B.310.15(B)(5)

Tablas B.310.15(B)(2)(6) y B.310. 15(B)(2)(7).

(a) Para obtener la ampacidad de cables instalados en dos ductos eléctricos situados en una fila horizontal con una separación de 19 centímetros entre los centros de los ductos eléctricos, similar a lo que se muestra en el Detalle 1 de la Figura B.310.15(B)(2)(2), se multiplica por 0.88 la ampacidad mostrada para un ducto en las Tablas B.310.15(B)(2)(6) y B.310.15(B)(2)(7).

(b) Para obtener la ampacidad de cables instalados en cuatro conductos eléctricos, situados en una fila horizontal con una separación entre centros de los conductos eléctricos de 19 centímetros, similar a lo que se muestra en el Detalle 2 de la Figura B.310.15(B)(2)(2), se multiplica por 0.94 la ampacidad mostrada para tres ductos eléctricos, en las Tablas B.310.15(B)(2)(6) y B.310.15(B)(2)(7).

B.310.15(B)(6) Ductos eléctricos utilizados según la Figura B.310.15(B)(2)(2). Si la separación entre los ductos eléctricos, como se muestra en la Figura B.310.15(B)(2)(2), es menor a lo especificado en dicha figura, cuando los ductos eléctricos entran desde la instalación subterránea en los encerramientos de los equipos, no es necesario reducir la ampacidad de los conductores contenidos en dichos ductos.

B.310.15(B)(7) Ejemplos que muestran la aplicación de la Figura B.310.15(B)(2)(1) para modificar la ampacidad en bancos de ductos eléctricos. La Figura B.310.15(B)(2)(1) se usa para interpolar o extrapolar los valores de Rho y del factor de carga para los cables instalados en ductos eléctricos. Las curvas de la parte superior muestran la variación de la ampacidad y de Rho para un factor de carga unitario en términos de I_1 , la ampacidad para $Rho = 60$ y un factor de carga del 50%. En cada curva se representa una relación I_2/I_1 particular, siendo I_2 la ampacidad para $Rho = 120$ y un factor de carga del 100%.

Las curvas de la parte inferior muestran la relación entre Rho y el factor de carga que daría prácticamente la misma ampacidad que el valor indicado de Rho a un factor de carga del 100%.

Por ejemplo, para encontrar la ampacidad de un circuito con cables de cobre de 500 kcmil para seis ductos eléctricos, como se muestra en la Tabla B.310.15(B)(2)(5): a $Rho = 60$, factor de carga = 50, $I_1 = 583$; para $Rho = 120$ y factor de carga = 100, $I_2 = 400$. La relación $I_2/I_1 = 0.686$. Se localiza $Rho = 90$ en la parte inferior del gráfico y se sigue la línea de $Rho = 90$ hasta su intersección con la curva del factor de carga de 100 por ciento, donde el Rho equivalente = 90. Después se sigue la línea de $Rho = 90$ hasta una relación $I_2/I_1 = 0.686$, donde $F = 0.74$. La ampacidad deseada será $= 0.74 \times 583 = 431$, que coincide con la de la tabla para $Rho = 90$ y factor de carga = 100%.

Para determinar la ampacidad para el mismo circuito, cuando $Rho = 80$ y factor de carga = 75 a partir de la Figura B.310. 15(B)(2)(1), el Rho equivalente = 43, $F = 0.855$ y la ampacidad deseada es $0.855 \times 583 = 498$ amperes. Los valores para utilizar con la Figura B.310.15(B)(2)(1) se encuentran en las tablas de ampacidad para bancos de ductos eléctricos de este apéndice.

Cuando el factor de carga sea menor al 100% y se pueda verificar por medición o cálculo, se puede modificar la ampacidad de las instalaciones de bancos de ductos eléctricos como se indicó. De la misma manera se pueden ajustar a diferentes valores de Rho .

Tabla B.310.15(B)(2)(1) Ampacidades de dos o tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales con un recubrimiento general (cable multiconductor) en una canalización al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño mm ²	Designación (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor [véase la Tabla 310-104(a)]				
		60 °C	75 °C	90 °C	75 °C	90 °C
		Tipo TW, UF	Tipo RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, ZW	Tipo THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH,	Tipo RHW, XHHW, TWH, THWN, XHHW	Tipo THHN, THHW, THW-2, RHH,
				RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2		RWH-2,USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2
				ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
2.08	14**	16	18	21	—	—
3.31	12**	20	24	27	18	21
5.261	10**	2736	33	36	25	28
8.367	8		43	48	33	37
13.3	6	48	58	65	45	51
21.15	4	66	79	89	61	69
26.67	3	76	90	102	70	79
33.62	2	88	105	119	83	93
42.41	1	102	121	137	95	106
53.49	1/0	121	145	163	113	127
67.43	2/0	138	166	186	129	146
85.01	3/0	158	189	214	147	167
107.2	4/0	187	223	253	176	197
127	250	205	245	276	192	217
152	300	234	281	317	221	250
177	350	255	305	345	242	273
203	400	274	328	371	261	295
253	500	315	378	427	303	342
304	600	343	413	468	335	378
355	700	376	452	514	371	420
380	750	387	466	529	384	435
405	800	397	479	543	397	450
456	900	415	500	570	421	477
507	1000	448	542	617	460	521

*Consulte 310-15(B)(2) para los factores de corrección de ampacidad donde la temperatura ambiente es distinta de 30 °C.

**Consulte 240-4(d), para las limitaciones de protección por sobrecorriente de conductores

Tabla B.310.15(B)(2)(3) Ampacidades de cables multiconductores con no más de tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 40 °C.
(Para cables de los tipos TC, MC, MI, UF y USE)

Área mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor [véase la Tabla 310-104(a)]							
		60 °C	75 °C	85 °C	90 °C	60 °C	75 °C	85 °C	90 °C
		COBRE				ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
0.823	18	—	—	—	11	—	—	—	—
1.31	16	—	—	—	16	—	—	—	—
2.08	14**	18	21	24	25	—	—	—	—
3.31	12**	21	28	30	32	18	21	24	25
5.261	10**	28	36	41	43	21	28	30	32
8.367	8	39	50	56	59	30	39	44	46
13.3	6	52	68	75	79	41	53	59	61
21.15	4	69	89	100	104	54	70	78	81
26.67	3	81	104	116	121	63	81	91	95
33.62	2	92	118	132	138	72	92	103	108
42.41	1	107	138	154	161	84	108	120	126
53.49	1/0	124	160	178	186	97	125	139	145
67.43	2/0	143	184	206	215	111	144	160	168
85.01	3/0	165	213	238	249	129	166	185	194
107.2	4/0	190	245	274	287	149	192	214	224
127	250	212	274	305	320	166	214	239	250
152	300	237	306	341	357	186	240	268	280
177	350	261	337	377	394	205	265	296	309
203	400	281	363	406	425	222	287	317	334
253	500	321	416	465	487	255	330	368	385
304	600	354	459	513	538	284	368	410	429
355	700	387	502	562	589	306	405	462	473
380	750	404	523	586	615	328	424	473	495
405	800	415	539	604	633	339	439	490	513
456	900	438	570	639	670	362	469	514	548
507	1000	461	601	674	707	385	499	558	584

*Consulte 310.15(B)(2) para los factores de corrección de ampacidad donde la temperatura ambiente es distinta de 40 °C.

**Consulte 240-4(d), para las limitaciones de protección por sobrecorriente de conductores.

Tabla B.310.15(B)(2)(5) Ampacidad de conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos no magnéticos (un conductor por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C y los ductos eléctricos dispuestos como en la Figura B.310.15(B)(2)(2), temperatura del conductor 75 °C

Área mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	3 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 2)	6 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 3)	9 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 4)	3 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 2)	6 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 3)	9 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 4)
		Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Tipos RHW, THHW, THW, THWN,, XHHW, USE
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
		RHO RHO RHO	RHO RHO RHO	RHO RHO RHO	RHO RHO RHO	RHO RHO RHO	RHO RHO RHO
		60 90 120 LF LF LF 50 100 100	60 90 120 LF LF LF 50 100 100	60 90 120 LF LF LF 50 100 100	60 90 120 LF LF LF 50 100 100	60 90 120 LF LF LF 50 100 100	60 90 120 LF LF LF 50 100 100
127	250	410 344 327	386 295 275	369 270 252	320 269 256	302 230 214	288 211 197
177	350	503 418 396	472 355 330	446 322 299	393 327 310	369 277 258	350 252 235
253	500	624 511 484	583 431 400	545 387 360	489 401 379	457 337 313	430 305 284
380	750	794 640 603	736 534 494	674 469 434	626 505 475	581 421 389	538 375 347
507	1000	936 745 700	864 617 570	776 533 493	744 593 557	687 491 453	629 432 399
633	1250	1055 832 781	970 686 632	854 581 536	848 668 627	779 551 508	703 478 441
760	1500	1160 907 849	1063 744 685	918 619 571	941 736 689	863 604 556	767 517 477
887	1750	1250 970 907	1142 793 729	975 651 599	1026 796 745	937 651 598	823 550 507
1013	2000	1332 1027 959	1213 836 768	1030 683 628	1103 850 794	1005 693 636	877 581 535
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección					
6–10		1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
11–15		1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
16–20		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21–25		0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
26–30		0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

Tabla B.310.15(B)(2)(6) Ampacidades de tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por conducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C y los ductos eléctricos dispuestos como en la Figura B.310.15(B)(2)(2), temperatura del conductor 75 °C

Área mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	1 Ducto Eléctrico (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 1)	3 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 2)	6 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 3)	1 Ducto Eléctrico (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 1)	3 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 2)	6 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 3)
		Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
		RHO RHO RHO	RHO RHO RHO	RHO RHO RHO	RHO RH RHO	RHO RHO RHO	RHO RHO RHO
		60 90 120 LF LF LF 50 100 100	60 90 120 LF LF LF 50 100 100	60 90 120 LF LF LF 50 100 100	60 90 120 LF LF LF 50 100 100	60 90 120 LF LF LF 50 100 100	60 90 120 LF LF LF 50 100 100
8.367	8	58 54 53	56 48 46	53 42 39	45 42 41	43 37 36	41 32 30
13.3	6	77 71 69	74 63 60	70 54 51	60 55 54	57 49 47	54 42 39
21.15	4	101 93 91	96 81 77	91 69 65	78 72 71	75 63 60	71 54 51
33.62	2	132 121 118	126 105 100	119 89 83	103 94 92	98 82 78	92 70 65
42.41	1	154 140 136	146 121 114	137 102 95	120 109 106	114 94 89	107 79 74
53.49	1/0	177 160 156	168 137 130	157 116 107	138 125 122	131 107 101	122 90 84
67.43	2/0	203 183 178	192 156 147	179 131 121	158 143 139	150 122 115	140 102 95
85.01	3/0	233 210 204	221 178 158	205 148 137	182 164 159	172 139 131	160 116 107
107.2	4/0	268 240 232	253 202 190	234 168 155	209 187 182	198 158 149	183 131 121
127	250	297 265 256	280 222 209	258 184 169	233 207 201	219 174 163	202 144 132
177	350	363 321 310	340 267 250	312 219 202	285 252 244	267 209 196	245 172 158
253	500	444 389 375	414 320 299	377 261 240	352 308 297	328 254 237	299 207 190
380	750	552 478 459	511 388 362	462 314 288	446 386 372	413 314 293	374 254 233
507	1000	628 539 518	579 435 405	522 351 321	521 447 430	480 361 336	433 291 266
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección					
6–10		1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
11–15		1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
16–20		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21–25		0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
26–30		0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

B.310.15(B)(2)(2), temperatura del conductor 75 °C

Área mm ²	Tamaño o (AWG o kcmil)	1 Ducto Eléctrico (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 1)			3 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 2)			6 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 3)			1 Ducto Eléctrico (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 1)			3 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 2)			6 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 3)					
		Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE					
		COBRE									ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE											
		RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	
		60	90	120	60	90	120	60	90	120	60	90	120	60	90	120	60	90	120	60	90	120
		LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF
50	100	100	50	100	100	50	100	100	50	100	100	50	100	100	50	100	100	50	100	100		
8.367	8	63	58	57	61	51	49		57	44	41	49	45	44	47	40	38	45	34	32		
13.3	6	84	77	75	80	67	63		75	56	53	66	60	58	63	52	49	59	44	41		
21.15	4	111	100	98	105	86	81		98	73	67	86	78	76	79	67	63	77	57	52		
26.67	3	129	116	113	122	99	94		113	83	77	101	91	89	83	77	73	84	65	60		
33.62	2	147	132	128	139	112	106		129	93	86	115	103	100	108	87	82	101	73	67		
42.41	1	171	153	148	161	128	121		149	106	98	133	119	115	126	100	94	116	83	77		
53.49	1/0	197	175	169	185	146	137		170	121	111	153	136	132	144	114	107	133	94	87		
67.43	2/0	226	200	193	212	166	156		194	136	126	176	156	151	165	130	121	151	106	98		
85.01	3/0	260	228	220	243	189	177		222	154	142	203	178	172	189	147	138	173	121	111		
107.2	4/0	301	263	253	280	215	201		255	175	161	235	205	198	219	168	157	199	137	126		
127	250	334	290	279	310	236	220		281	192	176	261	227	218	242	185	172	220	150	137		
152	300	373	321	308	344	260	242		310	210	192	293	252	242	272	204	190	245	165	151		
177	350	409	351	337	377	283	264		340	228	209	321	276	265	296	222	207	266	179	164		
203	400	442	376	361	394	302	280		368	243	223	349	297	284	321	238	220	288	191	174		
253	500	503	427	409	460	341	316		412	273	249	397	338	323	364	270	250	326	216	197		
304	600	552	468	447	511	371	343		457	296	270	446	373	356	408	296	274	365	236	215		
355	700	602	509	486	553	402	371		492	319	291	488	408	389	443	321	297	394	255	232		
380	750	632	529	505	574	417	385		509	330	301	508	425	405	461	334	309	409	265	241		
405	800	654	544	520	597	428	395		527	338	308	530	439	418	481	344	318	427	273	247		
456	900	692	575	549	628	450	415		554	355	323	563	466	444	510	365	337	450	288	261		
507	1000	730	605	576	659	472	435		581	372	338	597	494	471	538	385	355	475	304	276		
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección																				
6–10		1.09			1.09			1.09			1.09			1.09			1.09					
11–15		1.04			1.04			1.04			1.04			1.04			1.04					
16–20		1.00			1.00			1.00			1.00			1.00			1.00					
21–25		0.95			0.95			0.95			0.95			0.95			0.95					
26–30		0.90			0.90			0.90			0.90			0.90			0.90					

Tabla B.310.15(B)(2)(8) Ampacidades de dos o tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales, cableados dentro de un recubrimiento general (dos o tres conductores), directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, Ducto Eléctrico de acuerdo a la Figura B.310.15(B)(2)(2), factor de carga del 100%, resistencia térmica de 90 (Rho)

		1 Cable (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 5)		2 Cables (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 6)		1 Cable (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 5)		2 Cables (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 6)	
		60 °C	75 °C	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C
Área mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	TIPOS				TIPOS			
		UF	RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	UF	RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	UF	RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	UF	RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE
		COBRE				ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
8.367	8	64	75	60	70	51	59	47	55
13.3	6	85	100	81	95	68	75	60	70
21.15	4	107	125	100	117	83	97	78	91
33.62	2	137	161	128	150	107	126	110	117
42.41	1	155	182	145	170	121	142	113	132
53.49	1/0	177	208	165	193	138	162	129	151
67.43	2/0	201	236	188	220	157	184	146	171
85.01	3/0	229	269	213	250	179	210	166	195
107.2	4/0	259	304	241	282	203	238	188	220
127	250	—	333	—	308	—	261	—	241
177	350	—	401	—	370	—	315	—	290
253	500	—	481	—	442	—	381	—	350
380	750	—	585	—	535	—	473	—	433
507	1000	—	657	—	600	—	545	—	497
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección							
6–10		1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09
11–15		1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04
16–20		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21–25		0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95
26–30		0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90

NOTA: Para las ampacidades de los cables del tipo UF en conductos eléctricos subterráneos, multiplicar las ampacidades mostradas en esta tabla por 0.74.

Tabla B.310.15(B)(2)(9) Ampacidades de tres ternas de conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, Ducto Eléctrico de acuerdo con la Figura B.310.15(B)(2)(2), factor de carga del 100%, resistencia térmica (Rho) de 90

		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 7		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 8		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 7		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 8	
Área mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C
		TIPOS				TIPOS			
		UF	USE	UF	USE	UF	USE	UF	USE
		COBRE				ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
8.367	8	72	84	66	77	55	65	51	60
13.3	6	91	107	84	99	72	84	66	77
21.15	4	119	139	109	128	92	108	85	100
33.62	2	153	179	140	164	119	139	109	128
42.41	1	173	203	159	186	135	158	124	145
53.49	1/0	197	231	181	212	154	180	141	165
67.43	2/0	223	262	205	240	175	205	159	187
85.01	3/0	254	298	232	272	199	233	181	212
107.2	4/0	289	339	263	308	226	265	206	241
127	250	—	370	—	336	—	289	—	263
177	350	—	445	—	403	—	349	—	316
253	500	—	536	—	483	—	424	—	382
380	750	—	654	—	587	—	525	—	471
507	1000	—	744	—	665	—	608	—	544
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección							
6–10		1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09
11–15		1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04
16–20		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21–25		0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95
26–30		0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90

Tabla B.310.15(B)(2)(10) Ampacidades de tres conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, Ducto Eléctrico de acuerdo a la Figura B.310.15(B)(2)(2), factor de carga del 100%, resistencia térmica (Rho) de 90

		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 9		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 10		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 9		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 10	
Área mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C
		TIPOS				TIPOS			
		UF	USE	UF	USE	UF	USE	UF	USE
		COBRE				ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
8.367	8	84	98	78	92	66	77	61	72
13.3	6	107	126	101	118	84	98	78	92
21.15	4	139	163	130	152	108	127	101	118
33.62	2	178	209	165	194	139	163	129	151
42.41	1	201	236	187	219	157	184	146	171
53.49	1/0	230	270	212	249	179	210	165	194
67.43	2/0	261	306	241	283	204	239	188	220
85.01	3/0	297	348	274	321	232	272	213	250
107.2	4/0	336	394	309	362	262	307	241	283
127	250	—	429	—	394	—	335	—	308
177	350	—	516	—	474	—	403	—	370
253	500	—	626	—	572	—	490	—	448
380	750	—	767	—	700	—	605	—	552
507	1000	—	887	—	808	—	706	—	642
633	1250	—	979	—	891	—	787	—	716
760	1500	—	1063	—	965	—	862	—	783
887	1750	—	1133	—	1027	—	930	—	843
1013	2000	—	1195	—	1082	—	990	—	897
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección							
6–10		1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09
11–15		1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04
16–20		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21–25		0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95
26–30		0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90

Tabla B.310.15(B)(2)(11) Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o en un cable, con diversidad de carga

Número de conductores portadores de corriente*	Porcentaje de los valores de las barras ajustadas según la temperatura ambiente
4-6	80
7-9	70
10-24	70**
25-42	60**
43-85	50**

*Número de conductores es el número total de conductores en la canalización o cables ajustados de acuerdo con 310.(B)(4) y (5).

**Estos factores incluyen los efectos de una diversidad de carga de 50%.

NOTA: El límite de las ampacidades para el número de conductores portadores de corriente de 10 hasta 85 se basa en la siguiente fórmula. Para más de 85 conductores, se requieren cálculos especiales que están más allá del alcance de esta tabla:

$$A_2 = \left[\sqrt{\frac{0.5 N}{E}} \times (A_1) \right] \text{ o } A_1, \text{ el que sea menor}$$

Donde:

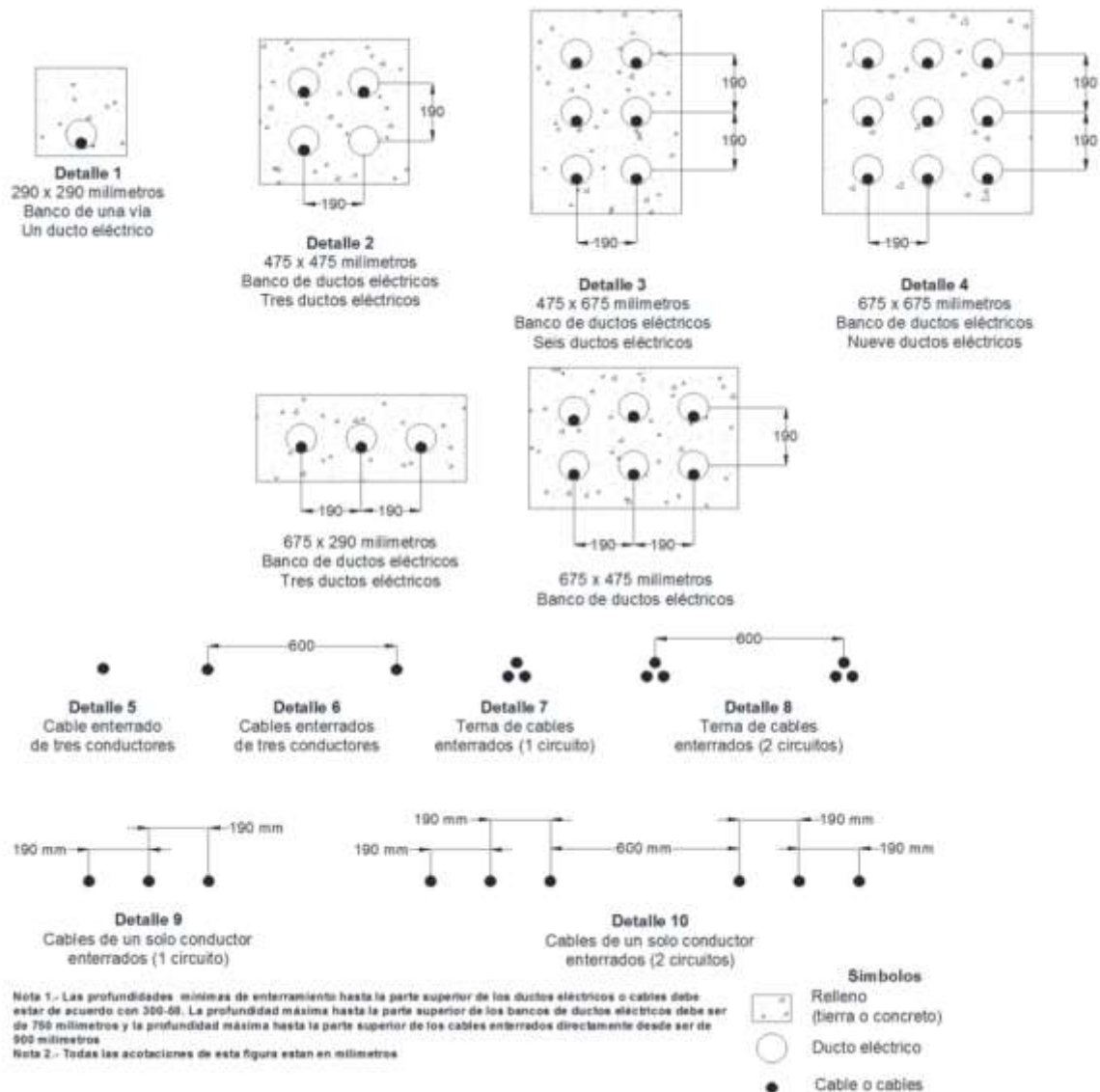
A1=Ampacidad, según las Tablas: 310.15(B)(16), 310.15(B)(18), B.310.15(B)(2)(1), B.310.15(B)(2)(6) y B.310.15(B)(2)(7), multiplicada por el factor adecuado según la Tabla B.310.15(B)(2)(11).

