**Fuente :**Diario Oficial de La Federación **Fecha de Publicacion :**27 de Septiembre de 1999

**NOM-001-SEDE-1999**
**NORMA OFICIAL MEXICANA , INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN)**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.

,APROBADA EN LA CUARTA REUNIÓN ORDINARIA DEL COMITÉ CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CELEBRADA EL 20 DE ABRIL DE 1999.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Dirección General de Gas L.P y de Instalaciones Eléctricas, con fundamento en los artículos 33 fracción IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracciones II y III, 40 fracciones VIII, X y XIII, 47 fracción IV, 51 y 53 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 34 y 40 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, así como 12 Bis del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, expide y publica la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización), aprobada por unanimidad por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, en su cuarta sesión ordinaria del 20 de abril de 1999.

Se cancela la NOM-001-SEMP-1994, "Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica", publicada el 10 de octubre de 1994 en el **Diario Oficial de la Federación**.

**CONSIDERANDOS**

**Primero.-** Que con fecha 22 de diciembre 1997, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas publicó en el **Diario Oficial de la Federación**, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1997, "Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica", a efecto de recibir comentarios de los interesados;

**Segundo.-** Que una vez transcurrido el término de 90 días a que se refería el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para recibir los comentarios que se mencionan en el considerando inmediato anterior, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, estudió los comentarios recibidos y, en su caso, modificó el proyecto de norma en cita;

**Tercero.-** Que con fecha 19 de abril de 1999, la Secretaría de Energía ordenó la publicación en el **Diario Oficial de la Federación** de las respuestas a los comentarios recibidos de los interesados;

**Cuarto.-** Que para los efectos de la aprobación a que se refiere el artículo 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas consideró conveniente modificar la denominación y clave del proyecto de norma, haciéndolo más preciso y sencillo, toda vez que no repercute en el contenido de dicho proyecto, y

**Quinto.-** Que de lo expuesto en los considerandos anteriores se concluye que se ha dado cumplimiento con el procedimiento que señalan los artículos 38, 44, 45,46 y 47 y demás relativos a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

**Sexto.-** Que en atención a la necesidad de contar con el instrumento normativo que regule las instalaciones eléctricas de utilización en forma permanente para salvaguardar la seguridad de los usuarios y sus pertenencias, se ha tenido a bien expedir la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización).

**PREFACIO**

La presente Norma Oficial Mexicana fue armonizada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas (CCNNIE) con el apoyo del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM) y de la Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico (ANCE), bajo la coordinación de la Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas de la Secretaría de Energía, y consultando trabajos, propuestas, comentarios y colaboraciones de las siguientes instituciones miembros del CCNNIE:

- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, SECOFI
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social, STPS
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, CONAE
- Comisión Federal de Electricidad, CFE
- Petróleos Mexicanos, PEMEX
- Instituto Mexicano del Seguro Social, IMSS
- Luz y Fuerza del Centro, LyFC
- Instituto de Investigaciones Eléctricas, IIE
- Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico, PAESE
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, FIDE
- Asociación de Ingenieros Universitarios Mecánicos Electricistas, AIUME
- Asociación Mexicana de Directores Responsables de Obra y Corresponsables, AMDROC
- Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción, AMERIC
- Asociación Mexicana de Ingenieros Mecánicos Electricistas, AMIME
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, CMIC
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas, CANAME
- Colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas, CIME
- Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, CONCAMIN
- Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos y Electricistas de la República Mexicana, FECIME

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 26 de abril de 1999.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, **Francisco Rodríguez Ruiz**.- Rúbrica.

**ÍNDICE**

Introducción
TÍTULO 1 Objetivo
TÍTULO 2 Campo de aplicación
TÍTULO 3 Referencias
TÍTULO 4 Especificaciones (Capítulos 1 al 10 y Apéndices A, B y C)
TÍTULO 5 Lineamientos para la aplicación de las especificaciones de la NOM
TÍTULO 6 Vigilancia
TÍTULO 7 Concordancia con normas internacionales
TÍTULO 8 Bibliografía
TRANSITORIOS

**Introducción**

La presente norma oficial mexicana de instalaciones eléctricas, en adelante NOM, cuyo proyecto fue publicado el 22 de diciembre de 1997, en el **Diario Oficial de la Federación** toma en cuenta los comentarios recibidos que fueron analizados y aceptados por el CCNNIE así como las opiniones y aportaciones de las instituciones y diversas organizaciones.

La estructura de la NOM responde a las necesidades técnicas que requieren la utilización de 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 más específica comprensión. Lo que hará más fácilmente atendible sus disposiciones.

Se ha apegado el uso de las unidades al Sistema General de Unidades de Medida, único legal y de uso obligatorio en los Estados Unidos Mexicanos, con las excepciones y consideraciones permitidas en la NOM-008-SCFI vigente.

En la sección 5 “Lineamientos para la aplicación de las especificaciones de la NOM”, se establece la metodología para la apropiada aplicación de las disposiciones establecidas y una guía general para su interpretación formal.

**TÍTULO 1 - Objetivo**

El objetivo de esta NOM es establecer las disposiciones y especificaciones 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 protección contra choque eléctrico, efectos térmicos, sobrecorrientes, corrientes de falla, sobretensiones, fenómenos atmosféricos e incendios, entre otros. El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta NOM garantizará el uso de la energía eléctrica en forma segura.

**TÍTULO 2 - Campo de aplicación**

Esta NOM cubre a las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica en:

**a)** Propiedades industriales, comerciales, residenciales y de vivienda, institucionales, cualquiera que sea su uso, públicas y privadas, y en cualquiera de los niveles de tensiones eléctricas de operación, incluyendo las utilizadas para el equipo eléctrico conectado por los usuarios. Instalaciones en edificios utilizados por las empresas suministradoras, tales como edificios de oficinas, almacenes, estacionamientos, talleres mecánicos y edificios para fines de recreación.

**b)** Casas móviles, vehículos de recreo, edificios flotantes, ferias, circos y exposiciones, estacionamientos, talleres de servicio automotriz, estaciones de servicio, lugares de reunión, teatros, salas y estudios de cinematografía, hangares de aviación, clínicas y hospitales, construcciones agrícolas, marinas y muelles, entre otros.