N= número total de conductores utilizados para obtener el factor de multiplicación de la Tabla B.310.15(B)(2)(11).

E=número de conductores portadores de corriente simultáneos en la canalización o cable.

A2=Límite de la ampacidad para los conductores portadores de corriente en la canalización o cable.

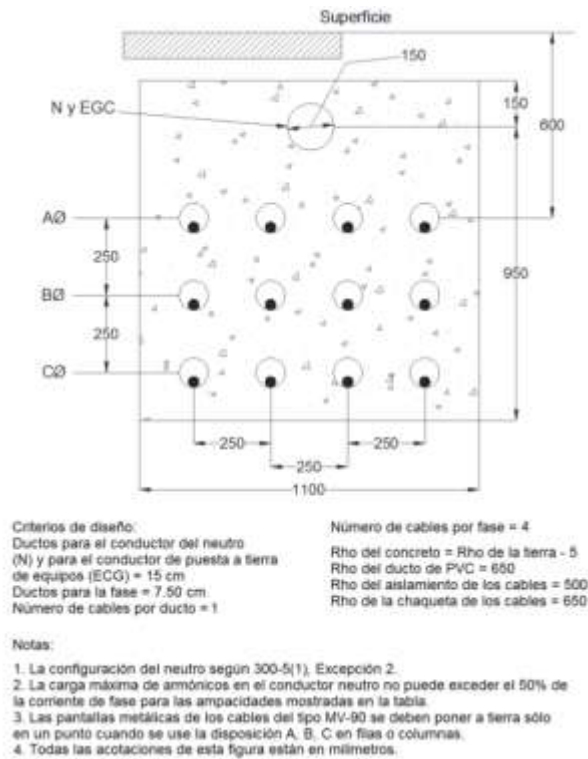




Tamaño (kcmil)	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, OR MT-90*		
	Corriente nominal total por fase en amperes		
	RHO DE LA TIERRA 60 F. DEF. CARGA 50	RHO DE LA TIERRA 90 F. DEF. CARGA 100	RHO DE LA TIERRA 120 F. DEF. CARGA 100
250	2340 (260 A / Cable)	1530 (170 A / Cable)	1395 (155 A / Cable)
350	2790 (310 A / Cable)	1800 (200 A / Cable)	1665 (185 A / Cable)
500	3375 (375 A / Cable)	2160 (240 A / Cable)	1980 (220 A / Cable)
Temperatura Ambiente (°C)	Para temperaturas ambiente distintas de 20 °C, multiplicar las temperaturas ambiente anteriores por el factor ambiente (°C) adecuado de los siguientes:		
6-10	1.09	1.09	1.09
11-15	1.04	1.04	1.04
16-20	1.00	1.00	1.00
21-25	0.95	0.95	0.95
26-30	0.90	0.90	0.90

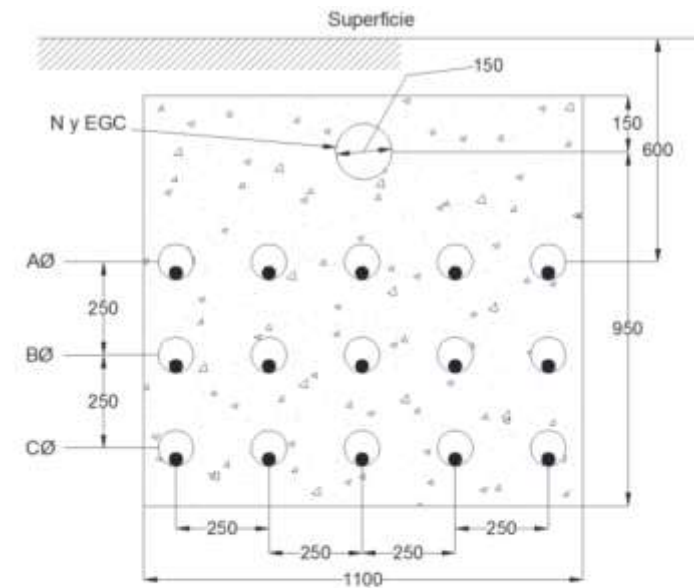
*Limitado a la temperatura del conductor de 75 °C.

NOTA a la Figura B.310.15(B)(2)(3) Ampacidad de los conductores sencillos aislados, de 0 a 5000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), nueve cables de un solo conductor, por fase, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C y temperatura de los conductores de 75 °C.



Tamaño (kcmil)	TIPOS		
	RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, O MT-90*		
	Corriente nominal total por fase en amperes		
	RHO DE LA TIERRA 60 F. DEF. CARGA 50	RHO DE LA TIERRA 90 F. DEF. CARGA 100	RHO DE LA TIERRA 120 F. DEF. CARGA 100
750	2820 (705 A / Cable)	1860 (465 A / Cable)	1680 (420 A / Cable)
1000	3300 (825 A / Cable)	2140 (535 A / Cable)	1920 (480 A / Cable)
1250	3700 (925 A / Cable)	2380 (595 A / Cable)	2120 (530 A / Cable)
1500	4060 (260 A / Cable)	2580 (645 A / Cable)	2300 (575 A / Cable)
1750	4360 (260 A / Cable)	2740 (685 A / Cable)	2460 (615 A / Cable)
Temperatura Ambiente (°C)	Para temperaturas ambiente distintas de 20 °C, multiplicar las temperaturas ambiente anteriores por el factor ambiente (°C) adecuado de los siguientes:		
6-10	1.09	1.09	1.09
11-15	1.04	1.04	1.04
16-20	1.00	1.00	1.00
21-25	0.95	0.95	0.95
26-30	0.90	0.90	0.90

NOTA a la Figura B.310.15(B)(2)(4) Ampacidad de los conductores sencillos aislados, de 0 a 5000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), nueve cables de un solo conductor, por fase, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C y temperatura de los conductores de 75 °C.

**Criterios de diseño:**

Ductos para el conductor del neutro (N) y para el conductor de puesta a tierra de equipos (EGC) = 15 cm
 Ductos para la fase = 7.50 cm
 Material de los conductores = Cobre
 Número de cables por ducto = 1

Número de cables por fase = 5

Rho del concreto = Rho de la tierra = 5
 Rho del ducto de PVC = 650
 Rho del aislamiento de los cables = 500
 Rho de la chaqueta de los cables = 650

Notas:

1. La configuración del neutro según 300-5(1). Excepción 2.
2. La carga máxima de armónicos en el conductor neutro no puede exceder el 50% de la corriente de fase para las ampacidades mostradas en la tabla.
3. Las pantallas metálicas de los cables del tipo MV-90 se deben poner a tierra sólo en un punto.
4. Todas las acotaciones de esta figura están en milímetros.

Tamaño (kcmil)	TIPOS				
	RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE, O MT-90*				
	Corriente nominal total por fase en amperes				
	RHO DE LA TIERRA 60 F. DEF. CARGA 50	RHO DE LA TIERRA 90 F. DEF. CARGA 100		RHO DE LA TIERRA 120 F. DEF. CARGA 100	
2000	5575 (1115 A / Cable)	3375 (675 A / Cable)		3000 (600 A / Cable)	
Temperatura Ambiente (°C)	Para temperaturas ambiente distintas de 20 °C, multiplicar las temperaturas ambiente anteriores por el factor ambiente (°C) adecuado de los siguientes:				
6-10	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
11-15	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
16-20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21-25	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
26-30	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

NOTA a la Figura B.310.15(B)(2)(5) Ampacidad de los conductores sencillos aislados, de 0 a 5000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), nueve cables de un solo conductor, por fase, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C y temperatura de los conductores de 75 °C

APÉNDICE B**(Informativo)**

Este apéndice no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM, se incluye únicamente con propósitos informativos

TABLA B1.1 LISTA DE NORMAS OFICIALES Y NORMAS MEXICANAS

NORMA	Título	Sección
NOM-022-STPS-2015	Electricidad estática en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad	500-4 (b)
NOM-029-STPS-2011	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad.	
NOM-010-ASEA-2016	Gas natural comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para terminales de carga y terminales de descarga de módulos de almacenamiento transportables y estaciones de suministro de vehículos automotores.	514-3(b)
NMX-J-163-ANCE-2004	Artefactos eléctricos - Configuraciones	
NMX-J-472-ANCE-2014	Conductores - Determinación de la cantidad de gas ácido Halogenado y del grado de acidez de los gases liberados durante la combustión de materiales poliméricos - Métodos de pruebas	
NMX-J-498-ANCE-2011	Conductores-Determinación de la resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos que se colocan en charola vertical-Método de prueba	
NOM-007-ENER-2014	Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales	220-12
NOM-053-SCFI-2000	Elevadores eléctricos de tracción para pasajeros y carga-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba para equipos nuevos	620
NMX-I-154-NYCE-2008	Telecomunicaciones-Cableado-Cableado estructurado-Cableado genérico residencial	770-24, 800-24
NMX-I-248-NYCE-2008	Telecomunicaciones-Cableado-Cableado estructurado genérico-Cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales-Especificaciones y métodos de prueba	770-24, 800-24
NMX-I-24764-NYCE-2013	Tecnología de la información-Sistema de cableado genérico para centros de datos	770-24, 800-24
NMX-I-14763-2-NYCE-2017	Tecnologías de la información-Implementación y operación de cableado estructurado-Parte 2: Planeación e instalación	770-24, 800-24

TABLA B1.2 LISTADO DE NORMAS DE PRODUCTOS ELÉCTRICOS

NORMA	TÍTULO	Sección
NOM-003-SCFI-2014	Productos eléctricos-especificaciones de seguridad	
NMX-J-005-ANCE-2015	Interruptores de uso general para instalaciones eléctricas – especificaciones y métodos de prueba	404 240
NOM-058-SCFI-2017	Controladores para fuentes luminosas artificiales, con propósitos de iluminación en general-especificaciones de seguridad y métodos de prueba.	300-3 (c) (2) 410
NOM-063-SCFI-2001	Productos eléctricos - Conductores-Requisitos de seguridad	3310
NOM-064-SCFI-2000	Productos eléctricos - Luminarios para uso en interiores y exteriores-especificaciones de seguridad y métodos de prueba	410
NOM-021-ENER/SCFI-2017	Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. límites, métodos de prueba y etiquetado	440
NOM-011-ENER-2006	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límite, métodos de prueba y etiquetado	440
NOM-014-ENER-2004	Eficiencia energética de motores eléctricos de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, enfriados con aire, en potencia nominal de 0.180 kW a 1.500 kW. Límites, método de prueba y marcado	430

NORMA	TÍTULO	Sección
NOM-016-ENER-2016	Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 kW a 373 kW, límites, método de prueba y marcado	430
NMX-J-002-ANCE-2001	Conductores – Alambres de cobre duro para usos eléctricos-Especificaciones	310
NMX-J-008-ANCE-2001	Conductores – Alambres de cobre estañado suave o recocido para usos eléctricos-Especificaciones	310
NMX-J-009-248-1-ANCE-2017	Fusibles para baja tensión – Parte 1: requisitos generales	240
NMX-J-009/248-4-ANCE-2006	Fusible para baja tensión – Parte 4: Fusibles Clase CC	240-4 (d)(1)
NMX-J-009/248/7-ANCE-2006	Fusibles para baja tensión - Parte 7: Fusibles renovables Clase H	240-60 (d)
NMX-J-009/248/8-ANCE-2016	Fusibles para baja tensión – Parte 8: Fusibles Clase J	240-4 (d)(1)
NMX-J-009/248/15-ANCE-2006	Fusibles para baja tensión - Parte 15: Fusibles Clase T	240-4 (d)(1)
NMX-J-009/248-11-ANCE-2016	Fusibles para baja tensión – Parte 11: Fusibles tipo tapón	240 e
NMX-J-010-ANCE-2015	Conductores - Conductores con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 V - Especificaciones	310-104
NMX-J-012/1-ANCE-2014	Conductores - Conductores de cobre y aluminio con designación internacional - especificaciones	
NMX-J-017-ANCE-2015	Accesorios para cables y tubos - Especificaciones y métodos de prueba	342, 358, 360, 348, 350, 356
NMX-J-023/1-ANCE-2007	Cajas registro metálicas y sus accesorios – Parte 1: Especificaciones y métodos de prueba	314-40
NMX-J-024-ANCE-2005	Artefactos eléctricos – Portalámparas roscados tipo Edison – Especificaciones y métodos de prueba	422-40
NMX-J-028-ANCE-2001	Conductores – Cables concéntricos tipo espiral para acometida aérea a baja tensión, hasta 600 V – Especificaciones	230 D
NMX-J-032-ANCE-2014	Conductores – Cable de aluminio aleación 1350 con cableado concéntrico, para usos eléctricos – Especificaciones	
NMX-J-036-ANCE-2001	Conductores – Alambre de cobre suave para usos eléctricos – Especificaciones	310
NMX-J-038/11-ANCE-2014	Equipos de soldadura eléctrica por arco – Parte 11: Portaelectrodos	630
NMX-J-058-ANCE-2007	Conductores – Cable de aluminio con cableado concéntrico y alma de acero (ACSR) – Especificaciones	
NMX-J-059-ANCE-2004	Conductores – Cable de cobre con cableado concéntrico compacto, para usos eléctricos – Especificaciones	
NMX-J-075/1-1994-ANCE	Aparatos eléctricos – Máquinas rotatorias – Parte 1: Motores de inducción de corriente alterna del tipo de rotor en cortocircuito, en potencias desde 0,062 a 373 kW – Especificaciones	430
NMX-J-075/2-1994-ANCE	Aparatos eléctricos – Máquinas rotatorias – Parte 2: Motores de inducción de corriente alterna del tipo de rotor en cortocircuito, en potencias grandes – Especificaciones	430
NMX-J-075/3 -1994-ANCE	Aparatos eléctricos – Máquinas rotatorias – Parte 3: Métodos de prueba para motores de inducción de corriente alterna del tipo de rotor en cortocircuito, en potencias desde 0,062 kW	430
NMX-J-093-ANCE-2009	Conductores – Determinación de la resistencia a la propagación de incendio en conductores eléctricos – Métodos de prueba	
NMX-J-102-ANCE-2015	Conductores - Cordones flexibles tipo SPT con aislamiento termoplástico a base de policloruro de vinilo para tensiones hasta 300 V – Especificaciones	400-5 a)
NMX-J-116-ANCE-2014	Transformadores de distribución tipo poste y tipo subestación - Especificaciones	450

NORMA	TÍTULO	Sección
NMX-J-118/1-ANCE-2000	Productos eléctricos - Tableros de alumbrado y distribución en baja tensión - Especificaciones y métodos de prueba	408
NMX-J-118/2-ANCE-2007	Tableros – Tableros de distribución de baja tensión – Especificaciones y métodos de prueba	408
NMX-J-142/1-ANCE-2011	Conductores – Cables de energía con pantalla metálica, aislados con polietileno de cadena cruzada o a base de etileno-propileno para tensiones de 5 kV a 35 kV – Especificaciones y métodos de prueba	402
NMX-J-148-ANCE-2016	Electroductos – Especificaciones y métodos de prueba	368
NMX-J-149/2-ANCE-2016	Fusibles para alta tensión – Parte 2: Cortacircuitos fusible de expulsión – Especificaciones y métodos de prueba	490-21(b)
NMX-J-150/1-ANCE-2008	Coordinación de aislamiento – Parte 1: Definiciones, principios y reglas	922-11
NMX-J-150/2-ANCE-2004	Coordinación de aislamiento – Parte 2: Guía de aplicación	922-11
NMX-J-192-ANCE-2009	Conductores – Resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos – Métodos de prueba	
NMX-J-203/1-ANCE-2005	Capacitores – Parte 1: Capacitores de potencia en conexión paralelo – Especificaciones y métodos de prueba	460
NMX-J-203/2-ANCE-2006	Capacitores – Parte 2: Bancos de capacitores de potencia en conexión paralelo – Especificaciones y guía para la instalación y operación	460
NMX-J-203/3-ANCE-2008	Capacitores – Parte 3: Fusibles de media y alta tensión para la protección externa de bancos de capacitores y unidades capacitivas de potencia en conexión paralelo – Especificaciones y métodos de prueba	420
NMX-J-203/4-ANCE-2010	Capacitores – Parte 4: Guía para realizar la pruebas de envejecimiento de ciclo de sobre tensión	460
NMX-J-234-ANCE-2008	Aisladores – Boquillas de extra alta, alta y media tensión para corriente alterna – Especificaciones y métodos de prueba	922
NMX-J-235/1-ANCE-2008	Envolventes – Envolventes para uso en equipo eléctrico – Parte 1: Consideraciones no ambientales – Especificaciones y métodos de prueba	
NMX-J-235/2-ANCE-2000	Envolventes - Envolventes (gabinetes) para uso en equipo eléctrico - Parte 2: requerimientos específicos - Especificaciones y métodos de prueba	
NMX-J-266-ANCE-1999	Productos eléctricos – Interruptores – Interruptores automáticos en caja moldeada – Especificaciones y métodos de prueba	404
NMX-J-281/601-ANCE-2011	Vocabulario electrotécnico – Parte 601: Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica – Generalidades	100
NMX-J-285-ANCE-2005	Transformadores de distribución tipo pedestal monobásico y trifásico para distribución subterránea.	450
NMX-J-297-ANCE-2005	Conductores – Conductores flexibles de cobre para usos eléctricos y electrónicos – Especificaciones	400
NMX-J-298-ANCE-2007	Conductores – Conductores tipo dúplex (TWD) con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 V – Especificaciones	
NMX-J-300-ANCE-2013	Conductores-Cables control- Especificaciones	400
NMX-J-321-ANCE-2005	Apartarrays de óxidos metálicos sin explosores, para sistemas de corriente alterna – Especificaciones y métodos de prueba	280
NMX-J-321/5-ANCE-2008	Apartarrays – Parte 5: Recomendaciones para selección y aplicación	280
NMX-J-412-ANCE-2008	Clavijas y receptáculos - Especificaciones y métodos de prueba generales	406
NMX-J-412/1-ANCE-2004	Clavijas y contactos para uso doméstico y similar – Parte 1: requisitos generales	406
NMX-J-412/2-3-ANCE-2009	Conectores – Especificaciones y métodos de prueba	406
NMX-J-412/2-6-ANCE-2009	Artefactos grado hospital – Especificaciones y métodos de prueba	517

NORMA	TÍTULO	Sección
NMX-J-429-ANCE-2009	Conductores – Alambres, cables y cordones con aislamiento de PVC 80 °C, 9 °C y 105 °C, para equipos electrónicos – Especificaciones.	400
NMX-J-436-ANCE-2007	Conductores – Cordones y cables flexibles – Especificaciones	400
NMX-J-508-ANCE-2010	Artefactos eléctricos – Requisitos de seguridad – Especificaciones y métodos de prueba.	
NMX-J-511-ANCE-2011	Soportes para conductores eléctricos – Sistemas de soportes metálicos tipo charola – Especificaciones y métodos de prueba.	392
NMX-J-515-ANCE-2003	Equipos de control y distribución – Requisitos generales de seguridad – Especificaciones y métodos de prueba.	408 409
NMX-J-519-ANCE-2011	Conectores – Conectores sellados – Especificaciones y métodos de prueba	110-14
NMX-J-520-ANCE-2006	Interruptores de circuito por falla a tierra – Especificaciones y métodos de prueba	406-4 (d) 422-5 210-8
NMX-J-529-ANCE-2006	Grados de protección proporcionados por los envoltentes (código IP)	110-28
NMX-J-534-ANCE-2008	Tubos metálicos rígidos de acero tipo pesado y sus accesorios para la protección de conductores – Especificaciones y métodos de prueba	344
NMX-J-535-ANCE-2008	Tubos metálicos rígidos de acero tipo semipesado y sus accesorios para la protección de conductores – Especificaciones y métodos de prueba	342
NMX-J-536-ANCE-2008	Tubos metálicos rígidos de acero tipo ligero y sus accesorios para la protección de conductores – Especificaciones y métodos de prueba	358
NMX-J-538/1-ANCE-2005	Productos de distribución y de control de baja tensión – Parte 1: Reglas generales	230, 240, 408,
NMX-J-538/2-ANCE-2005	Productos de distribución y de control de baja tensión – Parte 2: Interruptores automáticos	230, 240, 408,
NMX-J-542-ANCE-2006	Tubo corrugado (flexible) no metálico para la protección de conductores eléctricos – Especificaciones y Métodos de prueba	
NMX-J-543-ANCE-2008	Conectores – Conectores para instalaciones eléctricas utilización hasta 34,5 kV – Especificaciones y métodos de prueba	110-14 250-70
NMX-J-548-ANCE-2008	Conectores – Conectores tipo empalme para instalaciones eléctricas utilización – Especificaciones y métodos de prueba	110-14 250-70
NMX-J-549-ANCE-2005	Sistema de protección contra tormentas eléctricas – Especificaciones, materiales y métodos de medición	4.1.6, 250-4, 205-106
NMX-J-550/1-1-ANCE-2008	Compatibilidad electromagnética (EMC) Parte 1-1: Generalidades Aplicación e interpretación de definiciones y términos básicos	
NMX-J-554-ANCE-2004	Roscas para tubo (conduit) y sus accesorios – Especificaciones y método de prueba.	342, 344
NMX-J-569-ANCE-2005	Accesorios eléctricos - Interruptores automáticos para protección contra sobrecorriente en instalaciones domésticas y similares - Interruptores automáticos para operación con c.a.	
NMX-J-570/1-ANCE-2006	Sistema de canalizaciones y ductos para instalaciones eléctricas – Parte 1: Requisitos generales	376-100 388-100
NMX-J-570/2-ANCE-2006	Sistema de canalizaciones y ductos para instalaciones eléctricas – Parte 2: Requisitos particulares – Sección 1: Sistemas de canalizaciones y ductos diseñados para montarse en techos	376-100 388-100
NMX-J-575-ANCE-2006	Interruptores automáticos operados con corriente diferencial residual sin protección integrada contra sobrecorrientes para instalaciones domésticas y usos similares (IDS) Parte 1: Reglas generales	

NORMA	TÍTULO	Sección
NMX-J-576-ANCE-2005	Tubos rígidos de aluminio para la protección de conductores eléctricos y sus accesorios – Especificaciones y métodos de prueba	344
NMX-J-580/1-ANCE-2006	Ensamblados de tableros de baja tensión – Parte 1: Ensamblados con pruebas tipo y ensambles con pruebas tipo parciales	408
NMX-J-589-ANCE-2010	Métodos de medición para instalaciones eléctricas	
NMX-J-590-ANCE-2009	Conectores – Equipo para puesta tierra	250-70
NMX-J-592/1-ANCE-2008	Sistemas de gestión de energía - Esquemas de funcionamiento - Parte 1: Directrices y requisitos generales	
NMX-J-592/2-ANCE-2008	Sistemas de gestión de energía – Esquemas de funcionamiento – Parte 1: Definiciones	
NMX-J-593/1-ANCE-2008	Sistemas de interconexión de subestaciones eléctricas - Parte 1: Introducción y visión de conjunto	924
NMX-J-593/2-ANCE-2008	Sistemas de interconexión de subestaciones eléctricas – Parte 2: Definiciones	924
NMX-J-593/3-ANCE-2008	Sistemas de interconexión de subestaciones eléctricas – Parte 3: Requisitos generales	924
NMX-J-594-ANCE-2008	Relevadores de protección y control en la operación de sistemas eléctricos - Guía de aplicación	250 H
NMX-J-603-ANCE-2008	Guía de aplicación del sistema de protección contra tormentas eléctricas	4.1.6, 250-4, 205-106
NMX-J-604-ANCE-2008	Instalaciones eléctricas- Métodos de diagnóstico y reacondicionamiento de instalaciones eléctricas en operación – Especificaciones	4.4.2 110 240
NMX-J-609/826-ANCE-2009	Vocabulario electrotécnico - Parte 826: Instalaciones eléctricas (Utilización)	100
NMX-J-616-ANCE-2009	Guía de aplicación de filtros y capacitores con conexión en paralelo para la corrección de distorsión armónica	460
SERIE NMX-J-618/1-ANCE-2010	Evaluación de la seguridad en módulos fotovoltaicos (FV) – Parte 1: Requisitos generales para construcción	690
SERIE NMX-J-643/1-ANCE-2011	Dispositivos fotovoltaicos – Parte 1: Medición de la característica corriente-Tensión de los dispositivos fotovoltaicos	690
NMXJ-620/1-ANCE-2009	Interruptores automáticos operados con corriente residual con protección integrada contra sobrecorrientes para instalaciones domésticas y usos similares (IDCS) Parte 1: Reglas generales	
NMX-J-623-ANCE-2009	Sistemas de canalizaciones para cables - Cinchos de sujeción para cables para instalaciones eléctricas	320-30, 330-30
NMX-J-627-ANCE-2009	Envoltentes – Grados de protección proporcionados por la envoltentes de equipos eléctricos en contra de impactos mecánicos (Código IK)	376-12 378-12 (1)
NMX-J-631-ANCE-2011	Canalizaciones eléctricas - Ductos metálicos, canales auxiliares y accesorios asociados – Especificaciones y métodos de prueba	366
NMX-J-643/1-ANCE-2011	Dispositivos fotovoltaicos- Parte 1: Medición de la característica corriente –Tensión de los dispositivos fotovoltaicos	690
NMX-E-242/1-ANCE-CNCP-2005	Industria del plástico – Tubo de polietileno de alta densidad (PEAD) para instalaciones eléctricas subterráneas (Conduit) – Especificaciones y métodos de prueba – Parte 1: Pared corrugada	353
NMX-E-242/2-ANCE-CNCP-2005	Industria del plástico – Tubo de polietileno de alta densidad (PEAD) para instalaciones eléctricas subterráneas – Especificaciones y métodos de prueba – Parte 2: Pared lisa	353
NMX-E-252-ANCE-CNCP-2008	Industrial del plástico – Tubos (Conduit) y conexiones poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante tipo 1 (cédula 40) y tipo 2 (cédula 80) para instalaciones eléctricas – Especificaciones y métodos de prueba	352

TABLA B2.1 LISTADO DE NORMAS INTERNACIONALES

NORMA	Título	NMX		Sección
ISO 965-1: 1998	ISO general-purpose metric screw threads - Tolerances - Part 1: Principles and basic data	NMX-H-026-1986	ROSCAS MÉTRICAS ISO-TOLERANCIAS PRINCIPIOS Y DATOS BÁSICOS	
ISO 965-3: 1998	ISO general purpose metric screw threads - Tolerances - Part 3: Deviations for constructional screw threads			
IEC 60079-0 (2017-12)	Explosive atmospheres - Part 0: Equipment - General requirements			505-4
IEC 60079-1 (2014-08)	Explosive atmospheres - Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures "d"			505-8
IEC 60079-2 (2014-07)	Explosive atmospheres - Part 2: Equipment protection by pressurized enclosures "p"			505-8
IEC 60079-13 (2017-05)	Explosive atmospheres - Part 13: Equipment protection by pressurized room "p"			505-8
IEC 60079-15 (2017-12)	Explosive atmospheres - Part 15: Equipment protection by type of protection "n"			505-8
IEC 60079-6 (2015-02)	Explosive atmospheres - Part 6: Equipment protection by oil immersion "o"			505-8
IEC 60079-7 (2017-08)	Explosive atmospheres - Part 7: Equipment protection by increased safety "e"			505-8
IEC 60079-18 (2017-08)	Explosive atmospheres - Part 18: Equipment protection by encapsulation "m"			505-8
IEC 60079-5 (2015-02)	Explosive atmospheres - Part 5: Equipment protection by powder filling "q"			505-8
IEC 60079-10-1 (2015-09)	Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres			505-5
IEC 60079-10-2 (2015-01)	Explosive atmospheres - Part 10-2: Classification of areas - Combustible dust atmospheres			505-5
IEC 60079-16 (1990-05)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Part 16: Artificial ventilation for the protection of analyzer (s) houses			505-5
IEC 60079-20-1 (2010-01)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 20: Data for Flammable gases and vapors, relating to use of electrical apparatus			505-7 505-8
IEC 60598-2-22 (2017-09)	Luminaires - Part 2-22: Particular requirements - Luminaires for emergency lighting			517

NORMA	Título	NMX		Sección
IEC 61400-1 ed3.0 (2005-08)	Wind turbines Part 1: Design requirements	NMX-J-673/1-ANCE-2014	AEROGENERADO RES - PARTE 1: REQUISITOS DE DISEÑO	694
ISO 30061 (2007)	Emergency lighting			700-16 924-5
IEC 60287-2-1 (2015-04)	Electric cables – Calculation of the current rating – Part 2-1: Thermal resistance – Calculation of thermal resistance			B.310.15(B)(2)
IEC 60287-3-1 (2017-06)	Electric cables – Calculation of the current rating – Part 3-1: Sections on operating conditions – Reference operating conditions and selection of cable type			B.310.15(B)(2)

TABLA B2.2 LISTADO DE NORMAS EXTRANJERAS

NORMA	Título	Sección
C2-2017	National Electrical Safety Code (NESC)	110-31(b)(1) 225-18 225-19 500-5(b)(3) 551-79
NFPA 20-2016	Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection	695
IEEE 142-2007	Recommended practice for grounded of industrial and commercial power systems	250-68
NFPA 30-2018	Flammable and Combustible Liquids Code	500-5 505-6 516
NFPA 32-2016	Standard for Dry Cleaning Plants	516
NFPA 33-2018	Standard for Spray Application Using Flammable or Combustible Materials	516
NFPA 34-2018	Standard for Dipping, Coating and Printing Processes Using Flammable or Combustible Liquids	516
NFPA 35-2016	Standard for the Manufacture of Organic Coatings	516
NFPA 36-2017	Standard for Solvent Extraction Plants	516
NFPA 45-2015	Standard on Fire Protection for Laboratories using Chemicals	500
NFPA 58-2017	Liquefied Petroleum Gas Code	514-3
NFPA 59-2016	Utility LP-Gas Plant Code	514-3
NFPA 77-2017	Recommended Practice on Static Electricity	500
NFPA 496-2017	Standard for Purged Pressurized Enclosure for Electrical Equipment	516
UL 2062-2006	Outline of Investigation for Enclosures for Use in Hazardous (Classified) Locations	552-48 551-42
NFPA 497-2017	Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas	500
NFPA 499-2017	Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas	500-5
NFPA 780-2017	Standard for the Installation of Lightning Protection Systems	500

NORMA	Título	Sección
NFPA 820-2016	Standard for Fire Protection in Wastewater Treatment and Collection Facilities	
API RP 500- 2012	Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 and Division 2	505-5
API 2003-2015	Protection Against Ignitions Arising Out of Static Lightning and Stray Currents	505-5
ANSI/API RP 14F 2008	Design, Installation, and Maintenance of Electrical Systems for Fixed and Floating Offshore Petroleum Facilities for Unclassified and Class 1, Division 1 and Division 2 Locations	505-5
UL 1203-2006	Standard for Explosion-Proof and Dust-Ignition-Proof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations	500
UL 1604-2006	Standard for Electrical Equipment For Use In Class I and II, Division 2, And Class III Hazardous (Classified) Locations	500-5
UL 913-2006	Standard for Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, III, Division 1, Hazardous (Classified) Locations	500-5
UL 698A-2008	Standard for Industrial Control Panels Relating to Hazardous (Classified) Locations	500-7
ANSI/ASHRAE 15- 2016	Safety Standard for Mechanical Refrigeration	
ANSI CGA G2.1-2014	Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia.	500-6
ASTM D 3175-17	Standard Test Method for Volatile Material in the Analysis Sample for Coal and Coke	500-5
NFPA 505-2017	Fire Safety Standard for Powered Industrial Trucks Including Type Designations, Areas of Use, Conversions, Maintenance, and Operation	500-6
ANSI/ISA RP12.06.01-2003	Recommended Practice for Wiring Methods for Hazardous (Classified) Locations Instrumentation Part 1: Intrinsic Safety	505-17
UL 913-2006	Standard for Safety, Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, and III, Division 1, Hazardous (Classified) Locations	505-5
UL 2279-1996	Electrical Equipment for use In Class I, Zone 0, 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations	505-5
ANSI/ISA-60079-0-(12.00.01)-2013	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zones 0, 1 & 2 Hazardous (Classified) Locations: General Requirements (IEC 60079-0 Mod)	505-5
ANSI/ISA-12.10-1988	Area Classification in Hazardous (Classified) Dust Locations	500-5
ANSI/ISA 12.12.01-2015	Non incentive Electrical Equipment for Use in Class I & II, Division 2 & Class III, Divisions I & 2 Hazardous	505-5
ANSI/ISA-60079-7 (12.16.01)-2008	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations: Type of Protection-Increased Safety "e" (IEC 60079-7 Mod)	505-5
ANSI/ISA-60079-1-(12.22.01)-2009	Electrical Apparatus for use in Class I, Zone 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations, Type of Protection -Flameproof "d"	505-5
ANSI/ISA-60079-18- (12.23.01)- 2012	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations Type of Protection-Encapsulation "m" (IEC 60079-18 Mod)	505-5
ANSI/ISA-60079-5-(12.00.04)-2009	Explosive atmospheres - Part 5: Equipment Protection by Powder Filling "q" (IEC 60079-5 Mod)	505-5
ANSI/ISA-60079-6-(12.00.05)-2009	Explosive atmospheres - Part 6: Equipment Protection by Oil Immersion "o" (IEC 60079-6 Mod)	505-5
API RP 505 1998	Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, and Zone 2	505-5
ISA S12.24.01-1998	Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2	505-5
NFPA 88A -2014	Standard for Parking Structures	511
NFPA 409-2015	Standard on Aircraft hangars	513

NORMA	Título	Sección
NFPA 30A-2017	Code for Motor Fuel Dispensing Facilities and Repair Garages	511
NFPA 91-2014	Standard for Exhaust Systems for Air Conveying of Vapors, Gases, Mists, and Noncombustible Particulate Solids	506
NFPA 99-2017	Health Care Facilities Code Handbook	517-2, 517-20 (c), 517-25, 517-30(a), 517-30(b)(4), 517-30(b)(6), 517-30(e), 517-31, 517-32(c)(2), 517-32(g), 517-33(a)(9), 517-34, 517-34(b)(3), 517-34(b)(9), 517-35(a), 517-40(a) Excepción (c) 517-40(c) 517-41(a) 517-41(b)(2) 517-41(e) 517-42 517-42(c)(2) 517-42(g) 517-43(b)(3) 517-44(a) 517-44(b) Excepción 2 517-45(a) 517-45(b) 517-45(c) 517-60(a)(1) 517-61(a)(1) 517-61(a)(3) 517-64(f) 517-160(a)(2) 517-160 (a) (4) (2) 517-160 (a) 6 NOTAS 1 y 2, 517-160 (c) (1) a., b., c., d., e., f., g., h., i. y j 700-1 701-1

NORMA	Título	Sección
NFPA 101-2018	Life Safety Code	517-1 517-2 517-10(b)(2) 517-32(a) 517-32(b) 517-32(c)(1) 517-40 (a) Excepción (c) 571-41(b) 517-42(a) 517-42(b) 517-42(c)(1) 700-12
ASHRAE	Handbook of fundamentals (Indicado en el Capítulo 24)	517-34 517-43-(b)(1)
NFPA 40-2015	Standard for the Storage and Handling of Cellulose Nitrate Motion Picture Film	530 540
ASAE EP 473-2001	Equipotential Planes in Animal Containment Areas, American Society of Agricultural Engineers	547-9
SAE J1128-2015	Low-Tension Primary Cable	552-10
SAE J1127-2018	Low Voltage Battery Cable	552-10
NFPA 1192-2018	Standard on Recreational Vehicles	551
NFPA 302-2015	Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft	555
NFPA 303-2016	Fire Protection Standard for Marinas and Boatyards	555
NFPA 110-2016	Standard for Emergency and Standby Power Systems	700
IEEE 446-1996	Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications	701-2 702-2
NFPA 70E-2018	Handbook for Electrical Safety in the Workplace	706
NFPA 72-2016	National Fire Alarm and Signaling Code	760
TIA/EIA 568-A-2009	Commercial Building Telecommunications, Wiring Standard	725-3 760 770
TIA/EIA 569 -2001	Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces	725-3 760 770
TIA/EIA 570-2004	Residential and Light Commercial Telecommunications Wiring Standard	725-3 760 770
UL 1666-2007	Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts	770-26 760-23
UL 2024 -2014	Standard for Signaling, Optical Fiber and Communications Raceways and Cable Routing Assemblies	770
UL 1459-2015	Standard for Safety, Telephone Equipment	
UL 1863-2004	Standard for Safety, Communications Circuit Accessories	
UL 497A-2001	Standard for Secondary Protectors for Communications Circuits	
NFPA 86-2015	Standard for Ovens and Furnaces	
NEMA 250-2014	Enclosures for Electrical Equipment (1 000 volts Maximum)	551
SAE J554-1987	Electric Fuses (Cartridge Type)	501
SAE J1284-1988	Blade Type Electric Fuses	501
UL 275-2013	Automotive Glass-Tube Fuses	
NEMA WD6-2016	Wiring Devices-Dimensional Requirements	505 506

APÉNDICE C (Informativo)

TABLAS DE OCUPACIÓN EN TUBO CONDUIT DE CONDUCTORES

Y CABLES DEL MISMO TAMAÑO NOMINAL

Este apéndice no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM, se incluye únicamente con propósitos informativos

Tabla C-1.- Número máximo de conductores o alambres para artefactos en tubería metálica eléctrica (EMT)

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4	7	11	20	27	46	80	120	157	201
	3.31	12	3	6	9	17	23	38	66	100	131	167
	5.26	10	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
	8.37	8	1	2	4	7	9	16	28	42	55	70
	13.3	6	1	1	3	5	8	13	22	34	44	56
	21.2	4	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	26.7	3	1	1	1	4	5	9	15	23	30	38
	33.6	2	1	1	1	3	4	7	13	20	26	33
	42.4	1	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	53.5	1/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	67.4	2/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	152	300	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	203	400	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	253	500	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
TW, THHW, THW, THW-2	2.08	14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
	3.31	12	6	11	19	33	45	74	129	195	255	326
	5.26	10	5	8	14	24	33	55	96	145	190	243
	8.37	8	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
RHH* RHW* RHW-2*	2.08	14	6	10	16	28	39	64	112	169	221	282
	3.31	12	4	8	13	23	31	51	90	136	177	227
	5.26	10	3	6	10	18	24	40	70	106	138	177
	8.37	8	1	4	6	10	14	24	42	63	83	106

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	21.2	4	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	26.7	3	1	1	3	5	7	12	20	31	40	52
	33.6	2	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	42.4	1	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	6	9	12	16
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	177	350	0	0	0	1	1	1	4	6	7	10
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608
	3.31	12	9	16	26	45	61	101	176	266	347	443
	5.26	10	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279
	8.37	8	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161
	13.3	6	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116
	21.2	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	71
	26.7	3	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	33.6	2	1	1	3	5	7	11	20	30	40	51
	42.4	1	1	1	1	4	5	8	15	22	29	37
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	12	19	25	32
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	127	250	0	0	1	1	1	3	6	9	11	15
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11
	203	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	12	21	34	60	81	134	234	354	462	590
	3.31	12	9	15	25	43	59	98	171	258	337	430
	5.26	10	6	11	18	31	42	70	122	185	241	309
	8.37	8	3	6	10	18	24	40	70	106	138	177
	13.3	6	2	4	7	12	17	28	50	75	98	126
	21.2	4	1	3	5	9	12	20	35	53	69	88
	26.7	3	1	2	4	7	10	16	29	44	57	73
	33.6	2	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
PFA, FAH, TFE	42.4	1	1	1	2	4	6	9	16	25	33	42
PFAH, TFE, PFA, Z	53.5	1/0	1	1	1	3	5	8	14	21	27	35
	67.4	2/0	0	1	1	3	4	6	11	17	22	29
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	9	14	18	24
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	8	11	15	19
Z	2.08	14	14	25	41	72	98	161	282	426	556	711
	3.31	12	10	18	29	51	69	114	200	302	394	504
	5.26	10	6	11	18	31	42	70	122	185	241	309
	8.37	8	4	7	11	20	27	44	77	117	153	195
	13.3	6	3	5	8	14	19	31	54	82	107	137
	21.2	4	1	3	5	9	13	21	37	56	74	94
	26.7	3	1	2	4	7	9	15	27	41	54	69
	33.6	2	1	1	3	6	8	13	22	34	45	57
	42.4	1	1	1	2	4	6	10	18	28	36	46
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
	3.31	12	6	11	19	33	45	74	129	195	255	326
	5.26	10	5	8	14	24	33	55	96	145	190	243
	8.37	8	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
	13.3	6	1	3	6	10	14	22	39	60	78	100
	21.2	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	72
	26.7	3	1	1	3	6	8	14	24	36	48	61
	33.6	2	1	1	3	5	7	11	20	31	40	51
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	1	1	1	4	5	8	15	23	30	38
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	13	19	25	32
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	10	16	21	27
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	127	250	0	0	1	1	1	3	6	9	12	15
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	7	9	11
	203	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
ALAMBRES PARA APARATOS												
FFH-2, FH-2, RFHH-3	0.824	18	8	14	24	41	56	92	—	—	—	—
	1.31	16	7	12	20	34	47	78	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	10	18	30	52	71	116	—	—	—	—
	1.31	16	8	15	25	43	58	96	—	—	—	—
	2.08	14	7	12	20	34	47	78	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	18	33	53	92	125	206	—	—	—	—
RFH-1, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	14	24	39	68	92	152	266	402	524	670
	1.31	16	11	19	31	55	74	123	215	324	423	541
XF, XFF	2.08	14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
TFN, TFFN	0.824	18	22	38	63	108	148	244	426	643	839	1073
	1.31	16	17	29	48	83	113	186	325	491	641	819
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	21	36	59	103	140	231	404	610	796	1017
	1.31	16	16	28	46	79	108	179	312	471	615	787
	2.08	14	12	21	34	60	81	134	234	354	462	590
ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	27	47	77	133	181	298	520	786	1026	1311
	1.31	16	20	35	56	98	133	220	384	580	757	967
	2.08	14	14	25	41	72	98	161	282	426	556	711
KF-2, KFF-2	0.824	18	40	71	115	199	271	477	781	1179	1539	1967
	1.31	16	28	49	80	139	189	312	545	823	1074	1372
	2.08	14	19	33	54	93	127	209	366	553	721	922
	3.31	12	13	23	37	65	88	146	254	384	502	641
	5.26	10	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
KF-1, KFF-1	0.824	18	46	82	133	230	313	516	901	1361	1776	2269
	1.31	16	33	57	93	161	220	363	633	956	1248	1595
	2.08	14	22	38	63	109	148	244	426	643	839	1073
	3.31	12	14	25	41	72	98	161	282	426	556	711
	5.26	10	9	16	27	47	64	105	184	278	363	464
XF, XFF	3.31	12	4	8	13	23	31	51	90	136	177	227
	5.26	10	3	6	10	18	24	40	70	106	138	177

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para los conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-1 (a).