**c)** Plantas generadoras de emergencia o de reserva propiedad de los usuarios.

**d)** Subestaciones, líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicaciones e instalaciones subterráneas.

**e)** Cualesquiera otras instalaciones que tengan por finalidad el uso de la energía eléctrica.

*Excepción: Esta NOM no se aplica en:*

***1)*** *Instalaciones eléctricas en barcos y embarcaciones.*

***2)*** *Instalaciones eléctricas para unidades de transporte público eléctrico, aeronaves o vehículos automotrices.*

***3)*** *Instalaciones eléctricas del sistema de transporte público eléctrico para la generación, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica utilizada exclusivamente para la operación de equipo rodante, o instalaciones usadas exclusivamente para propósitos de señalización y comunicación.*

***4)*** *Instalaciones eléctricas en minas y maquinaria móvil autopropulsada para las mismas.*

***5)*** *Instalaciones de equipo de comunicaciones que esté bajo el control exclusivo de empresas de servicio público de comunicaciones.*

**TÍTULO 3 - Referencias**

*Para la correcta aplicación de esta NOM es necesario consultar los siguientes documentos vigentes:*

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento
- NOM-008-SCFI, Sistema General de Unidades de Medida
- NOM-024-SCFI, Información comercial - aparatos electrónicos, eléctricos y electrodomésticos - Instructivos

y garantías para los productos de fabricación nacional e importada

- NOM-050-SCFI, Información comercial - Información comercial del envase o su etiqueta que deberán ostentar los productos de fabricación nacional y extranjera
- NMX-J-098, Sistemas eléctricos de potencia - Suministro - Tensiones eléctricas normalizadas

**TÍTULO 4 - Especificaciones**

**ÍNDICE**

**4.1 DISPOSICIONES GENERALES**

**100 DEFINICIONES**

A. Definiciones generales
B. Definiciones generales para instalaciones de tensión eléctrica nominal superior a 600 V

**110 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

A. Disposiciones generales
B. Más de 600 V nominales

**4.2 ALAMBRADO Y PROTECCIÓN**

**200 USO E IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES PUESTOS A TIERRA**

**210 CIRCUITOS DERIVADOS**

A. Disposiciones generales
B. Clasificación de los circuitos derivados
C. Salidas necesarias

**215 ALIMENTADORES**

**220 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS**

A. Disposiciones generales
B. Alimentadores y acometidas
C. Cálculos opcionales para las cargas de alimentadores y acometidas
D. Método de cálculo de cargas en instalaciones agrícolas

**225 CIRCUITOS ALIMENTADORES Y DERIVADOS EN EXTERIORES**

**230 ACOMETIDAS**

A. Disposiciones generales
B. Conductores de acometida aérea
C. Acometidas subterráneas
D. Conductores de entrada de acometida
E. Equipo de acometida - Disposiciones generales
F. Equipo de acometida - Medios de desconexión
G. Equipo de acometida - Protección contra sobrecorriente
H. Acometidas de más de 600 V nominales

**240 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE**

A. Disposiciones generales
B. Localización
C. Envolventes
D. Desconexión y resguardo
E. Fusibles a presión, portafusibles y adaptadores
F. Fusibles y portafusibles de cartucho
G. Interruptores automáticos de circuito
H. Protección contra sobrecorriente a mas de 600 V nominales

**250 PUESTA A TIERRA**

A. Disposiciones generales
B. Puesta a tierra de circuitos y sistemas eléctricos
C. Ubicación de las conexiones de puesta a tierra de los sistemas
D. Puesta a tierra de envolventes y canalizaciones
E. Puesta a tierra de los equipos
F. Métodos de puesta a tierra
G. Puentes de unión
H. Sistema de electrodos de puesta a tierra
I. Conductores del electrodo de puesta a tierra
J. Conexiones de los conductores de puesta a tierra
K. Transformadores de instrumentos, relés, etcétera
L. Puesta a tierra de sistemas y circuitos de alta tensión (600 V o más)

**280 APARTARRAYOS**

A. Disposiciones generales
B. Instalación de los apartarrayos
C. Conexión de los apartarrayos

**4.3 MÉTODOS DE ALAMBRADO Y MATERIALES**

**300 MÉTODOS DE ALAMBRADO**

A. Disposiciones generales
B. Requisitos para tensiones eléctricas nominales mayores a 600 V.

**305 INSTALACIONES PROVISIONALES**

**310 CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL**

**318 SOPORTES TIPO CHAROLA PARA CABLES**

**320 ALAMBRADO VISIBLE SOBRE AISLADORES**

**321 ALAMBRADO SOPORTADO POR UN MENSAJERO**

**324 ALAMBRADO OCULTO SOBRE AISLADORES**

**325 CABLES CON SEPARADOR INTEGRADO DE GAS (Tipo IGS)**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Especificaciones de construcción

**326 CABLES DE MEDIA TENSIÓN (TIPO MV)**

**328 CABLE PLANO TIPO FCC**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Especificaciones de construcción

**330 CABLE CON AISLAMIENTO MINERAL Y CUBIERTA METÁLICA, TIPO MI**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Especificaciones de construcción

**331 TUBO *(CONDUIT)* NO-METÁLICO**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Especificaciones de construcción

**332 TUBO *(CONDUIT)* DE POLIETILENO**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Especificaciones de construcción

**333 CABLE ARMADO TIPO AC**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Especificaciones de construcción

**334 CABLE CON ARMADURA METÁLICA TIPO MC**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Especificaciones de construcción

**336 CABLES CON CUBIERTA TERMOPLÁSTICA (TIPOS NM, NMC Y NMS)**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Especificaciones de construcción

**338 CABLE DE ENTRADA DE ACOMETIDA**

**339 CABLES SUBTERRÁNEOS PARA ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS TIPO UF**

**340 CABLES DE ENERGÍA Y CONTROL TIPO TC PARA USO EN SOPORTES TIPO CHAROLA**

**342 EXTENSIONES NO-METÁLICAS**

**343 TUBO *(CONDUIT)* NO-METÁLICO CON CABLES PREENSAMBLADOS PARA USOS SUBTERRÁNEOS**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Especificaciones de construcción

**345 TUBO *(CONDUIT)* METÁLICO TIPO SEMIPESADO**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Especificaciones de construcción

**346 TUBO *(CONDUIT)* METÁLICO TIPO PESADO**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Especificaciones de construcción

**347 TUBO *(CONDUIT)* RÍGIDO NO-METÁLICO**

A. Disposiciones generales
B. Instalación

C. Especificaciones de construcción

**348 TUBO *(CONDUIT)* METÁLICO TIPO LIGERO**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Especificaciones de construcción

**349 TUBO *(CONDUIT)* METÁLICO FLEXIBLE TIPO LIGERO**

A. Disposiciones generales
B. Construcción e instalación

**350 TUBO *(CONDUIT)* METÁLICO FLEXIBLE**

A. Disposiciones generales
B. Instalación

**351 TUBO *(CONDUIT)* FLEXIBLE HERMÉTICO A LOS LÍQUIDOS METÁLICO Y NO METÁLICO**

A. Tubo *(Conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos
B. Tubo *(Conduit)* no-metálico flexible y hermético a los líquidos

**352 CANALIZACIONES SUPERFICIALES METÁLICAS Y NO-METÁLICAS**

A. Canalizaciones superficiales metálicas
B. Canalizaciones superficiales no-metálicas
C. Canal tipo extruído

**353 ENSAMBLE DE RECEPTÁCULOS MÚLTIPLES**

**354 CANALIZACIONES BAJO EL PISO**

**356 CANALIZACIONES EN PISOS METÁLICOS CELULARES**

A. Instalación
B. Especificaciones de construcción

**358 CANALIZACIONES EN PISOS DE CONCRETO CELULAR**

**362 DUCTOS METÁLICOS Y NO-METÁLICOS CON TAPA**

A. Ductos metálicos
B. Ductos no-metálicos

**363 CABLES PLANOS TIPO FC**

**364 DUCTOS CON BARRAS (ELECTRODUCTOS)**

A. Disposiciones generales
B. Requisitos para tensión eléctrica mayor a 600 V nominales

**365 CANALIZACIONES PREALAMBRADAS**

**370 SALIDAS, DISPOSITIVOS, CAJAS DE JALADO Y DE EMPALMES, CAJAS DE PASO Y ACCESORIOS**

A. Alcance y disposiciones generales
B. Instalación
C. Especificaciones de construcción
D. Cajas de empalmes y de paso utilizadas en instalaciones de más de 600 V nominales

**373 GABINETES, CAJAS PARA CORTACIRCUITOS Y BASES PARA MEDIDORES**

A. Instalación
B. Especificaciones de construcción

**374 CANALES AUXILIARES**

**380 DESCONECTADORES**

A. Instalación
B. Especificaciones de construcción

**384 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y PÁNELES DE ALUMBRADO Y CONTROL**

A. Disposiciones generales
B. Tableros de distribución
C. Paneles de alumbrado y control
D. Especificaciones de construcción

**4.4 EQUIPOS DE USO GENERAL**

**400 CABLES Y CORDONES FLEXIBLES**

A. Disposiciones generales
B. Especificaciones de construcción
C. Cables portátiles de tensión eléctrica nominal mayor a 600 V

**402 CABLES DE APARATOS ELÉCTRICOS**

**410 LUMINARIAS, PORTALÁMPARAS, LÁMPARAS Y RECEPTÁCULOS**

A. Disposiciones generales
B. Localización del equipo
C. Cajas de salida, tapas y cubiertas ornamentales para luminarias
D. Soportes de luminarias
E. Puesta a tierra

F. Alambrado de las luminarias
G. Construcción de las luminarias
H. Instalación de portalámparas
I. Construcción de los portalámparas
J. Lámparas y equipos auxiliares
K. Receptáculos, cordones de conexión y clavijas
L. Disposiciones especiales para luminarias montadas en cavidades o empotradas
M. Requisitos de construcción de luminarias tipo empotrar montaje rasante
N. Disposiciones especiales para sistemas de iluminación de descarga de 1000 V o menos
O. Disposiciones especiales para luminarias de descarga eléctrica de más de 1000 V
P. Rieles de iluminación

**411 SISTEMAS DE ALUMBRADO QUE FUNCIONAN A 30 V O MENOS**

**422 APARATOS ELÉCTRICOS**

A. Disposiciones generales
B. Requisitos de los circuitos derivados
C. Instalación de los aparatos eléctricos
D. Control y protección de los aparatos eléctricos
E. Marcado de los aparatos eléctricos

**424 EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA CALEFACCIÓN DE AMBIENTE**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Control y protección de equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente
D. Marcado del equipo de calefacción
E. Cables eléctricos calentadores de ambiente
F. Calentadores de ductos
G. Calderas tipo de resistencias
H. Calderas tipo con electrodos
I. Paneles eléctricos calentadores de radiación y conjuntos de paneles calentadores

**426 EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA DESCONGELAR Y DERRETIR NIEVE**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Elementos de calefacción por resistencia
D. Calentamiento por impedancia
E. Calentamiento por efecto superficial
F. Control y protección

**427 EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA CALENTAMIENTO DE TUBERÍAS PARA LÍQUIDOS Y RECIPIENTES**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Elementos de calentamiento por resistencia
D. Calentamiento por impedancia
E. Calentamiento por inducción
F. Calentamiento por efecto superficial
G. Control y protección

**430 MOTORES, CIRCUITOS DE MOTORES Y SUS CONTROLADORES**

A. Disposiciones generales
B. Conductores para circuitos de motores
C. Protección de sobrecarga de los motores y de sus circuitos derivados
D. Protección de circuitos derivados para motores contra cortocircuitos y fallas a tierra
E. Protección de alimentadores para motores contra cortocircuito y fallas a tierra
F. Circuitos de control de motores
G. Controladores de motores
H. Centros de control de motores (CCM)
I. Medios de desconexión
J. Motores que operan a más de 600 V nominales
K. Protección de las partes vivas para todas las tensiones eléctricas
L. Puesta a tierra para todas las tensiones eléctricas
M. Tablas

**440 EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACIÓN**

A. Disposiciones generales

B. Medios de desconexión
C. Protección de los circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra
D. Conductores del circuito derivado
E. Controladores para motores de compresor
F. Protección contra sobrecarga de motores - compresores y de los circuitos derivados
G. Requisitos para acondicionadores de aire para habitación

**GENERADORES**

**450 TRANSFORMADORES Y BÓVEDAS DE TRANSFORMADORES**

A. Disposiciones generales
B. Disposiciones específicas aplicables a los diferentes tipos de transformadores
C. Bóvedas de transformadores

**455 CONVERTIDORES DE FASE**

A. Disposiciones generales
B. Especificaciones aplicables a diferentes tipos de convertidores de fases

**460 CAPACITORES**

A. Tensión eléctrica nominal de 600 V y menos
B. Tensión eléctrica nominal mayor a 600 V

**470 RESISTENCIAS Y REACTORES**

A. Tensión eléctrica nominal 600 V y menos
B. Tensión eléctrica nominal mayor a 600 V

**480 ACUMULADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA (BATERÍA)**

**4.5 AMBIENTES ESPECIALES**

**500 ÁREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS)**

**501 ÁREAS CLASE I**

**502 ÁREAS CLASE II**

**503 ÁREAS CLASE III**

**504 SISTEMAS INTRÍNSECAMENTE SEGUROS**

**505 ÁREAS CLASE I, ZONAS 0, 1 Y 2**

**510 ÁREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS) - ESPECÍFICAS**

**511 TALLERES DE SERVICIO, DE REPARACIÓN Y ESTACIONAMIENTOS PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES**

**513 HANGARES DE AVIACIÓN**

**514 SURTIDORES (DISPENSARIOS) Y ESTACIONES DE SERVICIO Y AUTOCONSUMO**

**515 PLANTAS DE ALMACENAMIENTO**

**516 PROCESOS ACABADO**

**517 INSTALACIONES EN LUGARES DE ATENCIÓN DE LA SALUD**

A Disposiciones generales
B Alambrado y protección
C Sistema eléctrico esencial
D Locales para anestesia por inhalación
E Instalaciones para rayos X
F Sistemas de comunicaciones, señales, de información, de señalización de protección contra incendio y para tensiones eléctricas menores a 127 V
G Sistemas de energía aislados

**518 LUGARES DE REUNIÓN**

**520 TEATROS, ÁREAS DE AUDIENCIA EN CINES Y ESTUDIOS DE TELEVISIÓN Y LUGARES SIMILARES**

A. Disposiciones generales
B. Tableros de distribución para escenarios fijos
C. Equipo fijo para escenarios
D. Tableros portátiles en el escenario
E. Equipo portátil del escenario
F. Camerinos
G. Puesta a tierra

**525 CARNAVALES, CIRCOS, FERIAS Y EVENTOS SIMILARES**

A. Disposiciones generales
B. Instalación
C. Puesta a tierra y puenteo
D. Medios de desconexión

**530 ESTUDIOS DE CINE, TELEVISIÓN Y LUGARES SIMILARES**

A. Disposiciones generales

B. Escenario o estudio
C. Camerinos
D. Mesas de presentación, corte y montaje
E. Bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa
F. Subestaciones
G. Sistemas derivados separados de 60 V a tierra