2. El cable tipo RHH con resistencia al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-1(a).- Número máximo de conductores compactos en tubería metálica eléctrica (EMT)

CONDUCTORES COMPACTOS												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
THW, THW-2, THHW	8.37	8	2	4	6	11	16	26	46	69	90	115
	13.3	6	1	3	5	9	12	20	35	53	70	89
	21.2	4	1	2	4	6	9	15	26	40	52	67
	26.7	2	1	1	3	5	7	11	19	29	38	49
	42.4	1	1	1	1	3	4	8	13	21	27	34
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	12	18	23	30
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5	10	15	20	25
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	21
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	203	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	2	4	7	13	18	29	52	78	102	130
	21.2	4	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	26.7	2	1	1	3	6	8	13	23	34	45	58
	42.4	1	1	1	2	4	6	10	17	26	34	43
	53.5	1/0	1	1	1	3	5	8	14	22	29	37
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	7	12	18	24	30
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	6	10	15	20	25
	107	4/0	0	1	1	1	3	5	8	12	16	21
	127	250	0	1	1	1	1	4	6	10	13	16
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	177	350	0	0	1	1	1	3	5	7	10	12
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11
	253	500	0	0	0	1	1	1	4	5	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	380	750	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
XHHW, XHHW-2	8.37	8	3	5	8	15	20	34	59	90	117	149
	13.3	6	1	4	6	11	15	25	44	66	87	111
	21.2	4	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81

	26.7	2	1	1	3	6	8	13	23	34	45	58
	42.4	1	1	1	2	4	6	10	17	26	34	43
	53.5	1/0	1	1	1	3	5	8	14	22	29	37
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	6	10	15	20	25
	107	4/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	21
	127	250	0	1	1	1	2	4	7	10	13	17
	152	300	0	0	1	1	1	3	6	9	11	14
	177	350	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	7	9	11
	253	500	0	0	0	1	1	1	4	6	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	380	750	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-2.- Número máximo de conductores o alambres para artefactos en tuberías eléctricas no metálicas (ENT)

CONDUCTORES								
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)					
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	3	6	10	19	26	43
	3.31	12	2	5	9	16	22	36
	5.26	10	1	4	7	13	17	29
	8.37	8	1	1	3	6	9	15
	13.3	6	1	1	3	5	7	12
	21.2	4	1	1	2	4	6	9
	26.7	3	1	1	1	3	5	8
	33.6	2	0	1	1	3	4	7
	42.4	1	0	1	1	1	3	5
	53.5	1/0	0	0	1	1	2	4
	67.4	2/0	0	0	1	1	1	3
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3
	107	4/0	0	0	1	1	1	2
	127	250	0	0	0	1	1	1
	152	300	0	0	0	1	1	1
	177	350	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1
	355	700	0	0	0	0	0	1
	380	750	0	0	0	0	0	1
	405	800	0	0	0	0	0	1
	456	900	0	0	0	0	0	1

CONDUCTORES								
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)					
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)
	507	1000	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0
	760	1500	0	0	0	0	0	0
	887	1750	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0
TW	2.08	14	7	13	22	40	55	92
	3.31	12	5	10	17	31	42	71
	5.26	10	4	7	13	23	32	52
	8.37	8	1	4	7	13	17	29
RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW, THW-2	2.08	14	4	8	15	27	37	61
RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW	3.31	12	3	5	12	21	29	49
	5.26	10	3	7	9	17	23	38
RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW THW-2	8.37	8	1	3	5	10	14	23
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	2	4	7	10	17
	21.2	4	1	1	3	5	8	13
	26.7	3	1	1	2	5	7	11
	33.6	2	1	1	2	4	6	9
	42.4	1	0	1	1	3	4	6
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	5
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5
	85.0	3/0	0	0	1	1	2	4
	107	4/0	0	0	1	1	1	3
	127	250	0	0	1	1	1	2
	152	300	0	0	0	1	1	2
	177	350	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0
	887	1750	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	10	18	32	58	80	132
	3.31	12	7	13	23	42	58	96
	5.26	10	4	8	15	26	36	60
	8.37	8	2	5	8	15	21	35
	13.3	6	1	3	6	11	15	25

CONDUCTORES								
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)					
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)
	21.2	4	1	1	4	7	9	15
	26.7	3	1	1	3	5	8	13
	33.6	2	1	1	2	5	6	11
	42.4	1	1	1	1	3	5	8
	53.5	1/0	0	1	1	3	4	7
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	4
	107	4/0	0	0	1	1	2	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	2
	177	350	0	0	0	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	10	18	31	56	77	128
	3.31	12	7	13	23	41	56	93
	5.26	10	5	9	16	29	40	67
	8.37	8	3	5	9	17	23	38
	13.3	6	1	4	6	12	16	27
	21.2	4	1	2	4	8	11	19
	26.7	3	1	1	4	7	9	16
	33.6	2	1	1	3	5	8	13
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	1	4	5	9
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	0	1	1	3	4	7
	67.4	2/0	0	1	1	2	4	6
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	1	1	1	2	4
Z	2.08	14	12	22	38	68	93	154
	3.31	12	8	15	27	48	66	109
	5.26	10	5	9	16	29	40	67
	8.37	8	3	6	10	18	25	42
	13.3	6	1	4	7	13	18	30
	21.2	4	1	3	5	9	12	20
	26.7	3	1	1	3	6	9	15
	33.6	2	1	1	3	5	7	12
	42.4	1	1	1	2	4	6	10

CONDUCTORES								
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)					
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)
XHH, XHHW, XHHW2, ZW	2.08	14	7	13	22	40	55	92
	3.31	12	5	10	17	31	42	71
	5.26	10	4	7	13	23	32	52
	8.37	8	1	4	7	13	17	29
	13.3	6	1	3	5	9	13	21
	21.2	4	1	1	4	7	9	15
	26.7	3	1	1	3	6	8	13
	33.6	2	1	1	2	5	6	11
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	1	1	1	3	5	8
	53.5	1/0	0	1	1	3	4	7
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	2	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0
ALAMBRES PARA ARTEFACTOS								
FFH-2, RFH-2, RFHH-3, SF-2, SFF-2	0.823	18	6	12	21	39	53	88
	1.31	16	5	10	18	32	45	74
	0.823	18	8	15	27	49	67	111
	1.31	16	7	13	22	40	55	92
	2.08	14	5	10	18	32	45	74
SF-1, SFF-1	0.823	18	15	28	48	86	119	197
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.823	18	11	20	35	64	88	145
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	9	16	29	51	71	117
XF, XFF	2.08	14	7	13	22	40	55	92
TFN, TFFN	0.823	18	18	33	57	102	141	233
	1.31	16	13	25	43	78	107	178

CONDUCTORES								
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)					
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTF, PAFF	0.823	18	17	31	54	97	133	221
	1.31	16	13	24	42	75	103	171
	2.08	14	10	18	31	56	77	128
ZF, ZFF, ZHF, HF, HFF	0.823	18	22	40	70	125	172	285
	1.31	16	16	29	51	92	127	210
	2.08	14	12	22	38	68	93	154
KF-2, KFF-2	0.823	18	31	58	101	182	250	413
	1.31	16	22	41	71	128	176	291
	2.08	14	15	28	49	88	121	200
	3.31	12	10	19	33	60	83	138
	5.261	10	7	13	22	40	55	92
KF-1, KFF-1	0.823	18	38	69	121	217	298	493
	1.31	16	26	49	85	152	209	346
	2.08	14	18	33	57	102	141	233
	3.31	12	12	22	38	68	93	154
	5.261	10	7	14	24	44	61	101
XF, XFF	3.31	12	3	7	12	21	29	49
	5.261	10	3	5	9	17	23	38

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debe usar la Tabla C-2 (a).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-2(a).- Número máximo de conductores compactos en tuberías eléctricas no metálicas (ENT)

CONDUCTORES								
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)					
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)
THW, THW-2, THHW	8.37	8	1	3	6	11	15	25
	13.3	6	1	2	4	8	11	19
	21.2	4	1	1	3	6	8	14
	33.6	2	1	1	2	4	6	10
	42.4	1	0	1	1	3	4	7
	53.5	1/0	0	1	1	3	4	6
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	4
	107	4/0	0	0	1	1	2	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	2

	177	350	0	0	0	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1
	THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—
		13.3	6	1	4	7	12	28
		21.2	4	1	2	4	7	10
		33.6	2	1	1	3	5	7
		42.4	1	1	1	2	4	5
		53.5	1/0	1	1	1	3	5
		67.4	2/0	0	1	1	3	4
		85.0	3/0	0	1	1	2	3
		107	4/0	0	1	1	1	2
		127	250	0	0	1	1	1
		152	300	0	0	1	1	1
		177	350	0	0	1	1	1
		203	400	0	0	0	1	1
		253	500	0	0	0	1	1
		304	600	0	0	0	1	1
		355	700	0	0	0	1	1
		380	750	0	0	0	1	1
		456	900	0	0	0	0	1
		507	1000	0	0	0	0	1
	XHHW, XHHW-2	8.37	8	2	4	8	14	19
		13.3	6	1	3	6	10	14
		21.2	4	1	2	4	7	10
		33.6	2	1	1	3	5	7
		42.4	1	1	1	2	4	5
		53.5	1/0	1	1	1	3	5
		67.4	2/0	0	1	1	3	4
		85.0	3/0	0	1	1	2	3
		107	4/0	0	1	1	1	3
		127	250	0	0	1	1	1
		152	300	0	0	1	1	1
		177	350	0	0	1	1	1
		203	400	0	0	1	1	1
		253	500	0	0	0	1	1
		304	600	0	0	0	1	1
		355	700	0	0	0	1	1
		380	750	0	0	0	1	1
		456	900	0	0	0	0	1
		507	1000	0	0	0	0	1

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

**Tabla C-3.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos
en tubo conduit metálico flexible (FMC)**

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4	7	11	17	25	44	67	96	131	171
	3.31	12	3	6	9	14	21	37	55	80	109	142
	5.26	10	3	5	7	11	17	30	45	64	88	115
	8.37	8	1	2	4	6	9	15	23	34	46	60
	13.3	6	1	1	3	5	7	12	19	27	37	48
	21.2	4	1	1	2	4	5	10	14	21	29	37
	26.7	3	1	1	1	3	5	8	13	18	25	33
	33.6	2	1	1	1	3	4	7	11	16	22	28
	42.4	1	0	1	1	1	2	5	7	10	14	19
	53.5	1/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	67.4	2/0	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	152	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	203	400	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	253	500	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
TW	2.08	14	9	15	23	36	53	94	141	203	277	361
	3.31	12	7	11	18	28	41	72	108	156	212	277
	5.26	10	5	8	13	21	30	54	81	116	158	207
	8.37	8	3	5	7	11	17	30	45	64	88	115
RHH*, RHW*, RHW-2* THHW, THW THW-2	2.08	14	6	10	15	24	35	62	94	135	184	240
RHH*, RHW*, RHW-2* THHW, THW	3.31	12	5	8	12	19	28	50	75	108	148	193
	5.26	10	4	6	10	15	22	39	59	85	115	151
RHH*, RHW*, RHW-2* THHW, THW THW-2	8.37	8	1	4	6	9	13	23	35	51	69	90
RHH*, RHW*, RHW-2* TW, THHW, THW-2	13.3	6	1	3	4	7	10	18	27	39	53	69
	21.2	4	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51
	26.7	3	1	1	3	4	6	11	17	25	34	44
	33.6	2	1	1	2	4	5	10	14	21	29	37
	42.4	1	1	1	1	2	4	7	10	15	20	26

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
	53.5	1/0	0	1	1	1	3	6	9	12	17	22
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	19
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	152	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
THHN, THWN-2	2.08	14	13	22	33	52	76	134	202	291	396	518
	3.31	12	9	16	24	38	56	98	147	212	289	378
	5.26	10	6	10	15	24	65	62	93	134	182	238
	8.37	8	3	6	9	14	20	35	53	77	105	137
	13.3	6	2	4	6	10	14	25	38	55	76	99
	21.2	4	1	2	4	6	9	16	24	34	46	61
	26.7	3	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51
	33.6	2	1	1	3	4	6	11	17	24	33	43
	42.4	1	1	1	1	3	4	8	12	18	24	32
	53.5	1/0	1	1	1	2	4	7	10	15	20	27
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	6	9	12	17	22
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	5	7	10	14	18
	107	4/0	0	1	1	1	1	4	6	8	12	15
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3

CONDUCTORES													
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)										
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	12	21	32	51	74	130	196	282	385	502	
	3.31	12	9	15	24	37	54	95	143	206	281	367	
	5.26	10	6	11	17	26	39	68	103	148	201	263	
	8.37	8	4	6	10	15	22	39	59	85	115	151	
	13.3	6	2	4	7	11	16	28	42	60	82	107	
	21.2	4	1	3	5	7	11	19	29	42	57	75	
	26.7	3	1	2	4	6	9	16	24	35	48	62	
	33.6	2	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51	
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	2	3	5	9	14	20	27	36	
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	1	1	1	3	4	8	11	17	23	30	
	67.4	2/0	1	1	1	2	3	6	9	14	19	24	
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	11	15	20	
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16	
Z	2.08	14	15	25	39	61	89	157	236	340	463	605	
	3.31	12	11	18	28	43	63	111	168	241	329	429	
	5.26	10	6	11	17	26	39	68	103	148	201	263	
	8.37	8	4	7	11	17	24	43	65	93	127	166	
	13.3	6	3	5	7	12	17	30	45	65	89	117	
	21.2	4	1	3	5	8	12	21	31	45	61	80	
	26.7	3	1	2	4	6	8	15	23	33	45	58	
	33.6	2	1	1	3	5	7	12	19	27	37	49	
	42.4	1	1	1	2	4	6	10	15	22	30	39	
	XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	9	15	23	36	53	94	141	203	277	361
3.31		12	7	11	18	28	41	72	108	156	212	277	
5.26		10	5	8	13	21	30	54	81	116	158	207	
8.37		8	3	5	7	11	17	30	45	64	88	115	
13.3		6	1	3	5	8	12	22	33	48	65	85	
21.2		4	1	2	4	6	9	16	24	34	47	61	
26.7		3	1	1	3	5	7	13	20	29	40	52	
33.6		2	1	1	3	4	6	11	17	24	33	44	
XHH, XHHW, XHHW-2		42.4	1	1	1	1	3	5	8	13	18	25	32
		53.5	1/0	1	1	1	2	4	7	10	15	21	27
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	9	13	17	23	
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	19	
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15	
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	5	7	9	
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7	
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
ALAMBRES PARA APARATOS												
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	8	14	22	35	51	90	—	—	—	—
	1.31	16	7	12	19	29	43	76	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	11	18	28	44	64	113	—	—	—	—
	1.31	16	9	15	23	36	53	94	—	—	—	—
	2.08	14	7	12	19	29	43	76	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	19	32	50	78	114	201	—	—	—	—
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	14	24	37	58	84	148	—	—	—	—
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	11	19	30	47	68	120	—	—	—	—
XF, XFF	2.08	14	9	15	23	36	53	94	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	23	38	59	93	135	237	—	—	—	—
	1.31	16	17	29	45	71	103	181	—	—	—	—
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	22	36	56	88	128	225	—	—	—	—
	1.31	16	17	28	43	68	99	174	—	—	—	—
	2.08	14	12	21	32	51	74	130	—	—	—	—
ZF, ZFF,ZHF, HF, HFF	0.824	18	28	47	72	113	165	290	—	—	—	—
	1.31	16	20	35	53	83	121	214	—	—	—	—
	2.08	14	15	25	39	61	89	157	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	41	68	105	164	239	421	—	—	—	—
	1.31	16	28	48	74	116	168	297	—	—	—	—
	2.08	14	19	33	51	80	116	204	—	—	—	—
	3.31	12	13	23	35	55	80	140	—	—	—	—
	5.26	10	9	15	23	36	53	94	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	48	82	125	196	285	503	—	—	—	—
	1.31	16	34	57	88	138	200	353	—	—	—	—
	2.08	14	23	38	59	93	135	237	—	—	—	—
	3.31	12	15	25	39	61	89	157	—	—	—	—
	5.26	10	10	16	25	40	58	103	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	5	8	12	19	28	50	—	—	—	—
	5.26	10	4	6	10	15	22	39	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-3 (a).
2. El cable tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-3(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit metálico flexible (FMC)

CONDUCTORES COMPACTOS												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
THW, THHW, THW-2	8.37	8	2	4	6	10	14	25	38	55	75	98
	13.3	6	1	3	5	7	11	20	29	43	58	76
	21.2	4	1	2	3	5	8	15	22	32	43	57
	26.7	2	1	1	2	4	6	11	16	23	32	42
	33.6	1	1	1	1	3	4	7	11	16	22	29
	53.5	1/0	1	1	1	2	3	6	10	14	19	25
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	8	12	16	21
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	107	4/0	0	1	1	1	1	4	6	8	11	15
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	3	4	7	11	16	29	43	62	85	111
	21.2	4	1	3	4	7	10	18	27	38	52	69
	26.7	2	1	1	3	5	7	13	19	28	38	49
	33.6	1	1	1	2	3	5	9	14	21	28	37
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	8	12	17	24	31
	67.4	2/0	1	1	1	2	4	6	10	14	20	26
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	12	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	127	250	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
XHHW, XHHW-2	8.37	8	3	5	8	13	19	33	50	71	97	127
	13.3	6	2	4	6	9	14	24	37	53	72	95
	21.2	4	1	3	4	7	10	18	27	38	52	69
	26.7	2	1	1	3	5	7	13	19	28	38	49
	33.6	1	1	1	2	3	5	9	14	21	28	37
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	8	12	17	24	31
	67.4	2/0	1	1	1	2	4	7	10	15	20	26
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	12	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	127	250	0	1	1	1	1	4	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	5	7	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-4.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit metálico intermedio (IMC)

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4	8	13	22	30	49	70	108	144	186
	3.31	12	4	6	11	18	25	41	58	89	120	154
RHH, RHW, RHW-2	5.26	10	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
	8.37	8	1	3	4	8	10	17	24	38	50	65
RHH, RHW, RHW-2	13.3	6	1	1	3	6	8	14	19	30	40	52
	21.2	4	1	1	3	5	6	11	15	23	31	41
RHH, RHW, RHW-2	26.7	3	1	1	2	4	6	9	13	21	28	36
	33.6	2	1	1	1	3	5	8	11	18	24	31
RHH, RHW, RHW-2	42.4	1	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	53.5	1/0	0	1	1	1	3	4	6	10	14	18
RHH, RHW, RHW-2	67.4	2/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
RHH, RHW, RHW-2	107	4/0	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11
	127	250	0	0	1	1	1	1	3	5	6	8
RHH, RHW, RHW-2	152	300	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
RHH, RHW, RHW-2	203	400	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	253	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
RHH, RHW, RHW-2	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
RHH, RHW, RHW-2	380	750	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
RHH, RHW, RHW-2	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
RHH, RHW, RHW-2	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
RHH, RHW, RHW-2	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
TW	2.08	14	10	17	27	47	64	104	147	228	304	392
	3.31	12	7	13	21	36	49	80	113	175	234	301
TW	5.26	10	5	9	15	27	36	59	84	130	174	224
	8.37	8	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	2.08	14	6	11	18	31	42	69	98	151	202	261
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	3.31	12	5	9	14	25	34	56	79	122	163	209
	5.26	10	4	7	11	19	26	43	61	95	127	163
RHH*, RHW*, RHW-2*, THW, THHW, THW-2	8.37	8	2	4	7	12	16	26	37	57	76	98
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	3	5	9	12	20	28	43	58	75
	21.2	4	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
RHH*, RHW* RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	26.7	3	1	1	3	6	8	13	18	28	37	48
	33.6	2	1	1	3	5	6	11	15	23	31	41
	42.4	1	1	1	1	3	4	7	11	16	22	28
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	24
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	4	6	10	13	17
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	5	8	11	14
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	14	24	39	68	91	149	211	326	436	562
	3.31	12	10	17	29	49	67	109	154	238	318	410
	5.26	10	6	11	18	31	42	68	97	150	200	258
	8.37	8	3	6	10	18	24	39	56	86	115	149
	13.3	6	2	4	7	13	17	28	40	62	83	107
	21.2	4	1	3	4	8	10	17	25	38	51	66
	26.7	3	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56
	33.6	2	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47
	42.4	1	1	1	2	4	5	9	13	20	27	35
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	8	11	17	23	29
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	24
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	13	23	38	66	89	145	205	317	423	545
	3.31	12	10	17	28	48	65	106	150	231	309	398
	5.26	10	7	12	20	34	46	76	107	166	221	285
	8.37	8	4	7	11	19	26	43	61	95	127	163
	13.3	6	3	5	8	14	19	31	44	67	90	116
	21.2	4	1	3	5	10	13	21	30	47	63	81
	26.7	3	1	3	4	8	11	18	25	39	52	68
	33.6	2	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	2	4	6	10	14	22	30	39
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	1	1	1	4	5	8	12	19	25	32
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	7	10	15	21	27
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18
Z	2.08	14	16	28	46	79	107	175	247	381	510	657
	3.31	12	11	20	32	56	76	124	175	271	362	466
	5.26	10	7	12	20	34	46	76	107	166	221	285
	8.37	8	4	7	12	21	29	48	68	105	140	180
	13.3	6	3	5	9	15	20	33	47	73	98	127
	21.2	4	1	3	6	10	14	23	33	50	67	87
	26.7	3	1	2	4	7	10	17	24	37	49	63
	33.6	2	1	1	3	6	8	14	20	30	41	53
42.4	1	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	10	17	27	47	64	104	147	228	304	392
	3.31	12	7	13	21	36	49	80	113	175	234	301
	5.26	10	5	9	15	27	36	59	84	130	174	224
	8.37	8	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
	13.3	6	1	4	6	11	15	24	35	53	71	92
	21.2	4	1	3	4	8	11	18	25	39	52	67
	26.7	3	1	2	4	7	9	15	21	33	44	56
	33.6	2	1	1	3	5	7	12	18	27	37	47
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	1	1	2	4	5	9	13	20	27	35
	53.5	1/0	1	1	1	3	5	8	11	17	23	30
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	25
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
ALAMBRES PARA APARATOS												
FHH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	9	16	26	45	61	100	—	—	—	—
	1.31	16	8	13	22	38	51	84	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	12	20	33	57	77	126	—	—	—	—
	1.31	16	10	17	27	47	64	104	—	—	—	—
	2.08	14	8	13	22	38	51	84	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	21	36	59	101	137	223	—	—	—	—
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	15	26	43	75	101	165	—	—	—	—
RFH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	12	21	35	60	81	133	—	—	—	—
XF, XFF	2.08	14	10	17	27	47	64	104	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	25	42	69	119	161	264	—	—	—	—
	1.31	16	19	32	53	91	123	201	—	—	—	—
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	23	40	66	113	153	250	—	—	—	—
	1.31	16	18	31	51	87	118	193	—	—	—	—
	2.08	14	13	23	38	66	89	145	—	—	—	—
ZF, ZFF, ZHF, HF, HFF	0.824	18	30	52	85	146	197	322	—	—	—	—
	1.31	16	22	38	63	108	145	238	—	—	—	—
	2.08	14	16	28	46	79	107	175	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	44	75	123	212	287	468	—	—	—	—
	1.31	16	31	53	87	149	202	330	—	—	—	—
	2.08	14	21	36	60	103	139	227	—	—	—	—
	3.31	12	14	25	41	70	95	156	—	—	—	—
	5.26	10	10	17	27	47	64	104	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	52	90	147	253	342	558	—	—	—	—
	1.31	16	37	63	103	178	240	392	—	—	—	—
	2.08	14	25	42	69	119	161	264	—	—	—	—
	3.31	12	16	28	46	79	107	175	—	—	—	—
	5.26	10	10	18	30	52	70	114	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	5	9	14	25	34	56	—	—	—	—
	5.26	10	4	7	11	19	26	43	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-4 (a).
2. El cable tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-4(a).- Número máximo de conductores compactos en conduit metálico intermedio (IMC)