**540 PROYECTORES DE CINE**

A. Disposiciones generales
B. Definiciones
C. Equipos y proyectores tipo profesional
D. Proyectores no-profesionales
E. Equipos de grabación y reproducción de sonido

**545 INMUEBLES PREFABRICADOS**

**547 CONSTRUCCIONES AGRÍCOLAS**

**550 CASAS MÓVILES, CASAS PREFABRICADAS Y SUS ESTACIONAMIENTOS**

A. Disposiciones generales
B. Casas móviles
C. Acometidas y alimentadores

**551 VEHÍCULOS DE RECREO Y SUS ESTACIONAMIENTOS**

A. Disposiciones generales
B. Sistemas de baja tensión
C. Sistemas eléctricos combinados
D. Otras fuentes de energía
E. Sistemas de 120 o 127 V o 120/240 V o 220Y/127 V nominales
F. Pruebas en fábrica
G. Estacionamientos de los vehículos de recreo

**552 REMOLQUES**

A. Disposiciones generales
B. Sistemas de baja tensión
C. Sistemas eléctricos combinados
D. Sistemas de 120 o 127 V o 120/240 V o 220Y/127 V nominales
E. Pruebas en fábrica

**553 CONSTRUCCIONES FLOTANTES**

A. Disposiciones generales
B. Acometidas y alimentadores
C. Puesta a tierra

**555 MARINAS Y MUELLES**

**4.6 EQUIPOS ESPECIALES**

**600 ANUNCIOS LUMINOSOS Y ALUMBRADO REALCE**

A. Disposiciones generales
B. Anuncios luminosos y alumbrado de realce de 1000 V o menos
C. Anuncios luminosos y alumbrado de realce de más de 1000 V

**604 SISTEMAS DE CABLEADO PREFABRICADOS**

**605 INSTALACIONES EN OFICINAS**

**610 GRUAS Y POLIPASTOS**

A. Disposiciones generales
B. Instalación eléctrica
C. Conductores de contacto
D. Medios de desconexión
E. Protección contra sobrecorriente
F. Control
G. Puesta a tierra

**620 ELEVADORES, MONTACARGAS, ESCALERAS ELÉCTRICAS Y PASILLOS MÓVILES, ESCALERAS Y ELEVADORES PARA SILLAS DE RUEDAS**

A. Disposiciones generales
B. Conductores
C. Instalación eléctrica
D. Instalación de conductores
E. Cables móviles
F. Medio de desconexión y control
G. Protección contra sobrecorriente
H. Cuarto de máquinas

I. Puesta a tierra
J. Sistemas de energía en emergencia y de reserva

**630 MÁQUINAS DE SOLDAR ELÉCTRICAS**
A. Disposiciones generales
B. Máquinas de soldar de arco tipo transformador de c.a. y de rectificador de c.c.
C. Máquinas de soldar de arco tipo Motor-Generador
D. Máquinas de soldar por resistencia
E. Cable para soldar

**640 EQUIPOS DE GRABACIÓN DE SONIDO Y SIMILARES**

**645 EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y DE CÓMPUTO ELECTRÓNICO**

**650 ÓRGANOS TUBULARES**

**660 EQUIPOS DE RAYOS X**
A. Disposiciones generales
B. Control
C. Transformadores y capacitores
D. Resguardos y puesta a tierra

**665 EQUIPOS DE CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN Y POR PÉRDIDAS DIELÉCTRICAS**
A. Disposiciones generales
B. Protección e interconexión a tierra
C. Equipo Motor-Generador
D. Equipo distinto del Motor-Generador

**668 CELDAS ELECTROLÍTICAS**

**669 GALVANOPLASTIA**

**670 MAQUINARIA INDUSTRIAL**

**675 MÁQUINAS DE RIEGO OPERADAS O CONTROLADAS ELÉCTRICAMENTE**
A. Disposiciones generales
B. Máquinas de riego con pivote central

**680 ALBERCAS, FUENTES E INSTALACIONES SIMILARES**
A. Disposiciones generales
B. Albercas de instalación permanente
C. Albercas desmontables
D. Fuentes de aguas termales y bañeras térmicas
E. Fuentes
F. Albercas y bañeras para uso terapéutico
G. Bañeras de hidromasaje

**685 SISTEMAS ELÉCTRICOS INTEGRADOS**
A. Disposiciones generales
B. Interrupción programada

**690 SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS**
A. Disposiciones generales
B. Requisitos para los circuitos
C. Medios de desconexión
D. Métodos de alambrado
E. Puesta a Tierra
F. Marcado
G. Interconexión a otras fuentes de energía
H. Baterías de acumuladores

**695 BOMBAS CONTRA INCENDIOS**

**4.7 CONDICIONES ESPECIALES**

**700 SISTEMAS DE EMERGENCIA**
A. Disposiciones generales
B. Alambrado de circuitos
C. Fuentes de alimentación
D. Circuitos de emergencia para alumbrado y fuerza
E. Control de los circuitos del alumbrado de emergencia
F. Protección contra sobrecorriente

**701 SISTEMAS DE RESERVA REQUERIDOS LEGALMENTE**
A. Disposiciones generales
B. Alambrado de circuitos
C. Fuentes de alimentación
D. Protección contra sobrecorriente

**702 SISTEMAS DE RESERVA OPCIONALES**

A. Disposiciones generales
B. Alambrado de circuitos

**705 FUENTES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA INTERCONECTADA**

**706 ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN EN LUGARES DE REUNIÓN**

**707 INSTALACIONES CON TENSIONES ELÉCTRICAS NOMINALES MAYORES DE 600 V**

A. Disposiciones generales
B. Disposiciones generales para equipos
C. Disposiciones específicas para equipos
D. Instalaciones accesibles únicamente a personas calificadas
E. Equipo móvil y portátil
F. Instalaciones en túneles
G. Calderas de electrodos

**720 CIRCUITOS Y EQUIPOS QUE OPERAN A MENOS DE 50 V**

**725 CIRCUITOS CLASE 1, CLASE 2 Y CLASE 3 PARA CONTROL REMOTO, SEÑALIZACIÓN Y DE POTENCIA LIMITADA**

A. Disposiciones generales
B. Circuitos Clase 1
C. Circuitos Clase 2 y Clase 3

**760 SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

A. Disposiciones generales
B. Circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendios
C. Circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios

**770 CABLES DE FIBRA ÓPTICA Y SUS CANALIZACIONES**

A. Disposiciones generales
B. Protección
C. Cables en el interior de edificios

**780 SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PROGRAMADA**

**4.8 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN**

**800 CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN**

A. Disposiciones generales
B. Cables en exteriores y entrada a edificios
C. Protección
D. Métodos de puesta a tierra
E. Conductores de comunicaciones dentro de los edificios

**810 EQUIPOS DE RADIO Y TELEVISIÓN**

A. Disposiciones generales
B. Equipos receptores- Sistemas de antenas
C. Estaciones transmisoras y receptoras de aficionados – Sistemas de antenas
D. Instalaciones interiores – Estaciones transmisoras

**820 ANTENAS DE TELEVISIÓN COMUNITARIAS Y SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE RADIO**

A. Disposiciones generales
B. Cables en exteriores y entrada a edificios
C. Protección
D. Métodos de puesta a tierra
E. Cables dentro de edificios

**4.9 INSTALACIONES DESTINADAS AL SERVICIO PÚBLICO**

**920 DISPOSICIONES GENERALES**

**921 PUESTA A TIERRA**

A. Disposiciones generales
B. Líneas aéreas
C. Líneas subterráneas
D. Subestaciones
E. Otros

**922 LÍNEAS AÉREAS**

A Disposiciones generales
B Separación de conductores en una misma estructura, espacios para subir y trabajar
C Separación entre conductores soportados en diferentes estructuras
D Altura de conductores y partes vivas de equipo, sobre el suelo, agua y vías férreas
E Separación de conductores a edificios, puentes y otras construcciones
F Distancia horizontal de estructuras a vías férreas, carreteras y aguas navegables
G Derecho de vía

H Cargas mecánicas en líneas aéreas
I Clases de construcción en líneas aéreas
J Retenidas

**923 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS**

A. Instalación y aplicación de cables subterráneos en la vía pública
B. Obra civil

**923 SUBESTACIONES**

**930 ALUMBRADO PÚBLICO**

A. Disposiciones generales
B. Especificaciones de los sistemas de alumbrado
C. Especificaciones de los componentes
D. Métodos de alambrado

**4.10 TABLAS**

**APÉNDICE A.** Tablas adicionales de capacidad de conducción de corriente (normativo)
**APÉNDICE B.** Catálogo de normas de productos eléctricos (informativo)
**APÉNDICE C.** Tablas de relleno de conductores en tubo *(conduit)* (informativo)

## CAPÍTULO 1 (4.1) DISPOSICIONES GENERALES

### ARTÍCULO 100 - DEFINICIONES

**Alcance.** Este Artículo contiene las definiciones esenciales para la aplicación apropiada de esta NOM. No intenta 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 únicamente en las Secciones que cubren instalaciones y equipos que operan a más de 600 V nominales.

**A. Definiciones generales**

**Accesible:** (aplicado a los métodos de alambrado) Capaz de ser quitado o expuesto 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 (véase Oculto y Expuesto.)

**Accesible:** (aplicado a los equipos) Que admite acercarse; no está protegido por puertas con cerradura, ni por elevación, ni por otro medio eficaz (véase Accesible, fácilmente).

**Accesible, fácilmente:** Capaz de ser alcanzado rápidamente para su operación, reposición o inspección, sin requerir que quien tenga fácil acceso necesite escalar o quitar un obstáculo, ni recurrir a escaleras portátiles, sillas, etcétera (véase Accesible) (aplicado a los equipos).

**Acometida:** Derivación que conecta la red del suministrador a las instalaciones del usuario.

**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 m uno del otro.

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

**Alumbrado de realce:** Disposición de lámparas incandescentes o lámparas de descarga eléctrica para delinear o llamar la atención de ciertas características, tales como la forma de un edificio o la decoración de un escaparate.

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

**Aparato a prueba de explosión:** Aparato encerrado en una envolvente capaz de soportar una explosión de un gas o vapor específico que pueda ocurrir en su interior, y de prevenir la ignición de un gas o vapor específico que rodee la envolvente, por chispas o explosión del gas o vapor del interior de la envolvente y capaz de funcionar a una temperatura exterior tal que la atmósfera inflamable que le rodea no pueda ser incendiada por su causa.

**Aparato eléctrico:** Equipo de utilización, generalmente no industrial, que se fabrica en tamaños 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.

**Apartado, Separado:** (aplicado a lugares) No fácilmente accesible a las personas, sin utilizar medios especiales.

**Aprobado:** Aceptado para su utilización (véase 110-2)

**A prueba de intemperie:** Construido o protegido de modo que su exposición a la intemperie no impida su buen funcionamiento.

> **NOTA:** Los equipos a prueba de lluvia, herméticos a la lluvia o herméticos al agua pueden cumplir los requisitos de “a prueba de intemperie” donde no influyen otras condiciones variantes de intemperie distintas de la humedad, como la nieve, hielo, polvo o temperaturas extremas.

**A prueba de lluvia:** Construido, protegido o tratado para prevenir que la lluvia interfiera con la operación satisfactoria del aparato bajo condiciones de prueba especifica.

**A prueba de polvo:** Construido de forma que el polvo no interfiera en su operación satisfactoria.

**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.

**Automático:** Auto-actuante, que opera por su propio mecanismo cuando se le acciona por medio de una influencia impersonal, por ejemplo un cambio de intensidad de corriente eléctrica, presión, temperatura o configuración mecánica (véase no-automático).

**Autoridad competente:** Secretaría de Energía; Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones eléctricas conforme con sus atribuciones.

**Bajada de acometida aérea:** Conductores de una acometida aérea que van desde el último poste u otro soporte aéreo hasta conectar, incluyendo los empalmes, si existen, a los conductores de entrada de la acometida en un edificio u otra estructura.

**Cable de acometida:** Conductores de acometida con configuración de cable.

**Caja para cortacircuitos (baja tensión):** Envolvente diseñada para montaje superficial que tiene puertas oscilantes o cubiertas sujetas directamente a las paredes de la caja de forma telescópica.

**Caja de paso:** Parte independiente, unida a un sistema de tubo *(conduit)* que permite acceso al interior del sistema, al retirar una tapa o tapas removibles, en un punto de unión de dos o más secciones del sistema o en un punto terminal del sistema.

**NOTA:** Las cajas tipo FS y FD o más grandes de metal fundido o de lámina metálica no se clasifican como cajas de paso.

**Cámara de aire:** Compartimento o cámara a la que están conectados uno o más conductos de aire y que forma parte del sistema de distribución de aire.

**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.

**Capacidad de conducción de corriente:** Corriente eléctrica expresada en amperes (A), que un conductor eléctrico puede conducir continuamente, bajo condiciones de uso, sin exceder su temperatura nominal.

**Carga continua:** Aquella con la que se espera que la corriente eléctrica máxima continúe circulando durante tres horas o más.

**Carga no-lineal:** Una carga donde la forma de onda de la corriente eléctrica en estado estable no sigue la forma de onda de la tensión eléctrica aplicada.

**NOTA:** Ejemplos de cargas que pueden no ser lineales: equipo electrónico, alumbrado de descarga eléctrica/electrónica, sistemas de velocidad variable 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 remoto:** Cualquier circuito eléctrico que controle a otro circuito a través de un relé o dispositivo equivalente.

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

**Circuito derivado:** Conductores de un circuito desde el dispositivo final de sobrecorriente que protege a ese circuito hasta la(s) salida(s).

**Circuito derivado de uso general:** Circuito derivado que alimenta a diversas salidas para alumbrado y aparatos eléctricos.

**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 no-puestos a tierra que tienen diferencia de potencial eléctrico entre ellos, y un conductor puesto a tierra que tiene la misma diferencia de potencial eléctrico entre él y cada conductor no-puesto a tierra del circuito y que está conectado al neutro o al conductor puesto a tierra del sistema.