CONDUCTORES COMPACTOS												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
THW, THW-2, THHW	8.37	8	2	4	7	13	17	28	40	62	83	107
	13.3	6	1	3	6	10	13	22	31	48	64	82
	21.2	4	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62
	26.7	2	1	1	3	5	7	12	17	26	35	45
	33.6	1	1	1	1	4	5	8	12	18	25	32
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27
	67.4	2/0	0	1	1	3	4	6	9	13	18	23
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	3	5	8	14	19	32	45	70	93	120
	21.2	4	1	3	5	9	12	20	28	43	58	74
	26.6	2	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53
	33.6	1	1	1	3	5	6	10	15	23	31	40
	53.5	1/0	1	1	2	4	5	9	13	20	26	34
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28
	85.0	3/0	0	1	1	3	4	6	9	14	18	24
	107	4/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	19
	127	250	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	7	9	11
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	253	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	3	3	5
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
XHHW, XHHW-2	8.37	8	3	6	9	16	22	37	52	80	107	138
	13.3	6	2	4	7	12	16	27	38	59	80	103
	21.2	4	1	3	5	9	12	20	28	43	58	74
	26.7	2	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53
	33.6	1	1	1	3	5	6	10	15	23	31	40
	53.5	1/0	1	1	2	4	5	9	13	20	26	34
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	7	11	17	22	29
	85.0	3/0	0	1	1	3	4	6	9	14	18	24
	107	4/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	20
	127	250	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	203	400	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	253	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-5.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-B*)

CONDUCTORES									
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)						
	mm ²	AWG o kcmil	12 (%)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	2	4	7	12	21	27	44
	3.31	12	1	3	6	10	17	22	36
	5.26	10	1	3	5	8	14	18	29
	8.37	8	1	1	2	4	7	9	15
	13.3	6	1	1	1	3	6	7	12
	21.2	4	0	1	1	2	4	6	9
	26.7	3	0	1	1	1	4	5	8
	33.6	2	0	1	1	1	3	4	7
	42.4	1	0	0	1	1	1	3	5
	53.5	1/0	0	0	1	1	1	2	4
	67.4	2/0	0	0	1	1	1	1	3
	85.0	3/0	0	0	0	1	1	1	3
	107	4/0	0	0	0	1	1	1	2
	127	250	0	0	0	0	1	1	1
	152	300	0	0	0	0	1	1	1
	177	350	0	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	0	1	1
	355	700	0	0	0	0	0	0	1
	380	750	0	0	0	0	0	0	1
	405	800	0	0	0	0	0	0	1
	456	900	0	0	0	0	0	0	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0	0
	760	1500	0	0	0	0	0	0	0
	887	1750	0	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0
TW	2.08	14	5	9	15	25	44	57	93
	3.31	12	4	7	12	19	33	43	71
	5.26	10	3	5	9	14	25	32	53
	8.37	8	1	3	5	8	14	18	29
RHH†, RHW† RHW-2†, THHW, THW, THW-2	2.08	14	3	6	10	16	29	38	62
RHH†, RHW† RHW-2†, THHW, THW,	3.31	12	3	5	8	13	23	30	50
	5.26	10	1	3	6	10	18	23	39
RHH†, RHW† RHW-2†, THHW, THW, THW-2	8.37	8	1	1	4	6	11	14	23
RHH†, RHW† RHW-2†, THHW, THW, THW-2	13.3	6	1	1	3	5	8	11	18
	21.2	4	1	1	1	3	6	8	13
	26.7	3	1	1	1	3	5	7	11

CONDUCTORES									
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)						
	mm ²	AWG o kcmil	12 (%)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)
RHH†, RHW†, RHW-2†, TW, THW, THHW, THW-2	33.6	2	0	1	1	2	4	6	9
	42.4	1	0	1	1	1	3	4	7
	53.5	1/0	0	0	1	1	2	3	6
	67.4	2/0	0	0	1	1	2	3	5
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	2	4
	107	4/0	0	0	0	1	1	1	3
	127	250	0	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	0	1	1	1	2
	177	350	0	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	0	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0	0
	887	1750	0	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	8	13	22	36	63	81	133
	3.31	12	5	9	16	26	46	59	97
	5.26	10	3	6	10	16	29	37	61
	8.37	8	1	3	6	9	16	21	35
	13.3	6	1	2	4	7	12	15	25
	21.2	4	1	1	2	4	7	9	15
	26.7	3	1	1	1	3	6	8	13
	33.6	2	1	1	1	3	5	7	11
	42.4	1	0	1	1	1	4	5	8
	53.5	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	67.4	2/0	0	0	1	1	2	3	6
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	127	250	0	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1	1
	380	750	0	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1

CONDUCTORES									
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)						
	mm ²	AWG o kcmil	12 (%)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	7	12	21	35	61	79	129
	3.31	12	5	9	15	25	44	57	94
	5.26	10	4	6	11	18	32	41	68
	8.37	8	1	3	6	10	18	23	39
	13.3	6	1	2	4	7	13	17	27
	21.2	4	1	1	3	5	9	12	19
	26.7	3	1	1	2	4	7	10	16
	33.6	2	1	1	1	3	6	8	13
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	0	1	1	2	4	5	9
PFA, PFAH,	53.5	1/0	0	1	1	1	3	4	7
TFE, Z	67.4	2/0	0	1	1	1	3	4	6
	85.0	3/0	0	0	1	1	2	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4
Z	2.08	14	9	15	26	42	73	95	156
	3.31	12	6	10	18	30	52	67	111
	5.26	10	4	6	11	18	32	41	68
	8.37	8	2	4	7	11	20	26	43
	13.3	6	1	3	5	8	14	18	30
	21.2	4	1	1	3	5	9	12	20
	26.7	3	1	1	2	4	7	9	15
	33.6	2	0	1	1	3	6	7	12
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	42.4	1	0	1	1	2	5	6	10
	2.08	14	5	9	15	25	44	57	93
	3.31	12	4	7	12	19	33	43	71
	5.26	10	3	5	9	14	25	32	53
	8.37	8	1	3	5	8	14	18	29
	13.3	6	1	1	3	6	10	13	22
	21.2	4	1	1	2	4	7	9	16
	26.7	3	1	1	1	3	6	8	13
XHH, XHHW, XHHW-2	33.6	2	1	1	1	3	5	7	11
	42.4	1	0	1	1	1	4	5	8
	53.5	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	67.4	2/0	0	0	1	1	2	3	6
	85	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	127	250	0	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1	1
	380	750	0	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	1	1

CONDUCTORES									
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)						
	mm ²	AWG o kcmil	12 (%)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0
ALAMBRES PARA APARATOS									
FFH-2, RFH-2	0.824	18	5	8	15	24	42	54	89
	1.31	16	4	7	12	20	35	46	75
SF-2, SFF-2	0.824	18	6	11	19	30	53	69	113
	1.31	16	5	9	15	25	44	57	93
	2.08	14	4	7	12	20	35	46	75
SF-1, SFF-1	0.824	18	11	19	33	53	94	122	199
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	8	14	24	39	69	90	147
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	7	11	20	32	56	72	119
XF, XFF	2.08	14	5	9	15	25	44	57	93
TFN, TFFN	0.824	18	14	23	39	63	111	144	236
	1.31	16	10	17	30	48	85	110	180
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	13	21	37	60	105	136	223
	1.31	16	10	16	29	46	81	105	173
	2.08	14	7	12	21	35	61	79	129
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	17	28	48	77	136	176	288
	1.31	16	12	20	35	57	100	129	212
	2.08	14	9	15	26	42	73	95	156
KF-2, KFF-2	0.824	18	24	40	70	112	197	255	418
	1.31	16	17	28	49	79	139	180	295
	2.08	14	12	19	34	54	95	123	202
	3.31	12	8	13	23	37	65	85	139
	5.26	10	5	9	15	25	44	57	93
KF-1, KFF-1	0.824	18	29	48	83	134	235	304	499
	1.31	16	20	34	58	94	165	214	350
	2.08	14	14	23	39	63	111	144	236
	3.31	12	9	15	26	42	73	95	156
	5.26	10	6	10	17	27	48	62	102
XF, XFF	3.31	12	3	5	8	13	23	30	50
	5.26	10	1	3	6	10	18	23	39

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-5 (a).
2. El cable tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Corresponde a 356-2(2)

†Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-5(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-B*)

CONDUCTORES COMPACTOS									
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)						
	mm ²	AWG o kcmil	12 (%)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)
THW, THW-2, THHW	8.37	8	1	2	4	7	12	15	25
	13.3	6	1	1	3	5	9	12	19
	21.2	4	1	1	2	4	7	9	14
	26.7	2	1	1	1	3	5	6	11
	33.6	1	0	1	1	1	3	4	7
	42.4	1/0	0	1	1	1	3	4	6
	53.5	2/0	0	0	1	1	2	3	5
	67.4	3/0	0	0	1	1	1	3	4
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	107	250	0	0	0	1	1	1	3
	127	300	0	0	0	1	1	1	2
	152	350	0	0	0	1	1	1	2
	177	400	0	0	0	0	1	1	1
	203	500	0	0	0	0	1	1	1
	253	600	0	0	0	0	1	1	1
	304	700	0	0	0	0	1	1	1
	355	750	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	—	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	1	2	4	7	13	17	28
	21.2	4	1	1	3	4	8	11	17
	26.7	2	1	1	1	3	6	7	12
	33.6	1	0	1	1	2	4	6	9
	42.4	1/0	0	1	1	1	4	5	8
	53.5	2/0	0	1	1	1	3	4	6
	67.4	3/0	0	0	1	1	2	3	5
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	3	4
	107	250	0	0	1	1	1	1	3
	127	300	0	0	0	1	1	1	3
	152	350	0	0	0	1	1	1	2
	177	400	0	0	0	1	1	1	2
	203	500	0	0	0	0	1	1	1
	253	600	0	0	0	0	1	1	1
	304	700	0	0	0	0	1	1	1
	355	750	0	0	0	0	1	1	1
	456	900	—	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1
XHHW, XHHW-2	8.37	8	1	3	5	9	15	20	33
	13.3	6	1	2	4	6	11	15	24
	21.2	4	1	1	3	4	8	11	17
	26.7	2	1	1	1	3	6	7	12
	33.6	1	0	1	1	2	4	6	9
	42.4	1/0	0	1	1	1	4	5	8
	53.5	2/0	0	1	1	1	3	4	7
	67.4	3/0	0	0	1	1	2	3	5
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	3	4
	107	250	0	0	1	1	1	1	3
	127	300	0	0	0	1	1	1	3
	152	350	0	0	0	1	1	1	3
	177	400	0	0	0	1	1	1	2
	203	500	0	0	0	0	1	1	1
	253	600	0	0	0	0	1	1	1
	304	700	0	0	0	0	1	1	1
	355	750	0	0	0	0	1	1	1
	456	900	—	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1

*Corresponde a 356-2(2).

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-6.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-B*)

CONDUCTORES									
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)						
	mm²	(AWG o kcmil)	12	16	21	27	35	41	53
			($\frac{3}{4}$)	($\frac{1}{2}$)	($\frac{3}{4}$)	(1)	(1 $\frac{1}{4}$)	(1 $\frac{1}{2}$)	(2)
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	2	4	7	11	20	27	45
	3.31	12	1	3	6	9	17	23	38
	5.26	10	1	3	5	8	13	18	30
	8.37	8	1	1	2	4	7	9	16
	13.3	6	1	1	1	3	5	7	13
	21.2	4	0	1	1	2	4	6	10
	26.7	3	0	1	1	1	4	5	8
	33.6	2	0	1	1	1	3	4	7
	42.4	1	0	0	1	1	1	3	5
	53.5	1/0	0	0	1	1	1	2	4
	67.4	2/0	0	0	1	1	1	1	4
	85.0	3/0	0	0	0	1	1	1	3
	107	4/0	0	0	0	1	1	1	3
	127	250	0	0	0	0	1	1	1
	152	300	0	0	0	0	1	1	1
	177	350	0	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	0	1	1
	304	600	0	0	0	0	0	1	1
	355	700	0	0	0	0	0	0	1
	380	750	0	0	0	0	0	0	1
	405	800	0	0	0	0	0	0	1
	456	900	0	0	0	0	0	0	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0	0
	760	1500	0	0	0	0	0	0	0
	887	1750	0	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0
TW	2.08	14	5	9	15	24	43	58	96
	3.31	12	4	7	12	19	33	44	74
	5.26	10	3	5	9	14	24	33	55
	8.37	8	1	3	5	8	13	18	30
RHH†, RHW†, RHW-2†, THHW, THW, THW-2	2.08	14	3	6	10	16	28	38	64
RHH†, RHW†, RHW-2†, THHW, THW	3.31	12	3	4	8	13	23	31	51
	5.26	10	1	3	6	10	18	24	40
RHH†, RHW†, RHW-2†, THHW, THW, THW-2	8.37	8	1	1	4	6	10	14	24
RHH†, RHW†, RHW-2†, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	1	3	4	8	11	18
	21.2	4	1	1	1	3	6	8	13
	26.7	3	1	1	1	3	5	7	11
	33.6	2	0	1	1	2	4	6	10

CONDUCTORES									
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)						
	mm ²	(AWG o kcmil)	12	16	21	27	35	41	53
			(%)	(½)	(¾)	(1)	(1¼)	(1½)	(2)
	42.4	1	0	1	1	1	3	4	7
	53.5	1/0	0	0	1	1	2	3	6
	67.4	2/0	0	0	1	1	1	3	5
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	2	4
	107	4/0	0	0	0	1	1	1	3
	127	250	0	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	0	1	1	1	2
	177	350	0	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	0	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	8	13	22	35	62	83	137
	3.31	12	5	9	16	25	45	60	100
	5.26	10	3	6	10	16	28	38	63
	8.37	8	1	3	6	9	16	22	36
	13.3	6	1	2	4	6	12	16	26
	21.2	4	1	1	2	4	7	9	16
	26.7	3	1	1	1	3	6	8	13
	33.6	2	1	1	1	3	5	7	11
	42.4	1	0	1	1	1	4	5	8
	53.5	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	67.4	2/0	0	0	1	1	2	3	6
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	127	250	0	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1	1
	380	750	0	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1

CONDUCTORES									
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)						
	mm ²	(AWG o kcmil)	12	16	21	27	35	41	53
			(%)	(½)	(¾)	(1)	(1¼)	(1½)	(2)
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	7	12	21	34	60	80	133
	3.31	12	5	9	15	25	44	59	97
	5.26	10	4	6	11	18	31	42	70
	8.37	8	1	3	6	10	18	24	40
	13.3	6	1	2	4	7	13	17	28
	21.2	4	1	1	3	5	9	12	20
	26.7	3	1	1	2	4	7	10	16
	33.6	2	1	1	1	3	6	8	13
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	0	1	1	2	4	5	9
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	0	1	1	1	3	5	8
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	4	6
	85.0	3/0	0	0	1	1	2	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4
Z	2.08	14	9	15	25	41	72	97	161
	3.31	12	6	10	18	29	51	69	114
	5.26	10	4	6	11	18	31	42	70
	8.37	8	2	4	7	11	20	26	44
	13.3	6	1	3	5	8	14	18	31
	21.2	4	1	1	3	5	9	13	21
	26.7	3	1	1	2	4	7	9	15
	33.6	2	1	1	1	3	6	8	13
	42.4	1	1	1	1	2	4	6	10
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	5	9	15	24	43	58	96
	3.31	12	4	7	12	19	33	44	74
	5.26	10	3	5	9	14	24	33	55
	8.37	8	1	3	5	8	13	18	30
	13.3	6	1	1	3	5	10	13	22
	21.2	4	1	1	2	4	7	10	16
	26.7	3	1	1	1	3	6	8	14
	33.6	2	1	1	1	3	5	7	11
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	0	1	1	1	4	5	8
	53.5	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	67.4	2/0	0	0	1	1	2	3	6
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	127	250	0	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1	1
	380	750	0	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	0	1	1

CONDUCTORES									
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)						
	mm ²	(AWG o kcmil)	12	16	21	27	35	41	53
			(%)	(½)	(¾)	(1)	(1¼)	(1½)	(2)
	456	900	0	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0
ALAMBRES DE ARTEFACTOS									
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	5	8	14	23	41	55	92
	1.31	16	4	7	12	20	35	47	77
SF-2, SFF-2	0.824	18	6	11	18	29	52	70	116
	1.31	16	5	9	15	24	43	58	96
	2.08	14	4	7	12	20	35	47	77
SF-1, SFF-1	0.824	18	12	19	33	52	92	124	205
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	8	14	24	39	68	91	152
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	7	11	19	31	55	74	122
XF, XFF	2.08	14	5	9	15	24	43	58	96
TFN, TFFN	0.824	18	14	22	39	62	109	146	243
	1.31	16	10	17	29	47	83	112	185
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	13	21	37	59	103	139	230
	1.31	16	10	16	28	45	80	107	178
	2.08	14	7	12	21	34	60	80	133
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	17	27	47	76	133	179	297
	1.31	16	12	20	35	56	98	132	219
	2.08	14	9	15	25	41	72	97	161
KF-2, KFF-2	0.824	18	25	40	69	110	193	260	431
	1.31	16	17	28	48	77	136	183	303
	2.08	14	12	19	33	53	94	126	209
	3.31	12	8	13	23	36	64	86	143
	5.26	10	5	9	15	24	43	58	96
KF-1, KFF-1	0.824	18	29	48	82	131	231	310	514
	1.31	16	21	33	57	92	162	218	361
	2.08	14	14	22	39	62	109	146	243
	3.31	12	9	15	25	41	72	97	161
	5.26	10	6	10	17	27	47	63	105
XF, XFF	3.31	12	3	4	8	13	23	31	51
	5.26	10	1	3	6	10	18	24	40

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C.6 (A).
2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Corresponde a la sección 356.2(1)

†Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-6(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-A*)

CONDUCTORES COMPACTOS									
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)						
	mm ²	AWG o kcmil	12 (%)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)
THW, THW-2, THHW	8.37	8	1	2	4	6	11	16	26
	13.3	6	1	1	3	5	9	12	20
	21.2	4	1	1	2	4	7	9	15
	26.7	2	1	1	1	3	5	6	11
	33.6	1	0	1	1	1	3	4	8
	42.4	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	53.5	2/0	0	0	1	1	2	3	5
	67.4	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	107	250	0	0	0	1	1	1	3
	127	300	0	0	0	1	1	1	3
	152	350	0	0	0	1	1	1	2
	177	400	0	0	0	0	1	1	1
	203	500	0	0	0	0	1	1	1
	253	600	0	0	0	0	1	1	1
	304	700	0	0	0	0	1	1	1
	355	750	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	—	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	1	2	4	7	13	18	29
	21.2	4	1	1	3	4	8	11	18
	26.7	2	1	1	1	3	6	8	13
	33.6	1	0	1	1	2	4	6	10
	42.4	1/0	0	1	1	1	3	5	8
	53.5	2/0	0	1	1	1	3	4	7
	67.4	3/0	0	0	1	1	2	3	6
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	3	5
	107	250	0	0	1	1	1	1	3
	127	300	0	0	0	1	1	1	3
	152	350	0	0	0	1	1	1	3
	177	400	0	0	0	1	1	1	2
	203	500	0	0	0	0	1	1	1
	253	600	0	0	0	0	1	1	1
	304	700	0	0	0	0	1	1	1
	355	750	0	0	0	0	1	1	1
	456	900	—	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1

CONDUCTORES COMPACTOS									
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)						
	mm ²	AWG o kcmil	12 (%)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1½)	41 (1½)	53 (2)
XHHW, XHHW-2	8.37	8	1	3	5	8	15	20	34
	13.3	6	1	2	4	6	11	15	25
	21.2	4	1	1	3	4	8	11	18
	26.7	2	1	1	1	3	6	8	13
	33.6	1	0	1	1	2	4	6	10
	42.4	1/0	0	1	1	1	3	5	8
	53.5	2/0	0	1	1	1	3	4	7
	67.4	3/0	0	0	1	1	2	3	6
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	3	5
	107	250	0	0	1	1	1	2	4
	127	300	0	0	0	1	1	1	3
	152	350	0	0	0	1	1	1	3
	177	400	0	0	0	1	1	1	2
	203	500	0	0	0	0	1	1	1
	253	600	0	0	0	0	1	1	1
	304	700	0	0	0	0	1	1	1
	355	750	0	0	0	0	1	1	1
	456	900	—	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1

*Corresponde a 356-2(1).

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-7.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC)

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1½)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4	7	12	21	27	44	66	102	133	173
	3.31	12	3	6	10	17	22	36	55	84	110	144
	5.26	10	3	5	8	14	18	29	44	68	89	116
	8.37	8	1	2	4	7	9	15	23	36	46	61
	13.3	6	1	1	3	6	7	12	18	28	37	48
	21.2	4	1	1	2	4	6	9	14	22	29	38
	26.7	3	1	1	1	4	5	8	13	19	25	33
	33.6	2	1	1	1	3	4	7	11	17	22	29
	42.4	1	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
	53.5	1/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	16
	67.4	2/0	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	152	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	203	400	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	253	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
TW	2.08	14	9	15	25	44	57	93	140	215	280	365
	3.31	12	7	12	19	33	43	71	108	165	215	280
	5.26	10	5	9	14	25	32	53	80	123	160	209
	8.37	8	3	5	8	14	18	29	44	68	89	116
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	2.08	14	6	10	16	29	38	62	93	143	186	243
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	3.31	12	5	8	13	23	30	50	75	115	149	195
	5.26	10	3	6	10	18	23	39	58	89	117	152
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8.37	8	1	4	6	11	14	23	35	53	70	91
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	3	5	8	11	18	27	41	53	70
	21.2	4	1	1	3	6	8	13	20	30	40	52
	26.7	3	1	1	3	5	7	11	17	26	34	44
	33.6	2	1	1	2	4	6	9	14	22	29	38
	42.4	1	1	1	1	3	4	7	10	15	20	26
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	23
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	19
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	152	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	13	22	36	63	81	133	201	308	401	523
	3.31	12	9	16	26	46	59	97	146	225	292	381
	5.26	10	6	10	16	29	37	61	92	141	184	240
	8.37	8	3	6	9	16	21	35	53	81	106	138
	13.3	6	2	4	7	12	15	25	38	59	76	100
	21.2	4	1	2	4	7	9	15	23	36	47	61
	26.7	3	1	1	3	6	8	13	20	30	40	52
	33.6	2	1	1	3	5	7	11	17	26	33	44
	42.4	1	1	1	1	4	5	8	12	19	25	32
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	23
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19
	107	4/0	1	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	12
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	12	21	35	61	79	129	195	299	389	507
	3.31	12	9	15	25	44	57	94	142	218	284	370
	5.26	10	6	11	18	32	41	68	102	156	203	266
	8.37	8	3	6	10	18	23	39	58	89	117	152

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
	13.3	6	2	4	7	13	17	27	41	64	83	108
	21.2	4	1	3	5	9	12	19	29	44	58	75
	26.7	3	1	2	4	7	10	16	24	37	48	63
	33.6	2	1	1	3	6	8	13	20	30	40	52
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	2	4	5	9	14	21	28	36
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	11	18	23	30
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	25
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
Z	2.08	14	20	26	42	73	95	156	235	360	469	611
	3.31	12	14	18	30	52	67	111	167	255	332	434
	5.26	10	8	11	18	32	41	68	102	156	203	266
	8.37	8	5	7	11	20	26	43	64	99	129	168
	13.3	6	4	5	8	14	18	30	45	69	90	118
	21.2	4	2	3	5	9	12	20	31	48	62	81
	26.7	3	2	2	4	7	9	15	23	35	45	59
	33.6	2	1	1	3	6	7	12	19	29	38	49
	42.4	1	1	1	2	5	6	10	15	23	30	40
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	9	15	25	44	57	93	140	215	280	365
	3.31	12	7	12	19	33	43	71	108	165	215	280
	5.26	10	5	9	14	25	32	53	80	123	160	209
	8.37	8	3	5	8	14	18	29	44	68	89	116
	13.3	6	1	3	6	10	13	22	33	50	66	86
	21.2	4	1	2	4	7	9	16	24	36	48	62
	26.7	3	1	1	3	6	8	13	20	31	40	52
	33.6	2	1	1	3	5	7	11	17	26	34	44
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	1	1	1	4	5	8	12	19	25	33
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	28
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	9	13	17	23
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
ALAMBRES PARA APARATOS												
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	8	15	24	42	54	89	—	—	—	—
	1.31	16	7	12	20	35	46	75	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	11	19	30	53	69	113	—	—	—	—
	1.31	16	9	15	25	44	57	93	—	—	—	—
	2.08	14	7	12	20	35	46	75	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	19	33	53	94	122	199	—	—	—	—
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	14	24	39	69	90	147	—	—	—	—
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	11	20	32	56	72	119	—	—	—	—
XF, XFF	2.08	14	9	15	25	44	57	93	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	23	39	63	111	144	236	—	—	—	—
	1.31	16	17	30	48	85	110	180	—	—	—	—
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	21	37	60	105	136	223	—	—	—	—
	1.31	16	16	29	46	81	105	173	—	—	—	—
	2.08	14	12	21	35	61	79	129	—	—	—	—
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	28	48	77	136	176	288	—	—	—	—
	1.31	16	20	35	57	100	129	212	—	—	—	—
	2.08	14	15	26	42	73	95	156	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	40	70	112	197	255	418	—	—	—	—
	1.31	16	28	49	79	139	180	295	—	—	—	—
	2.08	14	19	34	54	95	123	202	—	—	—	—
	3.31	12	13	23	37	65	85	139	—	—	—	—
	5.26	10	9	15	25	44	57	93	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	48	83	134	235	304	499	—	—	—	—
	1.31	16	34	58	94	165	214	350	—	—	—	—
	2.08	14	23	39	63	111	144	236	—	—	—	—
	3.31	12	15	26	42	73	95	156	—	—	—	—
	5.26	10	10	17	27	48	62	102	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	5	8	13	23	30	50	—	—	—	—
	5.26	10	3	6	10	18	23	39	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-7 (a).
2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-7(a).- Número máximo de conductores compactos para aparatos en tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC)

CONDUCTORES COMPACTOS													
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)										
	mm ²	AWG o kcmil	12 (³ / ₈)	16 (¹ / ₂)	21 (³ / ₄)	27 (1)	35 (1 ¹ / ₄)	41 (1 ¹ / ₂)	53 (2)	63 (2 ¹ / ₂)	78 (3)	91 (3 ¹ / ₂)	103 (4)
THW, THW-2,	8.37	8	1	2	4	7	12	15	25	38	58	76	99
	13.3	6	1	1	3	5	9	12	19	29	45	59	77
THHW	21.2	4	1	1	2	4	7	9	14	22	34	44	57
	26.7	2	1	1	1	3	5	6	11	16	25	32	42
	33.6	1	0	1	1	1	3	4	7	11	17	23	30
	42.4	1/0	0	1	1	1	3	4	6	10	15	20	26
	53.5	2/0	0	0	1	1	2	3	5	8	13	16	21
	67.4	3/0	0	0	1	1	1	3	4	7	11	14	18
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	107	250	0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	127	300	0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	152	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	177	400	0	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	203	500	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	253	600	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	304	700	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	355	750	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	456	900	—	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	1	2	4	7	13	17	28	43	66	86	112
	21.2	4	1	1	3	4	8	11	17	26	41	53	69
	26.7	2	1	1	1	3	6	7	12	19	29	38	50
	33.6	1	0	1	1	2	4	6	9	14	22	28	37
	42.4	1/0	0	1	1	1	4	5	8	12	19	24	32
	53.5	2/0	0	1	1	1	3	4	6	10	15	20	26
	67.4	3/0	0	0	1	1	2	3	5	8	13	17	22
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	3	4	7	10	14	18
	107	250	0	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	127	300	0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	152	350	0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	177	400	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	500	0	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	600	0	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	304	700	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	355	750	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	456	900	—	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

XHHW, XHHW-2	8.37	8	1	3	5	9	15	20	33	49	76	98	129
	13.3	6	1	2	4	6	11	15	24	37	56	73	95
	21.2	4	1	1	3	4	8	11	17	26	41	53	69
	26.7	2	1	1	1	3	6	7	12	19	29	38	50
	33.6	1	0	1	1	2	4	6	9	14	22	28	37
	42.4	1/0	0	1	1	1	4	5	8	12	19	24	32
	53.5	2/0	0	1	1	1	3	4	7	10	16	20	27
	67.4	3/0	0	0	1	1	2	3	5	8	13	17	22
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	3	4	7	11	14	18
	107	250	0	0	1	1	1	1	3	5	8	11	15
	127	300	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	152	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	177	400	0	0	0	1	1	1	2	4	6	7	10
	203	500	0	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	600	0	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	304	700	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	355	750	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	456	900	—	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-8.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit metálico rígido (RMC)

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
RHH, RHW, RHW-2	8.37	14	4	7	12	21	28	46	66	102	136	176	276	398
	13.3	12	3	6	10	17	23	38	55	85	113	146	229	330
	21.2	10	3	5	8	14	19	31	44	68	91	118	185	267
	26.7	8	1	2	4	7	10	16	23	36	48	61	97	139
	33.6	6	1	1	3	6	8	13	18	29	38	49	77	112
	42.4	4	1	1	2	4	6	10	14	22	30	38	60	87
	53.5	3	1	1	2	4	5	9	12	19	26	34	53	76
	67.4	2	1	1	1	3	4	7	11	17	23	29	46	66
	85.0	1	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	44
	107	1/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17	26	38
	127	2/0	0	1	1	1	2	4	5	8	11	14	23	33
	152	3/0	0	0	1	1	1	3	4	7	10	12	20	28
	177	4/0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	24
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	13	18
	152	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6	10	15
	203	400	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	253	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	11
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5	8
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
TW	8.37	14	9	15	25	44	59	98	140	216	288	370	581	839
	13.3	12	7	12	19	33	45	75	107	165	221	284	446	644
	21.2	10	5	9	14	25	34	56	80	123	164	212	332	480
	26.7	8	3	5	8	14	19	31	44	68	91	118	185	267
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8.37	14	6	10	17	29	39	65	93	143	191	246	387	558
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	13.3	12	5	8	13	23	32	52	75	115	154	198	311	448
	21.2	10	3	6	10	18	25	41	58	90	120	154	242	350
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	26.7	8	1	4	6	11	15	24	35	54	72	92	145	209
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	3	5	8	11	18	27	41	55	71	111	160
	21.2	4	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120
	26.7	3	1	1	3	5	7	12	17	26	35	45	71	103
	33.6	2	1	1	2	4	6	10	14	22	30	38	60	87
	42.4	1	1	1	1	3	4	7	10	15	21	27	42	61
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	8	13	18	23	36	52
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	19	31	44
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16	26	37
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	14	21	31
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	152	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	8
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	6
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	3	5
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	13	22	36	63	85	140	200	309	412	531	833	1202
	3.31	12	9	16	26	46	62	102	146	225	301	387	608	877
	5.26	10	6	10	17	29	39	64	92	142	189	244	383	552
	8.37	8	3	6	9	16	22	37	53	82	109	140	221	318
	13.3	6	2	4	7	12	16	27	38	59	79	101	159	230
	21.2	4	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	98	141
	26.7	3	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120
	33.6	2	1	1	3	5	7	11	17	26	34	44	70	100
	42.4	1	1	1	1	4	5	8	12	19	25	33	51	74
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27	43	63
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	18	23	36	52
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	43
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16	25	36
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	8	13	20
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	11
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7	11
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	12	22	35	61	83	136	194	300	400	515	808	1166
	3.31	12	9	16	26	44	60	99	142	219	292	376	590	851
	5.26	10	6	11	18	32	43	71	102	157	209	269	423	610
	8.37	8	3	6	10	18	25	41	58	90	120	154	242	350
	13.3	6	2	4	7	13	17	29	41	64	85	110	172	249
	21.2	4	1	3	5	9	12	20	29	44	59	77	120	174
	26.7	3	1	2	4	7	10	17	24	37	50	64	100	145
	33.6	2	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	2	4	6	9	14	21	28	37	57	83
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	1	1	1	3	5	8	11	18	24	30	48	69
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	25	40	57
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	21	33	47
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17	27	39
Z	2.08	14	15	26	42	73	100	164	234	361	482	621	974	1405
	3.31	12	10	18	30	52	71	116	166	256	342	440	691	997
	5.26	10	6	11	18	32	43	71	102	157	209	269	423	610
	8.37	8	4	7	11	20	27	45	64	99	132	170	267	386
	13.3	6	3	5	8	14	19	31	45	69	93	120	188	271
	21.2	4	1	3	5	9	13	22	31	48	64	82	129	186
	26.7	3	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	94	136
	33.6	2	1	1	3	6	8	13	19	29	39	50	78	113
	42.4	1	1	1	2	5	6	10	15	23	31	40	63	92
	2.08	14	9	15	25	44	59	98	140	216	288	370	581	839
	3.31	12	7	12	19	33	45	75	107	165	221	284	446	644
	5.26	10	5	9	14	25	34	56	80	123	164	212	332	480
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	8.37	8	3	5	8	14	19	31	44	68	91	118	185	267
	13.3	6	1	3	6	10	14	23	33	51	68	87	137	197
	21.2	4	1	2	4	7	10	16	24	37	49	63	99	143
	26.7	3	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	84	121
	33.6	2	1	1	3	5	7	12	17	26	35	45	70	101
	42.4	1	1	1	1	4	5	9	12	19	26	33	52	76
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28	44	64
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	9	13	18	23	37	53
XHH, XHHW, XHHW-2	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	44
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16	25	36
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	20	30
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11	18	25
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	6	7	10	15	22
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	14	20
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	11
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7	11
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
ALAMBRES PARA APARATOS														
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	8	15	24	42	57	94	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	7	12	20	35	48	79	—	—	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	11	19	31	53	72	118	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	9	15	25	44	59	98	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	7	12	20	35	48	79	—	—	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	19	33	54	94	127	209	—	—	—	—	—	—
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	14	25	40	69	94	155	—	—	—	—	—	—
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	11	20	32	56	76	125	—	—	—	—	—	—
XF, XFF	2.08	14	9	15	25	44	59	98	—	—	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	23	40	64	111	150	248	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	17	30	49	84	115	189	—	—	—	—	—	—
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	21	38	61	105	143	235	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	16	29	47	81	110	181	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	12	22	35	61	83	136	—	—	—	—	—	—
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	28	48	79	135	184	303	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	20	36	58	100	136	136	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	15	26	42	73	100	164	—	—	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	40	71	114	197	267	439	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	28	50	80	138	188	310	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	19	34	55	95	129	213	—	—	—	—	—	—
	3.31	12	13	23	38	65	89	146	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	9	15	25	44	59	98	—	—	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	48	84	136	235	318	524	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	34	59	96	165	224	368	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	23	40	64	111	150	248	—	—	—	—	—	—
	3.31	12	15	26	42	73	100	164	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	10	17	28	48	65	107	—	—	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	5	8	13	23	32	52	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	3	6	10	18	25	41	—	—	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-8 (a).
2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-8(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit metálico rígido (RMC)

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
THW, THW-2, THHW	8.37	8	2	4	7	12	16	26	38	59	78	101	158	228
	13.3	6	1	3	5	9	12	20	29	45	60	78	122	176
	21.2	4	1	2	4	7	9	15	22	34	45	58	91	132
	26.7	2	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	67	97
	33.6	1	1	1	1	3	5	8	11	17	23	30	47	68
	42.4	1/0	1	1	1	3	4	7	10	15	20	26	41	59
	53.5	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	34	50
	67.4	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19	29	42
	85.0	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
	107	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	28
	127	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	24
	152	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	177	400	0	0	1	1	1	1	3	5	7	8	13	20
	203	500	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7	11	17
	253	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	304	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	355	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7	11
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	2	5	8	13	18	30	43	66	88	114	179	258
	21.2	4	1	3	5	8	11	18	26	41	55	70	110	159
	26.7	2	1	1	3	6	8	13	19	29	39	50	79	114
	33.6	1	1	1	2	4	6	10	14	22	29	38	60	86
	42.4	1/0	1	1	1	4	5	8	12	19	25	32	51	73
	53.5	2/0	1	1	1	3	4	7	10	15	21	26	42	60
	67.4	3/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
	85.0	4/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	42
	107	250	0	1	1	1	2	4	5	8	11	14	23	33
	127	300	0	0	1	1	1	3	4	7	10	12	20	28
	152	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	177	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	203	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	253	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6	10	15
	304	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	355	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
XHHW, XHHW-2	8.37	8	3	5	9	15	21	34	49	76	101	130	205	296
	13.3	6	2	4	6	11	15	25	36	56	75	97	152	220
	21.2	4	1	3	5	8	11	18	26	41	55	70	110	159
	26.7	2	1	1	3	6	8	13	19	29	39	50	79	114
	33.6	1	1	1	2	4	6	10	14	22	29	38	60	86
	42.4	1/0	1	1	1	4	5	8	12	19	25	32	51	73
	53.5	2/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27	43	62
	67.4	3/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
	85.0	4/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19	29	42
	107	250	0	1	1	1	2	4	5	8	11	15	23	34
	127	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
	152	350	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11	18	25
	177	400	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10	16	23
	203	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	253	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	10	15
	304	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	355	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	2	3	5	7	10
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-9.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit metálico rígido (RMC)

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
RHH, RHW, RHW-2	8.37	14	3	5	9	17	23	39	56	88	118	153	243	349
	13.3	12	2	4	7	14	19	32	46	73	98	127	202	290
	21.2	10	1	3	6	11	15	26	37	59	79	103	163	234
	26.7	8	1	1	3	6	8	13	19	31	41	54	85	122
	33.6	6	1	1	2	4	6	11	16	24	33	43	68	98
	42.4	4	1	1	1	3	5	8	12	19	26	33	53	77
	53.5	3	0	1	1	3	4	7	11	17	23	29	47	67
	67.4	2	0	1	1	3	4	6	9	14	20	25	41	58
	85.0	1	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17	27	38
	107	1/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	15	23	33
	127	2/0	0	0	1	1	1	3	4	7	10	13	20	29
	152	3/0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
	177	4/0	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	127	250	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	152	300	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	177	350	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	203	400	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	253	500	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	304	600	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4
	887	1750	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
TW	8.37	14	6	11	20	35	49	82	118	185	250	324	514	736
	13.3	12	5	9	15	27	38	63	91	142	192	248	394	565
	21.2	10	3	6	11	20	28	47	67	106	143	185	294	421
	26.7	8	1	3	6	11	15	26	37	59	79	103	163	234
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8.37	14	4	8	13	23	32	55	79	123	166	215	341	490
	13.3	12	3	6	10	19	26	44	63	99	133	173	274	394
	21.2	10	2	5	8	15	20	34	49	77	104	135	214	307
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	26.7	8	1	3	5	9	12	20	29	46	62	81	128	184
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	1	3	7	9	16	22	35	48	62	98	141
	21.2	4	1	1	3	5	7	12	17	26	35	46	73	105
	26.7	3	1	1	2	4	6	10	14	22	30	39	63	90
	33.6	2	1	1	1	3	5	8	12	19	26	33	53	77
	42.4	1	0	1	1	2	3	6	8	13	18	23	37	54
	53.5	1/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	20	32	46
	67.4	2/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17	27	39
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14	23	33
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	27
	127	250	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	152	300	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	4	6	7	12	17
	203	400	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	10	15
	253	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm²	AWG o kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103	129	155
			(½)	(¾)	(1)	(1¼)	(1½)	(2)	(2½)	(3)	(3½)	(4)	(5)	(6)
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	9	17	28	51	70	118	170	265	358	464	736	1055
	3.31	12	6	12	20	37	51	86	124	193	261	338	537	770
	5.26	10	4	7	13	23	32	54	78	122	164	213	338	485
	8.37	8	2	4	7	13	18	31	45	70	95	123	195	279
	13.3	6	1	3	5	9	13	22	32	51	68	89	141	202
	21.2	4	1	1	3	6	8	14	20	31	42	54	86	124
	26.7	3	1	1	3	5	7	12	17	26	35	46	73	105
	33.6	2	1	1	2	4	6	10	14	22	30	39	61	88
	42.4	1	0	1	1	3	4	7	10	16	22	29	45	65
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	9	14	18	24	38	55
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	20	32	46
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17	26	38
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	14	22	31
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	18	25
	152	300	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	9
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	8	16	27	49	68	115	164	257	347	450	714	1024
	3.31	12	6	12	20	36	50	84	120	188	253	328	521	747
	5.26	10	4	8	14	26	36	60	86	135	182	235	374	536
	8.37	8	2	5	8	15	20	34	49	77	104	135	214	307
	13.3	6	1	3	6	10	14	24	35	55	74	96	152	218
	21.2	4	1	2	4	7	10	17	24	38	52	67	106	153