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

**Circuito no-inflamable:** Circuito en el que cualquier arco o efecto térmico producido en condiciones previstas de operación del equipo o que debido a la apertura, cortocircuito o la puesta a tierra del alambrado, en condiciones de prueba específica, no puede iniciar la ignición de gases, vapores o mezclas aire-polvo inflamables.

**Clavija:** Dispositivo que por medio de inserción en un receptáculo, establece conexión eléctrica entre los conductores de su cordón flexible adjunto y los conductores conectados permanentemente al receptáculo.

**Cocineta, Cocina unitaria para mostrador:** Aparato electrodoméstico para cocinar, diseñado para integrarse o montarse sobre un mueble tipo mostrador y que consiste en uno o más elementos calefactores, alambrado interno y controles incorporados o montados por separado (véase Hornos de pared).

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

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

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

**Conductores de entrada de acometida, sistema aéreo:** Conductores de acometida comprendidos entre las terminales del equipo de la 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 entrada de acometida, sistema subterráneo:** (lateral) Conductores de acometida comprendidos entre las terminales del equipo de la acometida y el punto de conexión con la acometida lateral.

**Conductor del electrodo de puesta a tierra:** Conductor utilizado para conectar el electrodo de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra del equipo, al conductor puesto a tierra o a ambos, del circuito en el equipo de acometida o en la fuente de un sistema derivado separado.

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

**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 de puesta a tierra de los equipos:** Conductor utilizado para conectar las partes metálicas no-conductoras de corriente eléctrica de los equipos, canalizaciones y otras envolventes al conductor del sistema puesto a tierra, al conductor del electrodo de puesta a tierra o ambos, en los equipos de acometida o en el punto de origen de un sistema derivado separado.

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

**Conectador 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 uso de soldadura.

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

**Corriente de interrupción:** Corriente eléctrica máxima de corto circuito, a la cual un dispositivo a su tensión eléctrica nominal, es capaz de interrumpir bajo condiciones de prueba normalizadas. Otros dispositivos diseñados para interrumpir corriente eléctrica a otros niveles distintos de los de cortocircuito, pueden tener su corriente de interrupción expresada en función de otras unidades, como kW o corriente eléctrica a rotor bloqueado del motor.

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

**Desconectadores:**

**Desconectador aislador:** Dispositivo diseñado para aislar un circuito eléctrico de su fuente de alimentación. No tiene corriente de interrupción y está diseñado para operar sin carga y únicamente 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 desconectador de transferencia para constituir un medio de conexión directa de los conductores de carga a la fuente de alimentación y aislar el desconectador 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 diseñado para uso en circuitos de distribución general y derivados con el fin de conectar o desconectar cargas hasta su corriente y tensión eléctricas nominales. Tiene capacidad nominal en amperes y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión eléctrica 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 con valor nominal de capacidad en kW capaz de interrumpir la máxima corriente eléctrica de operación de sobrecarga de un motor de los mismos kW (o CP) nominales al interruptor a su tensión eléctrica nominal.

**Dispositivo:** Unidad en un sistema eléctrico diseñada para conducir, pero no para consumir energía eléctrica.

**Edificio:** Estructura plantada independientemente o que está separada de otras estructuras adyacentes por medio de muros divisorios contra fuego con todas sus aberturas protegidas por puertas aprobadas contra fuego.

**Edificio de vivienda:**

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

**Unidad de vivienda bifamiliar:** Edificio que contiene solamente dos unidades de vivienda.

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

**Unidad de vivienda unifamiliar*:*** Edificio que contiene solamente una unidad de vivienda.

**Encerrado:** Rodeado por una carcasa, envolvente, cerca o paredes para evitar que las personas entren accidentalmente en contacto con partes energizadas.

**Energizado(a):** Conectado(a) eléctricamente a una fuente de diferencia de potencial.

**Ensamble de salidas múltiples:** Canalización superficial o empotrada diseñada para contener conductores y receptáculos ensamblados ya sea en campo o en fábrica.

**Envolvente:** Recinto, recipiente o carcasa de un aparato, cerca o paredes que rodean una instalación para prevenir que las personas entren en contacto accidental con partes energizadas o para protección de los equipos contra daño físico.

**NOTA:** Véase la Tabla 430-91 para ejemplos de tipos de envolventes.

**Equipo:** Término general que incluye dispositivos, aparatos electrodomésticos, luminarias, aparatos y productos similares utilizados como partes de, o en conexión con una instalación eléctrica.

**Equipo de acometida:** Equipo necesario para servir de control principal y que usualmente consiste en un interruptor automático o desconectador y fusibles, con sus accesorios, localizado cerca del punto de entrada de los conductores de suministro a un edificio u otra estructura o a un área definida.

**Equipo de utilización:** Equipo que transforma, con cierta eficiencia, la energía eléctrica en energía mecánica, química, calorífica, luminosa u otras.

**Equipo sellable:** (precintable) 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.

**Escaparate:** Ventana 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 a un nivel superior al del piso de la calle.

**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 la autoridad competente que se ocupa de la evaluación 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 de su buen funcionamiento bajo requisitos específicos.

**Expuesto:** (aplicado a métodos de alambrado) Colocado sobre o fijado a la superficie o detrás de paneles diseñados para permitir el acceso (véase Accesible) (aplicado a los métodos de alambrado).

**Expuesta:** (aplicado a partes vivas) Que una persona puede inadvertidamente tocarla o acercársele a una distancia menor a la segura. Se aplica a las partes que no están adecuadamente resguardadas, separadas o aisladas (véase Accesible y Oculto).

**Fácilmente accesible:** (véase Accesible, fácilmente).

**Factor de demanda:** Relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de un sistema y la carga total conectada de un sistema o la parte del sistema bajo consideración.

**Frente muerto:** Sin partes vivas expuestas hacia una persona en el lado de accionamiento del equipo.

**Gabinete:** Envolvente diseñada para montaje superficial o empotrado, provista de un marco, montura o bastidor en el que se puede instalar una o varias puertas, en cuyo caso dichas partes deben ser oscilantes.

**Garaje:** (cochera, estacionamiento) Edificio o parte de un edificio en el que uno o más vehículos autopropulsados para el transporte a base de líquidos o gases volátiles inflamables, para combustión o fuerza motriz, que están ahí para su uso, venta, almacenamiento, renta, reparación, exhibición o demostración y toda aquella porción de un edificio por encima o por debajo del nivel del piso en la que se guardan tales vehículos y que no está separada del mismo con medios adecuados.

> **NOTA:** Respecto a las cocheras de almacenamiento y talleres de reparación, véase 511-1.

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

**Hermético a la lluvia:** Construido o protegido de manera que no entre agua cuando se le expone a la lluvia batiente en condiciones específicas de prueba.

**Hermético al polvo:** Construido de modo que el polvo no entre en la envolvente en condiciones específicas de prueba.

**Herraje:** (accesorio) Contratuercas, boquillas (monitor) u otra parte de un sistema de alambrado, diseñado fundamentalmente para desempeñar una función más mecánica, que eléctrica.