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
	26.7	3	1	1	3	6	8	14	20	32	43	56	89	127
	33.6	2	1	1	3	5	7	12	17	26	35	46	73	105
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	1	3	5	8	11	18	25	32	51	73
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	0	1	1	3	4	7	10	15	20	27	42	61
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	17	22	35	50
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	10	14	18	29	41
	107	4/0	0	0	1	1	1	4	5	8	11	15	24	34
Z	2.08	14	10	19	33	59	82	138	198	310	418	542	860	1233
	3.31	12	7	14	23	42	58	98	141	220	297	385	610	875
	5.26	10	4	8	14	26	36	60	86	135	182	235	374	536
	8.37	8	3	5	9	16	22	38	54	85	115	149	236	339
	13.3	6	2	4	6	11	16	26	38	60	81	104	166	238
	21.2	4	1	2	4	8	11	18	26	41	55	72	114	164
	26.7	3	1	2	3	5	8	13	19	30	40	52	83	119
	33.6	2	1	1	2	5	6	11	16	25	33	43	69	99
	42.4	1	0	1	2	4	5	9	13	20	27	35	56	80
	2.08	14	6	11	20	35	49	82	118	185	250	324	514	736
	3.31	12	5	9	15	27	38	63	91	142	192	248	394	565
	5.26	10	3	6	11	20	28	47	67	106	143	185	294	421
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	8.37	8	1	3	6	11	15	26	37	59	79	103	163	234
	13.3	6	1	2	4	8	11	19	28	43	59	76	121	173
	21.2	4	1	1	3	6	8	14	20	31	42	55	87	125
	26.7	3	1	1	3	5	7	12	17	26	36	47	74	106
	33.6	2	1	1	2	4	6	10	14	22	30	39	62	89
	42.4	1	0	1	1	3	4	7	10	16	22	29	46	66
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	9	14	19	24	39	56
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	7	11	16	20	32	46
XHH, XHHW, XHHW-2	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17	27	38
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14	22	32
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11	18	26
	152	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	14	20
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	—	3	3	5	8

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	6
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4
ALAMBRES PARA APARATOS														
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	6	11	19	34	47	79	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	5	9	16	28	39	67	—	—	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	7	14	24	43	59	100	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	6	11	20	35	49	82	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	5	9	16	28	39	67	—	—	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	13	25	42	76	105	177	—	—	—	—	—	—
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	10	18	31	56	77	130	—	—	—	—	—	—
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	8	15	25	45	62	105	—	—	—	—	—	—
XF, XFF	2.08	14	6	11	20	35	49	82	—	—	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	16	29	50	90	124	209	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	12	22	38	68	95	159	—	—	—	—	—	—
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	15	28	47	85	118	198	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	11	22	36	66	91	153	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	8	16	27	49	68	115	—	—	—	—	—	—
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	19	36	61	110	152	255	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	14	27	45	81	112	188	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	10	19	33	59	82	138	—	—	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	28	53	88	159	220	371	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	19	37	62	112	155	261	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	13	25	43	77	107	179	—	—	—	—	—	—
	3.31	12	9	17	29	53	73	123	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	6	11	20	35	49	82	—	—	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	33	63	106	190	263	442	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	23	44	74	133	185	310	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	16	29	50	90	124	209	—	—	—	—	—	—
	3.31	12	10	19	33	59	82	138	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	7	13	21	39	54	90	—	—	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	3	6	10	19	26	44	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	2	5	8	15	20	34	—	—	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-9 (a).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-9(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit cédula 80 PVC

CONDUCTORES															
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)												
	mm²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)	
THW, THW-2, THHW	8.37	8	1	3	5	9	13	22	32	50	68	88	140	200	
	13.3	6	1	2	4	7	10	17	25	39	52	68	108	155	
	21.2	4	1	1	3	5	7	13	18	29	39	51	81	116	
	26.7	2	1	1	1	4	5	9	13	21	29	37	60	85	
	33.6	1	0	1	1	3	4	6	9	15	20	26	42	60	
	42.4	1/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	23	36	52	
	53.5	2/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	44	
	67.4	3/0	0	0	1	1	2	4	6	9	12	16	26	37	
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13	22	31	
	107	250	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11	17	25	
	127	300	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	21	
	152	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19	
	177	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17	
	203	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14	
	253	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12	
	304	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10	
	355	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10	
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6	8	
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	8	
	THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		13.3	6	1	3	6	11	15	25	36	57	77	99	158	226
		21.2	4	1	1	3	6	9	15	22	35	47	61	98	140
		26.7	2	1	1	2	5	6	11	16	25	34	44	70	100
		33.6	1	1	1	1	3	5	8	12	19	25	33	53	75
		42.4	1/0	0	1	1	3	4	7	10	16	22	28	45	64
		53.5	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	18	23	37	53
		67.4	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	31	44
		85.0	4/0	0	0	1	1	2	4	6	9	12	16	25	37
107		250	0	0	1	1	1	3	4	7	10	12	20	29	
127		300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25	
152		350	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	22	
177		400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19	
203		500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16	
253		600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13	
304		700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12	
355		750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11	
456		900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6	8	
507		1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5	8	
XHHW, XHHW-2		8.37	8	1	4	7	12	17	29	42	65	88	114	181	260
		13.3	6	1	3	5	9	13	21	31	48	65	85	134	193
		21.2	4	1	1	3	6	9	15	22	35	47	61	98	140
		26.7	2	1	1	2	5	6	11	16	25	34	44	70	100
		33.6	1	1	1	1	3	5	8	12	19	25	33	53	75
		42.4	1/0	0	1	1	3	4	7	10	16	22	28	45	64
		53.5	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	18	24	38	54
		67.4	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	31	44
		85.0	4/0	0	0	1	1	2	4	6	9	12	16	26	37
	107	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	21	30	
	127	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25	
	152	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22	
	177	400	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	14	20	
	203	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	17	
	253	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13	
	304	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12	
	355	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7	11	
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	8	
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8	

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

**Tabla C-10.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo
conduit Cédula 40 PVC y en tubo conduit HDPE**

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
RHH, RHW, RHW-2	8.37	14	4	7	11	20	27	45	64	99	133	171	269	390
	13.3	12	3	5	9	16	22	37	53	82	110	142	224	323
	21.2	10	2	4	7	13	18	30	43	66	89	115	181	261
	26.7	8	1	2	4	7	9	15	22	35	46	60	94	137
	33.6	6	1	1	3	5	7	12	18	28	37	48	76	109
	42.4	4	1	1	2	4	6	10	14	22	29	37	59	85
	53.5	3	1	1	1	4	5	8	12	19	25	33	52	75
	67.4	2	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28	45	65
	85.0	1	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19	29	43
	107	1/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16	26	37
	127	2/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14	22	32
	152	3/0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	28
	177	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10	16	24
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	12	18
	152	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	203	400	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	253	500	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	8
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	3
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
TW	8.37	14	8	14	24	42	57	94	135	209	280	361	568	822
	13.3	12	6	11	18	32	44	72	103	160	215	277	436	631
	21.2	10	4	8	13	24	32	54	77	119	160	206	325	470
	26.7	8	2	4	7	13	18	30	43	66	89	115	181	261
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8.37	14	5	9	16	28	38	63	90	139	186	240	378	546
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	13.3	12	4	8	12	22	30	50	72	112	150	193	304	439
	21.2	10	3	6	10	17	24	39	56	87	117	150	237	343
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	26.7	8	1	3	6	10	14	23	33	52	70	90	142	205
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	2	4	8	11	18	26	40	53	69	109	157
	21.2	4	1	1	3	6	8	13	19	30	40	51	81	117
	26.7	3	1	1	3	5	7	11	16	25	34	44	69	100
	33.6	2	1	1	2	4	6	10	14	22	29	37	59	85
	42.4	1	0	1	1	3	4	7	10	15	20	26	41	60

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	43
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16	25	36
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13	21	30
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	152	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	10
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	6
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	3	5
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	11	21	34	60	82	135	193	299	401	517	815	1178
	3.31	12	8	15	25	43	59	99	141	218	293	377	594	859
	5.26	10	5	9	15	27	37	62	89	137	184	238	374	541
	8.37	8	3	5	9	16	21	36	51	79	106	137	216	312
	13.3	6	1	4	6	11	15	26	37	57	77	99	156	225
	21.2	4	1	2	4	7	9	16	22	35	47	61	96	138
	26.6	3	1	1	3	6	8	13	19	30	40	51	81	117
	33.6	2	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	68	98
	42.4	1	1	1	1	3	5	8	12	18	25	32	50	73
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	15	21	27	42	61
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	18	29	42
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	7	10	12	20	28
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	24
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	11
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	11	20	33	58	79	131	188	290	389	502	790	1142
	3.31	12	8	15	24	42	58	96	137	212	284	366	577	834
	5.26	10	6	10	17	30	41	69	98	152	204	263	414	598
	8.37	8	3	6	10	17	24	39	56	87	117	150	237	343
	13.3	6	2	4	7	12	17	28	40	62	83	107	169	244
	21.2	4	1	3	5	8	12	19	28	43	58	75	118	170
	26.7	3	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	98	142
	33.6	2	1	1	3	6	8	13	19	30	40	51	81	117
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	2	4	5	9	13	20	28	36	56	81
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	1	1	1	3	4	8	11	17	23	30	47	68
	67.4	2/0	0	1	1	3	4	6	9	14	19	24	39	56
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20	32	46
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16	26	38
Z	2.08	14	13	24	40	70	95	158	226	350	469	605	952	1376
	3.31	12	9	17	28	49	68	112	160	248	333	429	675	976
	5.26	10	6	10	17	30	41	69	98	152	204	263	414	598
	8.37	8	3	6	11	19	26	43	62	96	129	166	261	378
	13.3	6	2	4	7	13	18	30	43	67	90	116	184	265
	21.2	4	1	3	5	9	12	21	30	46	62	80	126	183
	26.7	3	1	2	4	6	9	15	22	34	45	58	92	133
	33.6	2	1	1	3	5	7	12	18	28	38	49	77	111
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	42.4	1	1	1	2	4	6	10	14	23	30	39	62	90
	2.08	14	8	14	24	42	57	94	135	209	280	361	568	822
	3.31	12	6	11	18	32	44	72	103	160	215	277	436	631
	5.26	10	4	8	13	24	32	54	77	119	160	206	325	470
	8.37	8	2	4	7	13	18	30	43	66	89	115	181	261
	13.3	6	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85	134	193
	21.2	4	1	2	4	7	9	16	23	35	48	61	97	140
	26.7	3	1	1	3	6	8	13	19	30	40	52	82	118
XHH, XHHW, XHHW-2	33.6	2	1	1	3	5	7	11	16	25	34	44	69	99
	42.4	1	1	1	1	3	5	8	12	19	25	32	51	74
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27	43	62
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	23	36	52
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19	30	43
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	11

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
ALAMBRES PARA APARATOS														
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	8	14	23	40	54	90	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	6	12	19	33	46	76	—	—	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	10	17	29	50	69	114	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	8	14	24	42	57	94	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	6	12	19	33	46	76	—	—	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	17	31	51	89	122	202	—	—	—	—	—	—
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	13	23	38	66	90	149	—	—	—	—	—	—
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	10	18	30	53	73	120	—	—	—	—	—	—
XF, XFF	2.08	14	8	14	24	42	57	94	—	—	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	20	37	60	105	144	239	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	16	28	46	80	110	183	—	—	—	—	—	—
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	19	35	57	100	137	227	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	15	27	44	77	106	175	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	11	20	33	58	79	131	—	—	—	—	—	—
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	25	45	74	129	176	292	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	18	33	54	95	130	216	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	13	24	40	70	95	158	—	—	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	36	65	107	187	256	424	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	26	46	75	132	180	299	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	17	31	52	90	124	205	—	—	—	—	—	—
	3.31	12	12	22	35	62	85	141	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	8	14	24	42	57	94	—	—	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	43	78	128	223	305	506	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	30	55	90	157	214	355	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	20	37	60	105	144	239	—	—	—	—	—	—
	3.31	12	13	24	40	70	95	158	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	9	16	26	45	62	103	—	—	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	4	8	12	22	30	50	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	3	6	10	17	24	39	—	—	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-10 (a).
2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

**Tabla C-10(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit
Cédula 40 PVC y en tubo conduit HDPE**

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
THW, THW-2, THHW	8.37	8	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98	155	224
	13.3	6	1	3	5	9	12	20	28	44	59	76	119	173
	21.2	4	1	1	3	6	9	15	21	33	44	57	89	129
	26.7	2	1	1	2	5	6	11	15	24	32	42	66	95
	33.6	1	1	1	1	3	4	7	11	17	23	29	46	67
	42.4	1/0	0	1	1	3	4	6	9	15	20	25	40	58
	53.5	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	21	34	49
	67.4	3/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	42
	85.0	4/0	0	1	1	1	2	4	5	9	12	15	24	35
	107	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	27
	127	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10	16	24
	152	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	177	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	203	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	253	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	304	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	355	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7	11
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	2	4	7	13	17	29	41	64	86	111	175	253
	21.2	4	1	2	4	8	11	18	25	40	53	68	108	156
	26.7	2	1	1	3	5	8	13	18	28	38	49	77	112
	33.6	1	1	1	2	4	6	9	14	21	29	37	58	84
	42.4	1/0	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	49	72
	53.5	2/0	0	1	1	3	4	7	9	15	20	26	41	59
	67.4	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	17	22	34	50
	85.0	4/0	0	1	1	1	3	4	6	10	14	18	28	41
	107	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14	22	32
	127	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	28
	152	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10	17	24
	177	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	203	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	13	18
	253	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6	10	15
	304	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	355	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9

XHHW, XHHW-2	8.37	8	3	5	8	14	20	33	47	73	99	127	200	290
	13.3	6	1	4	6	11	15	25	35	55	73	94	149	215
	21.2	4	1	2	4	8	11	18	25	40	53	68	108	156
	26.7	2	1	1	3	5	8	13	18	28	38	49	77	112
	33.6	1	1	1	2	4	6	9	14	21	29	37	58	84
	42.4	1/0	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	49	72
	53.5	2/0	1	1	1	3	4	7	10	15	20	26	42	60
	67.4	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	17	22	34	50
	85.0	4/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	42
	107	250	0	0	1	1	1	4	5	8	11	14	23	33
	127	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	28
	152	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	177	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	203	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	13	18
	253	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6	10	15
	304	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	355	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-11.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit rígido de PVC, Tipo A

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
RHH, RHW, RHW-2	8.37	14	5	9	15	24	31	49	74	112	146	187
	13.3	12	4	7	12	20	26	41	61	93	121	155
	21.2	10	3	6	10	16	21	33	50	75	98	125
	26.7	8	1	3	5	8	11	17	26	39	51	65
	33.6	6	1	2	4	6	9	14	21	31	41	52
	42.4	4	1	1	3	5	7	11	16	24	32	41
	53.5	3	1	1	3	4	6	9	14	21	28	36
	67.4	2	1	1	2	4	5	8	12	18	24	31
	85.0	1	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	107	1/0	0	1	1	2	3	5	7	10	14	18
	127	2/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	152	3/0	0	1	1	1	1	3	5	8	10	13
	177	4/0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	11
	127	250	0	0	1	1	1	1	3	5	7	8
	152	300	0	0	1	1	1	1	3	4	6	7

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	203	400	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	253	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	1	3	3
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
TW	8.37	14	11	18	31	51	67	105	157	235	307	395
	13.3	12	8	14	24	39	51	80	120	181	236	303
	21.2	10	6	10	18	29	38	60	89	135	176	226
	26.7	8	3	6	10	16	21	33	50	75	98	125
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8.37	14	7	12	20	34	44	70	104	157	204	262
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	13.3	12	6	10	16	27	35	56	84	126	164	211
	21.2	10	4	8	13	21	28	44	65	98	128	165
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	26.7	8	2	4	8	12	16	26	39	59	77	98
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	33.6	6	1	3	6	9	13	20	30	45	59	75
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	21.2	4	1	2	4	7	9	15	22	33	44	56
	26.7	3	1	1	4	6	8	13	19	29	37	48
	33.6	2	1	1	3	5	7	11	16	24	32	41
	42.4	1	1	1	1	3	5	7	11	17	22	29
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	6	10	14	19	24
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	21
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	4	7	10	13	17
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	11	14
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	1	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
			(½)	(¾)	(1)	(1¼)	(1½)	(2)	(2½)	(3)	(3½)	(4)
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	16	27	44	73	96	150	225	338	441	566
	3.31	12	11	19	32	53	70	109	164	246	321	412
	5.26	10	7	12	20	33	44	69	103	155	202	260
	8.37	8	4	7	12	19	25	40	59	89	117	150
	13.3	6	3	5	8	14	18	28	43	64	84	108
	21.2	4	1	3	5	8	11	17	26	39	52	66
	26.7	3	1	2	4	7	9	15	22	33	44	56
	33.6	2	1	1	3	6	8	12	19	28	37	47
	42.4	1	1	1	2	4	6	9	14	21	27	35
	53.5	1/0	1	1	2	4	5	8	11	17	23	29
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	6	10	14	19	24
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	107	4/0	0	1	1	1	3	4	6	10	13	17
	127	250	0	1	1	1	2	3	5	8	10	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	1	1	1	1	3	4	6	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	15	26	43	70	93	146	218	327	427	549
	3.31	12	11	19	31	51	68	106	159	239	312	400
	5.26	10	8	13	22	37	48	76	114	171	224	287
	8.37	8	4	8	13	21	28	44	65	98	128	165
	13.3	6	3	5	9	15	20	31	46	70	91	117
	21.2	4	1	4	6	10	14	21	32	49	64	82
	26.7	3	1	3	5	8	11	18	27	40	53	68
	33.6	2	1	2	4	7	9	15	22	33	44	56

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	3	5	6	10	15	23	30	39
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	1	1	2	4	5	8	13	19	25	32
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27
	85.0	3/0	1	1	1	3	3	6	9	13	17	22
	107	4/0	0	1	1	2	3	5	7	11	14	18
Z	2.08	14	18	31	52	85	112	175	263	395	515	661
	3.31	12	13	22	37	60	79	124	186	280	365	469
	5.26	10	8	13	22	37	48	76	114	171	224	287
	8.37	8	5	8	14	23	30	48	72	108	141	181
	13.3	6	3	6	10	16	21	34	50	76	99	127
	21.2	4	2	4	7	11	15	23	35	52	68	88
	26.7	3	1	3	5	8	11	17	25	38	50	64
	33.6	2	1	2	4	7	9	14	21	32	41	53
	42.4	1	1	1	3	5	7	11	17	26	33	43
	2.08	14	11	18	31	51	67	105	157	235	307	395
	3.31	12	8	14	24	39	51	80	120	181	236	303
	5.26	10	6	10	18	29	38	60	89	135	176	226
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	8.37	8	3	6	10	16	21	33	50	75	98	125
	13.3	6	2	4	7	12	15	24	37	55	72	93
	21.2	4	1	3	5	8	11	18	26	40	52	67
	26.7	3	1	2	4	7	9	15	22	34	44	57
	33.6	2	1	1	3	6	8	12	19	28	37	48
	42.4	1	1	1	3	4	6	9	14	21	28	35
	53.5	1/0	1	1	2	4	5	8	12	18	23	30
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	6	10	15	19	25
XHH, XHHW, XHHW-2	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	107	4/0	0	1	1	1	3	4	7	10	13	17
	127	250	0	1	1	1	2	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
ALAMBRES PARA APARATOS												
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	10	18	30	48	64	100	—	—	—	—
	1.31	16	9	15	25	41	54	85	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	13	22	37	61	81	127	—	—	—	—
	1.31	16	11	18	31	51	67	105	—	—	—	—
	2.08	14	9	15	25	41	54	85	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	23	40	66	108	143	224	—	—	—	—
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	17	29	49	80	105	165	—	—	—	—
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	14	24	39	65	85	134	—	—	—	—
XF, XFF	2.08	14	11	18	31	51	67	105	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	28	47	79	128	169	265	—	—	—	—
	1.31	16	21	36	60	98	129	202	—	—	—	—
JPF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	26	45	74	122	160	251	—	—	—	—
	1.31	16	20	34	58	94	124	194	—	—	—	—
	2.08	14	15	26	43	70	93	146	—	—	—	—
JHF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	34	58	96	157	206	324	—	—	—	—
	1.31	16	25	42	71	116	152	239	—	—	—	—
	2.08	14	18	31	52	85	112	175	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	49	84	140	228	300	470	—	—	—	—
	1.31	16	35	59	98	160	211	331	—	—	—	—
	2.08	14	24	40	67	110	145	228	—	—	—	—
	3.31	12	16	28	46	76	100	157	—	—	—	—
	5.26	10	11	18	31	51	67	105	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	59	100	167	272	357	561	—	—	—	—
	1.31	16	41	70	117	191	251	394	—	—	—	—
	2.08	14	28	47	79	128	169	265	—	—	—	—
	3.31	12	18	31	52	85	112	175	—	—	—	—
	5.26	10	12	20	34	55	73	115	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	6	10	16	27	35	56	—	—	—	—
	5.26	10	4	8	13	21	28	44	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-11 (a).
2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-11(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit rígido de PVC, Tipo A

CONDUCTORES COMPACTOS												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
THW, THW-2, THHW	8.37	8	3	5	8	14	18	28	42	64	84	107
	13.3	6	2	4	6	10	14	22	33	49	65	83
	21.2	4	1	3	5	8	10	16	24	37	48	62
	26.7	2	1	1	3	6	7	12	18	27	36	46
	33.6	1	1	1	2	4	5	8	13	19	25	32
	42.4	1/0	1	1	1	3	4	7	11	16	21	28
	53.5	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	18	23
	67.4	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	15	20
	85.0	4/0	0	1	1	1	3	4	6	10	13	17
	107	250	0	1	1	1	1	3	5	8	10	13
	127	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	11
	152	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	177	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	500	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
	253	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	304	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	355	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	3	5	9	15	20	32	48	72	94	121
	21.2	4	1	3	6	9	12	20	30	45	58	75
	26.7	2	1	2	4	7	9	14	21	32	42	54
	33.6	1	1	1	3	5	7	10	16	24	31	40
	42.4	1/0	1	1	2	4	6	9	13	20	27	34
	53.5	2/0	1	1	1	3	5	7	11	17	22	28
	67.4	3/0	1	1	1	3	4	6	9	14	18	24
	85.0	4/0	0	1	1	2	3	5	8	11	15	19
	107	250	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	127	300	0	1	1	1	1	3	5	8	10	13
	152	350	0	0	1	1	1	3	4	7	9	11
	177	400	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	203	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9

CONDUCTORES COMPACTOS												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
	253	600	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	304	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	750	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	456	900	0	0	0	1	1	1	2	3	4	5
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
XHHW, XHHW-2	8.37	8	4	6	11	18	23	37	55	83	108	139
	13.3	6	3	5	8	13	17	27	41	62	80	103
	21.2	4	1	3	6	9	12	20	30	45	58	75
	26.7	2	1	2	4	7	9	14	21	32	42	54
	33.6	1	1	1	3	5	7	10	16	24	31	40
	42.4	1/0	1	1	2	4	6	9	13	20	27	34
	53.5	2/0	1	1	1	3	5	7	11	17	22	29
	67.4	3/0	1	1	1	3	4	6	9	14	18	24
	85.0	4/0	0	1	1	2	3	5	8	12	15	20
	107	250	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	127	300	0	1	1	1	1	3	5	8	10	13
	152	350	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	400	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	203	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	600	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	304	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	750	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	456	900	0	0	0	1	1	1	2	3	4	5
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-12.- Número máximo de conductores en tubo conduit de PVC, Tipo EB

CONDUCTORES								
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)					
	mm ²	AWG o kcmil	53 (2)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
RHH, RHW, RHW-2	8.37	14	53	119	155	197	303	430
	13.3	12	44	98	128	163	251	357
	21.2	10	35	79	104	132	203	288

CONDUCTORES								
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)					
	mm ²	AWG o kcmil	53 (2)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
	26.7	8	18	41	54	69	106	151
	33.6	6	15	33	43	55	85	121
	42.4	4	11	26	34	43	66	94
	53.5	3	10	23	30	38	58	83
	67.4	2	9	20	26	33	50	72
	85.0	1	6	13	17	21	33	47
	107	1/0	5	11	15	19	29	41
	127	2/0	4	10	13	16	25	36
	152	3/0	4	8	11	14	22	31
	177	4/0	3	7	9	12	18	26
	127	250	2	5	7	9	14	20
	152	300	1	5	6	8	12	17
	177	350	1	4	5	7	11	16
	203	400	1	4	5	6	10	14
	253	500	1	3	4	5	9	12
	304	600	1	3	3	4	7	10
	355	700	1	2	3	4	6	9
	380	750	1	2	3	4	6	9
	405	800	1	2	3	4	6	8
	456	900	1	1	2	3	5	7
	507	1000	1	1	2	3	5	7
	633	1250	1	1	1	2	3	5
	760	1500	0	1	1	1	3	4
	887	1750	0	1	1	1	3	4
	1013	2000	0	1	1	1	2	3
TW	8.37	14	111	250	327	415	638	907
	13.3	12	85	192	251	319	490	696
	21.2	10	63	143	187	238	365	519
	26.7	8	35	79	104	132	203	288
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8.37	14	74	166	217	276	424	603
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	13.3	12	59	134	175	222	341	485
	21.2	10	46	104	136	173	266	378

CONDUCTORES								
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)					
	mm ²	AWG o kcmil	53 (2)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	26.7	8	28	62	81	104	159	227
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	21	48	62	79	122	173
	21.2	4	16	36	46	59	91	129
	26.7	3	13	30	40	51	78	111
	33.6	2	11	26	34	43	66	94
	42.4	1	8	18	24	30	46	66
	53.5	1/0	7	15	20	26	40	56
	67.4	2/0	6	13	17	22	34	48
	85.0	3/0	5	11	14	18	28	40
	107	4/0	4	9	12	15	24	34
	127	250	3	7	10	12	19	27
	152	300	3	6	8	11	17	24
	177	350	2	6	7	9	15	21
	203	400	2	5	7	8	13	19
	253	500	1	4	5	7	11	16
	304	600	1	3	4	6	9	13
	355	700	1	3	4	5	8	11
	380	750	1	3	4	5	7	11
	405	800	1	3	3	4	7	10
	456	900	1	2	3	4	6	9
	507	1000	1	2	3	4	6	8
	633	1250	1	1	2	3	4	6
	760	1500	1	1	1	2	4	6
	887	1750	1	1	1	2	3	5
	1013	2000	0	1	1	1	3	4
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	159	359	468	595	915	1300
	3.31	12	116	262	342	434	667	948
	5.26	10	73	165	215	274	420	597
	8.37	8	42	95	124	158	242	344
	13.3	6	30	68	89	114	175	248
	21.2	4	19	42	55	70	107	153
	26.7	3	16	36	46	59	91	129
	33.6	2	13	30	39	50	76	109
	42.4	1	10	22	29	37	57	80

CONDUCTORES								
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)					
	mm ²	AWG o kcmil	53 (2)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
	53.5	1/0	8	18	24	31	48	68
	67.4	2/0	7	15	20	26	40	56
	85.0	3/0	5	13	17	21	33	47
	107	4/0	4	10	14	18	27	39
	127	250	4	8	11	14	22	31
	152	300	3	7	10	12	19	27
	177	350	3	6	8	11	17	24
	203	400	2	6	7	10	15	21
	253	500	1	5	6	8	12	18
	304	600	1	4	5	6	10	14
	355	700	1	3	4	6	9	12
	380	750	1	3	4	5	8	12
	405	800	1	3	4	5	8	11
	456	900	1	3	3	4	7	10
	507	1000	1	2	3	4	6	9
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	155	348	454	578	888	1261
	3.31	12	113	254	332	422	648	920
	5.26	10	81	182	238	302	465	660
	8.37	8	46	104	136	173	266	378
	13.3	6	33	74	97	123	189	269
	21.2	4	23	52	68	86	132	188
	26.7	3	19	43	56	72	110	157
	33.6	2	16	36	46	59	91	129
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	11	25	32	41	63	90
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	9	20	27	34	53	75
	67.4	2/0	7	17	22	28	43	62
	85.0	3/0	6	14	18	23	36	51
	107	4/0	5	11	15	19	29	42
Z	2.08	14	186	419	547	696	1069	1519
	3.31	12	132	297	388	494	759	1078
	5.26	10	81	182	238	302	465	660
	8.37	8	51	115	150	191	294	417
	13.3	6	36	81	105	134	206	293
	21.2	4	24	55	72	92	142	201
	26.7	3	18	40	53	67	104	147
	33.6	2	15	34	44	56	86	122
	42.4	1	12	27	36	45	70	99

CONDUCTORES								
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)					
	mm ²	AWG o kcmil	53 (2)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	111	250	327	415	638	907
	3.31	12	85	192	251	319	490	696
	5.26	10	63	143	187	238	365	519
	8.37	8	35	79	104	132	203	288
	13.3	6	26	59	77	98	150	213
	21.2	4	19	42	56	71	109	155
	26.7	3	16	36	47	60	92	131
	33.6	2	13	30	39	50	77	110
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	10	22	29	37	58	82
	53.5	1/0	8	19	25	31	48	69
	67.4	2/0	7	16	20	26	40	57
	85.0	3/0	6	13	17	22	33	47
	107	4/0	5	11	14	18	27	39
	127	250	4	9	11	15	22	32
	152	300	3	7	10	12	19	28
	177	350	3	6	9	11	17	24
	203	400	2	6	8	10	15	22
	253	500	1	5	6	8	12	18
	304	600	1	4	5	6	10	14
	355	700	1	3	4	6	9	12
	380	750	1	3	4	5	8	12
	405	800	1	3	4	5	8	11
	456	900	1	3	3	4	7	10
	507	1000	1	2	3	4	6	9
	633	1250	1	1	2	3	5	7
	760	1500	1	1	1	3	4	6
	887	1750	1	1	1	2	4	5
	1013	2000	0	1	1	1	3	5

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-12 (a).
2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-12(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit PVC, Tipo EB

CONDUCTORES COMPACTOS								
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)					
	mm ²	AWG o kcmil	53 (2)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
THW, THW-2, THHW	8.37	8	30	68	89	113	174	247
	13.3	6	23	52	69	87	134	191
	21.2	4	17	39	51	65	100	143
	26.7	2	13	29	38	48	74	105
	33.6	1	9	20	26	34	52	74
	42.4	1/0	8	17	23	29	45	64
	53.5	2/0	6	15	19	24	38	54
	67.4	3/0	5	12	16	21	32	46
	85.0	4/0	4	10	14	17	27	38
	107	250	3	8	11	14	21	30
	127	300	3	7	9	12	19	26
	152	350	3	6	8	11	17	24
	177	400	2	6	7	10	15	21
	203	500	1	5	6	8	12	18
	253	600	1	4	5	6	10	14
	304	700	1	3	4	6	9	13
	355	750	1	3	4	5	8	12
	456	900	1	3	4	5	7	10
	507	1000	1	2	3	4	7	9
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	34	77	100	128	196	279
	21.2	4	21	47	62	79	121	172
	26.7	2	15	34	44	57	87	124
	33.6	1	11	25	33	42	65	93
	42.4	1/0	9	22	28	36	56	79
	53.5	2/0	8	18	23	30	46	65
	67.4	3/0	6	15	20	25	38	55
	85.0	4/0	5	12	16	20	32	45
	107	250	4	10	13	16	25	35
	127	300	4	8	11	14	22	31
	152	350	3	7	9	12	19	27
	177	400	3	6	8	11	17	24
	203	500	2	5	7	9	14	20
	253	600	1	4	6	7	11	16
	304	700	1	4	5	6	10	14
	355	750	1	4	5	6	9	14
	456	900	1	3	4	5	7	10
	507	1000	1	3	3	4	7	10
XHHW, XHHW-2	8.37	8	39	88	115	146	225	320
	13.3	6	29	65	85	109	167	238
	21.2	4	21	47	62	79	121	172
	26.7	2	15	34	44	57	87	124
	33.6	1	11	25	33	42	65	93
	42.4	1/0	9	22	28	36	56	79
	53.5	2/0	8	18	24	30	47	67
	67.4	3/0	6	15	20	25	38	55
	85.0	4/0	5	12	16	21	32	46
	107	250	4	10	13	17	26	37
	127	300	4	8	11	14	22	31
	152	350	3	7	10	12	19	28
	177	400	3	7	9	11	17	25
	203	500	2	5	7	9	14	20
	253	600	1	4	6	7	11	16
	304	700	1	4	5	6	10	14
	355	750	1	3	5	6	9	13
	456	900	1	3	4	5	7	10
	507	1000	1	3	4	5	7	10

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

APÉNDICE D (informativo)**GRADOS DE PROTECCIÓN PROPORCIONADOS POR LOS ENVOLVENTES****D.1 Clasificación Norteamericana**

tipo 1: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado y para proporcionar un grado de protección contra la suciedad.

tipo 2: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, y para proporcionar un grado de protección contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos.

tipo 3: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y tolvanera; y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 3R: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 3S: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y tolvaneras; y en el cual el mecanismo externo sigue operable cuando se forman capas de hielo.

tipo 4: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, tolvaneras, salpicaduras de agua y chorro directo de agua y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 4X: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, tolvaneras, salpicaduras de agua, chorro directo de agua y corrosión y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 5: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, acumulación de polvo del ambiente, pelusa, fibras y partículas flotantes y contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos.

tipo 6: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, chorro directo de agua y la entrada de agua durante inmersión temporal ocasional a una profundidad limitada y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 6P: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, chorro directo de agua, corrosión y la entrada de agua durante inmersión prolongada a una profundidad limitada y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 12: envolventes (gabinetes) construidos (sin discos desprendibles) para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, el polvo del ambiente, pelusa, fibras, partículas flotantes, contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos; y contra salpicaduras ligeras y escurrimientos de aceite y refrigerantes no corrosivos.

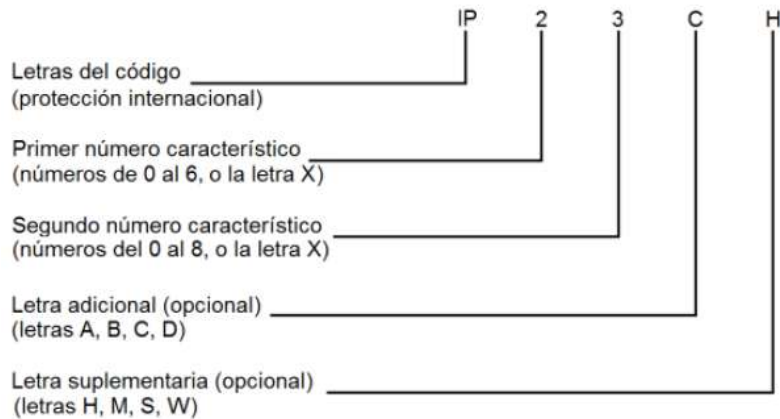
tipo 12K: envolventes (gabinetes) construidos (con discos desprendibles) para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, el polvo del ambiente, pelusa, fibras, partículas flotantes, contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos; y contra salpicaduras ligeras y escurrimientos de aceite y refrigerantes no corrosivos.

tipo 13: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, el polvo del ambiente, pelusa, fibras, partículas flotantes; y contra el rociado, salpicaduras y escurrimientos de agua, aceite y refrigerantes no corrosivos.

D.2 Clasificación IEC

código IP: un sistema codificado para indicar los grados de protección proporcionados por un envoltorio contra el acceso a partes peligrosas, ingreso de objetos extraños sólidos, ingreso de agua y para proporcionar información adicional en relación con dicha protección.

Distribución del código IP



D.2.1 Ejemplos del uso de letras en el código IP

Los ejemplos siguientes sirven para explicar el uso y arreglo de letras en el código IP.

IP44 - Sin letras, sin opciones;

IPX5 - Omitir el primer número característico;

IP2X - Omitir el segundo número característico;

IP20C - Usar letra adicional;

IPXXC - Omitir ambos números característicos, utilizar letra adicional;

IPX1C - Omitir el primer número característico, utilizar letra adicional;

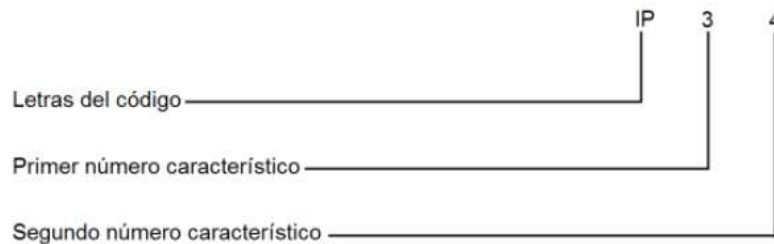
IP3XD - Omitir el segundo número característico, utilizar letra adicional;

IP23S - Utilizar letra suplementaria;

IP21CM - Utilizar letra adicional y letra suplementaria;

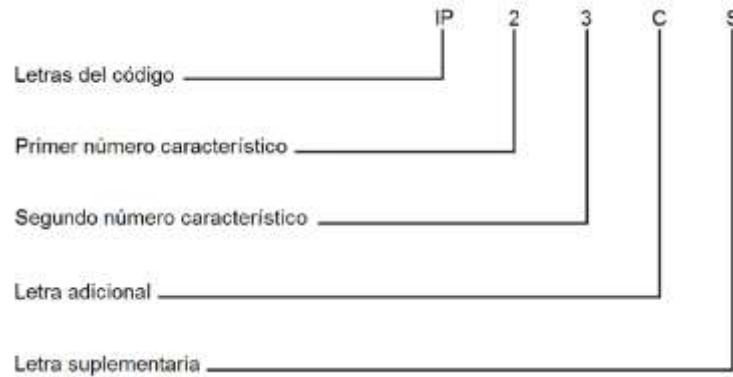
IPX5/IPX7 - Dando dos diferentes grados de protección por un envoltorio contra chorros de agua e inmersión temporal para aplicación "dual".

D.2.2 Código IP que no utiliza letras opcionales



Un envoltorio con esta designación (código IP)

- (3) - protege a personas que manejan herramientas con un diámetro de 2.5 milímetros y mayor, contra el acceso a partes peligrosas;
 - protege al equipo dentro del envoltorio contra el ingreso de objetos extraños sólidos que tienen un diámetro de 2.5 milímetros y mayor;
- (4) - protege al equipo dentro del envoltorio contra efectos perjudiciales debidos a las salpicaduras de agua contra el envoltorio desde cualquier dirección.

D.2.3 Código IP que utiliza letras opcionales

Un envoltente con esta designación (código IP)

- (2) - protege a las personas contra el acceso a partes peligrosas con los dedos;
 - protege el equipo dentro del envoltente contra el ingreso de objetos extraños sólidos que tienen un diámetro mayor o igual que 12.5 milímetros;
- (3) - protege el equipo dentro del envoltente contra efectos perjudiciales ocasionados por el rocío de agua contra el envoltente;
- (C) - protege contra el acceso a partes peligrosas a personas que manejan herramientas, con un diámetro mayor o igual que 2.5 milímetros y una longitud que no excede de 100 milímetros (la herramienta puede penetrar en el envoltente a toda su longitud):
- (S) - se prueba para la protección contra efectos perjudiciales ocasionados por el ingreso de agua cuando todas las partes del equipo están estacionarias.

Tabla 1.- Grados de protección contra el acceso a partes peligrosas indicados por el primer número característico

Primer número característico	Grado de protección	
	Descripción breve	Definición
0	No protegido	-
1	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con el dorso de la mano	La sonda de acceso, esfera de 50 mm de diámetro debe tener una distancia adecuada de las partes peligrosas
2	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un dedo	El dedo de prueba articulado de 12 mm de diámetro y 80 mm de longitud, debe tener una distancia adecuada de las partes peligrosas
3	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con una herramienta	La sonda de acceso de 2.5 mm de diámetro no debe penetrar
4	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre	La sonda de acceso de 1.0 mm de diámetro no debe penetrar
5	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre	La sonda de acceso de 1.0 mm de diámetro no debe penetrar
6	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre	La sonda de acceso de 1.0 mm de diámetro no debe penetrar

1 En el caso de los primeros números característicos 3, 4, 5 y 6, la protección contra el acceso a partes peligrosas se satisface si se guarda una distancia adecuada. La distancia adecuada debe estar especificada por la norma específica de producto, de acuerdo con 12.3.

2 Debido al requisito simultáneo especificado en la tabla 2, el término "no debe penetrar" se considera en la columna de definiciones de la tabla 1.

Tabla 3.- Grados de protección contra agua indicados por el segundo número característico

Segundo número característico	Grado de protección	
	Descripción breve	Definición
0	No protegido	-
1	Protegido contra la caída vertical de gotas de agua	La caída vertical de gotas no debe tener efectos perjudiciales
2	Protegido contra la caída vertical de gotas de agua cuando el envoltente se inclina hasta 15°	La caída vertical de gotas no debe tener efectos perjudiciales cuando el envoltente se inclina en cualquier ángulo hasta 15° en cada lado de la vertical
3	Protegido contra el rocío de agua	El rocío de agua en un ángulo de hasta 60° en cada lado de la vertical no debe tener efectos perjudiciales
4	Protegido contra la salpicadura de agua	La salpicadura de agua contra el envoltente en cualquier dirección no debe tener efectos perjudiciales
5	Protegido contra chorros de agua	El agua proyectada en chorros contra el envoltente en cualquier dirección no debe tener efectos perjudiciales
6	Protegido contra chorros fuertes de agua	El agua proyectada en chorros fuertes de agua contra el envoltente en cualquier dirección no debe tener efectos perjudiciales
7	Protegido contra los efectos de la inmersión temporal en agua	No se permite el ingreso de agua en cantidades que causen efectos perjudiciales cuando el envoltente es sumergido temporalmente en agua, bajo condiciones normalizadas de presión y tiempo
8	Protegido contra los efectos de la inmersión continua en agua	No se permite el ingreso de agua en cantidades que causen efectos perjudiciales cuando el envoltente es sumergido continuamente en agua, bajo condiciones más severas que las indicadas en el número 7

APÉNDICE E (Informativo)**DOCUMENTOS SECTOR SALUD**

Este apéndice no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM, se incluye únicamente con propósitos informativos.

Norma	Título	Artículo
NOM-016-SSA3-2012	Que establece las características mínimas de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada.	517
NOM-005-SSA3-2010	Que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de establecimientos para la atención médica de paciente ambulatorios	517

Proyecto NOM-005-SSA3-2016	Que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de establecimientos para la atención médica de paciente ambulatorios	517
NOM-025-SSA3-2010	Para la organización y funcionamiento de las unidades de cuidados intensivos	517
NOM-006-SSA3-2011	Para la práctica de la anestesiología	517
NOM-229-SSA1-2002	Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X	517
NOM-003-SSA3-2010	Para la Práctica de la hemodiálisis	517
NOM-027-SSA3-2013	Regulación de los servicios de salud. Que establece los criterios de funcionamiento y atención en los servicios de urgencias de los establecimientos para la atención médica	517
NOM-022-STPS-2015	Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de Seguridad	517
NOM-029-STPS-2011	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de Seguridad	517
NFPA 70-2017	National Electrical Code 2017 edition	517
NFPA 99-2015	Health Care Facilities Code 2015 edition	517
NFPA 110-2013	Standard for Emergency and Standby Power Systems 2013 edition	517
NFPA 101-2015	Life Safety Code 2015 edition	517
NFPA 20-2016	Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection 2016 edition	517
IEEE STD 602-2007	Recommended Practice for Electrical Systems in Health Care Facilities (White Book) 2007 edition	517
UL 1047	Isolated Power Systems	517
UL 1022	Standard for Safety. Line Isolation Monitors	517
UL 506	Standard for Specialty Transformers	517
UL 60601-1	Standard for Safety Medical Electrical Equipment	517
IEC/UL 62353 - 2014	Medical electrical equipment-Recurrent test and test after repair of medical electrical equipment 2014	517

Ciudad de México, a 9 de julio de 2018.- El Director General de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica y Vinculación Social y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, **Edmundo Gil Borja**.- Rúbrica.