**Horno de pared:** Horno para cocinar, diseñado para montarse empotrado o sobre una pared u otra superficie, el cual consiste en uno o más elementos calefactores, alambrado interno y controles incorporados o para montarse por separado (véase Cocineta*,* Cocina unitaria para mostrador).

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

**Identificado:** (aplicado a los equipos) Reconocido como adecuado para un propósito específico, función, uso, entorno, aplicación, por medio de una identificación donde esté así descrito como requisito particular de esta NOM (véase Equipo).

> **NOTA:** La adecuación de un equipo para un propósito específico, uso, entorno o aplicación específica puede ser determinada por un organismo acreditado para la evaluación de la conformidad del producto. La identificación puede evidenciarse por medio de un listado o marca de conformidad (véase Listado, Marcado).

**Interruptor automático:** Dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito ya sea por medios no-automáticos y para abrir el circuito automáticamente a una sobrecorriente en condiciones predeterminadas, sin dañarse a sí mismo, cuando se aplica apropiadamente dentro de su valor nominal.

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

**Ajustable:** Indica que el interruptor automático puede regularse para cambiar el valor de corriente eléctrica a la cual dispara o el tiempo requerido para hacerlo, dentro de límites definidos.

**Ajuste*:*** El valor de corriente eléctrica, de tiempo o de ambos, a los cuales se regula el disparo de un interruptor automático ajustable.

**De disparo instantáneo:** Término calificador que indica que en la acción de disparo del interruptor automático no se ha introducido intencionalmente algún retardo.

**De retardo inverso:** Término calificador que indica que en la acción de disparo del interruptor automático se ha introducido intencionalmente un retardo que decrece a medida que la magnitud de la corriente eléctrica aumenta.

**No-ajustable*:*** Término calificador que indica que el interruptor automático no puede regularse para cambiar el valor de la corriente eléctrica a la cual dispara o el tiempo requerido para su funcionamiento.

**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 determinado, cuando una corriente eléctrica a tierra excede un valor predeterminado, menor al necesario para accionar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de alimentación.

**Líquido volátil inflamable:** Líquido inflamable con punto de inflamación inferior a 38 °C. Líquido inflamable cuya temperatura está por encima de su punto de inflamación, o un combustible líquido de Clase II con una presión de vapor no mayor de 276 kPa a 38 °C, y cuya temperatura está por encima de su punto de inflamación.

**Listado:** Equipo o productos incluidos en una lista publicada por un organismo de certificación acreditado (institución relacionada con la evaluación del producto, que mantiene un programa de inspecciones periódicas al equipo o producto listado, y que en el listado establece que los equipos o materiales cumplen con las normas aplicables o que

hayan sido sometidos a prueba y encontrados aptos para condiciones específicas de uso). El medio para identificar equipo listado puede variar para cada organismo acreditado o dependencia relacionada con la evaluación del producto, algunas de ellas no reconocen el equipo como listado a menos que también esté etiquetado. Se debe utilizar el sistema empleado por el organismo que origina el listado o dependencia para identificar los productos listados. En tanto no esté disponible un listado de productos que destaque las características de los mismos con relación a las prescripciones establecidas por esta NOM o en tanto un producto no cuente con los elementos que permitan su certificación conforme con lo establecido en 110-2, no procede la obligatoriedad de cumplir con el requisito de "ser listado" indicado en diversas disposiciones de esta NOM. Invariablemente los productos deberán cumplir con lo indicado en 110-2.

**Locales húmedos:** (véase Lugares)

**Locales mojados:** (véase Lugares)

**Locales secos:** (véase Lugares)

**Localización o Lugar:** (véase Lugares)

**Lugares:**

**Lugar húmedo:** Lugar parcialmente protegido 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 dentro de losas o mampostería de concreto, 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.

**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.

**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 medio de los cuales los conductores de un circuito pueden ser desconectados de su fuente de alimentación.

**No-automático:** Acción que requiere de la intervención de personal para su control. Cuando se aplica a un controlador eléctrico, el control no-automático no implica necesariamente un controlador manual, sino que es necesaria la intervención de una persona (véase Automático).

**Oculto:** Que resulta inaccesible por la estructura o acabado del edificio. Los conductores en canalizaciones ocultas son considerados ocultos, aunque se hacen accesibles al extraerlos de las canalizaciones. (Véase Accesible) (aplicado a los métodos de alambrado).

**Operable desde fuera:** Capaz de ser operado sin que el operario esté expuesto a contacto con partes vivas.

**Panel:** Placa, entrepaño, tramo, segmento, cuadro o compartimento**.**

**Panel de alumbrado y control:** Panel sencillo o grupo de paneles unitarios diseñados para ensamblarse en forma de un solo 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).

**Partes vivas:** Conductores, barras conductoras, terminales o componentes eléctricos sin aislar o expuestos, que representan riesgo de choque eléctrico.

**Permiso especial:** Autorización escrita de la autoridad competente.

**Persona calificada.** Es aquella persona física cuyos conocimientos y facultades especiales para intervenir en la proyección, cálculo, construcción, operación o mantenimiento de una determinada instalación eléctrica han sido comprobados en términos de la legislación vigente o por medio de un procedimiento de evaluación de la conformidad bajo la responsabilidad del usuario o propietario de las instalaciones.

**Protección de falla a tierra de equipos:** Sistema diseñado para dar protección 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 afectado. Esta protección es activada a niveles de corriente eléctrica inferiores a los necesarios para proteger a los conductores contra daños mediante la operación de un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito alimentador.

**Protector térmico:** (aplicado a motores) Dispositivo de protección, para ser instalado como parte integral de un motor o motor-compresor y el cual, cuando se utiliza de manera apropiada, protege al motor contra sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecarga o falla del arranque.

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

**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.

**Puente de unión, circuito:** Conexión entre partes de un conductor en un circuito para mantener la capacidad de conducción de corriente 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:** Conductor confiable, para asegurar la conductividad eléctrica requerida entre partes metálicas que requieren ser conectadas eléctricamente.

**Puesto a tierra:** Conectado al terreno natural o a algún cuerpo conductor que pueda actuar como tal.

**Puesto a tierra eficazmente:** Conectado al terreno natural intencionalmente a través de una conexión o conexiones a tierra que tengan una impedancia suficientemente baja y capacidad de conducción de corriente, que prevengan la formación de tensiones eléctricas peligrosas a las personas o a los equipos conectados.

**Punto de acometida:** Punto de conexión entre las instalaciones de la empresa suministradora y las del usuario.

**Receptáculo:** Dispositivo de contacto instalado en una salida para la conexión de una sola clavija. Un receptáculo sencillo es un dispositivo de contacto de un solo juego de contactos. Un receptáculo múltiple es aquel que contiene dos o más dispositivos de contacto en el mismo chasis.

**Resguardado:** Cubierto, blindado, cercado, encerrado o protegido de otra manera, por medio de cubiertas o tapas adecuadas, barreras, rieles, pantallas, placas o plataformas que evitan el riesgo de acercamiento o contacto de personas u objetos a un punto peligroso.

**Rótulo:** (véase Anuncio luminoso).

**Salida***:* Punto en un sistema de alambrado en donde se toma corriente eléctrica para alimentar al equipo de utilización.

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

**Salida de receptáculos:** Salida en la que están instalados uno o más receptáculos.

**Salida para alumbrado:** Salida diseñada para la conexión directa de un portalámparas, una luminaria o un cordón colgante que termine en un portalámparas.

**Servicio:**

**Servicio continuo:** Funcionamiento con una carga prácticamente constante durante un periodo largo indefinido.

**Servicio por tiempo corto:** Funcionamiento con una carga prácticamente constante durante un periodo corto y específicamente definido.

**Servicio intermitente:** Funcionamiento por intervalos alternativos de (1) con carga y sin carga; (2) con carga y en reposo, o (3) con carga, sin carga y en reposo.

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

**Servicio variable:** Funcionamiento con cargas e intervalos de tiempo, que pueden estar sometidos a variaciones amplias.

**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 de derivado separado hasta las salidas. Dicho alambrado no incluye el alambrado interno de aparatos electrodomésticos, luminarias, motores, controladores, centros de control de motores y equipos similares.

**Sistema derivado separadamente:** Sistema de alambrado de una propiedad, cuya energía procede de una batería, sistema fotoeléctrico solar o de un generador, transformador o devanados de un convertidor y que no tiene conexión eléctrica directa incluyendo al conductor del circuito sólidamente puesto a tierra, con los conductores de suministro que provengan de otro sistema.

**Sistema solar fotovoltaico:** El total de componentes y subsistemas que, en combinación, convierten la energía solar en energía eléctrica apropiada para la conexión a una carga de utilización.

**Sobrecarga:** Funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad nominal, de plena carga, o de un conductor que excede su capacidad de conducción de corriente nominal, cuando tal funcionamiento, al persistir por suficiente tiempo puede causar daños o sobrecalentamiento peligroso. Una falla, tal como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga (véase Sobrecorriente).

**Sobrecorriente:** Cualquier corriente eléctrica en exceso del valor nominal de los equipos o de la capacidad de conducción de corriente de un conductor. La sobrecorriente puede ser causada por una sobrecarga (véase definición de "sobrecarga"), un cortocircuito o una falla a tierra.

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

**Tablero de distribución:** Panel grande sencillo, estructura o conjunto de paneles donde se montan, ya sea por el frente, por la parte posterior o en ambos lados, desconectadores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras

protecciones, barras conductoras de conexión común y usualmente instrumentos. Los tableros de distribución de fuerza son accesibles generalmente por la parte frontal y la posterior, y no están previstos para ser instalados dentro de gabinetes.

**Tensión eléctrica a tierra:** En los circuitos puestos a tierra, es la tensión eléctrica entre un conductor dado y aquel punto o el conductor del circuito que es puesto a tierra. En circuitos no-puestos a tierra es la mayor diferencia de potencial entre un conductor determinado y otro conductor de referencia del circuito.

**Tensión eléctrica (de un circuito)**: Es la mayor diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos cualesquiera de la instalación. Es el mayor valor eficaz (raíz cuadrática media) de la diferencia de potencial entre dos conductores determinados.

> **NOTA:** Algunos sistemas, como los trifásicos de cuatro hilos, monofásicos de tres hilos y de c.c. de tres hilos, pueden tener varios circuitos a diferentes tensiones eléctricas.

**Tensión eléctrica nominal:** Valor nominal asignado a un circuito o sistema para la designación de su clase de tensión eléctrica. La tensión eléctrica real a la cual un circuito opera puede variar desde el nominal dentro de una gama que permita el funcionamiento satisfactorio de los equipos.

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

**Unión:** Conexión permanente de partes metálicas para formar una trayectoria eléctricamente conductora que asegure la continuidad y capacidad de conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica a la que puedan estar sometidas.

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

**B. Definiciones generales para instalaciones de tensión eléctrica nominal superior a 600 V**

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 600 V nominales.

**Cortacircuitos:** (véase Dispositivos de interrupción).

**Cortacircuitos en aceite:** (véase Dispositivos de interrupción).

**Desconectador de desviación del regulador:** (véase Dispositivos de interrupción).

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

**Dispositivos de interrupción:**

**Cortacircuitos:** 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 no fusible

**Cortacircuitos 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.

**Desconectador:** Dispositivo capaz de cerrar, conducir e interrumpir corrientes eléctricas nominales especificadas.

**Desconectador de desviación del regulador:** Dispositivo específico o combinación de dispositivos diseñados para desviar a un regulador de tensión eléctrica.

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

**Desconectador separador:** Dispositivo mecánico de desconexión utilizado para aislar a un circuito o equipo de una fuente de energía.

**Interruptor de potencia:** Dispositivo de interrupción capaz de conectar, conducir e interrumpir corrientes eléctricas bajo condiciones normales del circuito y conectar, conducir por un tiempo especificado e interrumpir corrientes en condiciones anormales especificadas del circuito, tales 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 suministro.

**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 eléctrica en un tiempo determinado.

> **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 su conexión en el 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 eléctrica, características tiempo-corriente electrónicamente derivadas, energía para iniciar el disparo y un módulo de interrupción que interrumpe la corriente eléctrica cuando se produce una sobrecorriente. Estos fusibles pueden operar o no como fusibles tipo limitador, dependiendo del tipo de control seleccionado.

**Fusible de potencia con escape controlado:** Fusible con medios para controlar la descarga generada por la interrupción del circuito de manera que materiales no sólidos puedan ser expulsados 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, donde la distancia entre el escape y dichas partes de conducción o aislamiento estén de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

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

**Fusible de potencia ventilado:** Fusible que tiene un medio para el escape a la atmósfera circundante de gases, líquidos o partículas sólidas producidas por el arco durante la interrupción del circuito.

**Fusible de potencia:** (véase Fusible).

**Fusible múltiple:** Conjunto de dos o más fusibles unipolares.

**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, extingue el arco, ya sea por sí mismos o con la ayuda de un resorte.

**Unidad Fusible de potencia:** Unidad fusible ventilada, no ventilada o de ventilación controlada en la cual la extinción del arco se efectúa por su alargamiento a través de un material sólido, granular o líquido, con o sin la ayuda de resorte.

## ARTÍCULO 110 - REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

### A. Disposiciones Generales

**110-2. Aprobación.** En las instalaciones eléctricas a que se refiere la presente NOM se aceptará la utilización de materiales y equipos que cumplan con las normas oficiales mexicanas, normas mexicanas o con las normas internacionales. A falta de éstas con las especificaciones del fabricante.

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

En caso de no existir norma oficial mexicana o norma mexicana aplicable al producto de que se trate, se podrá requerir el dictamen de un laboratorio de pruebas que haya determinado el grado de cumplimiento con las especificaciones técnicas internacionales con que cumplen, las del país de origen o a falta de éstas, las del fabricante.

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

**110-3. Instalación y uso de los equipos.** Los equipos y en general los productos eléctricos utilizados en las instalaciones eléctricas deben usarse o instalarse de acuerdo con las indicaciones incluidas en la etiqueta, instructivo o marcado.

**110-4. Tensiones eléctricas.** A lo largo de esta NOM, las tensiones eléctricas consideradas deben ser aquellas a las que funcionan los circuitos. La tensión eléctrica nominal de un equipo eléctrico no debe ser inferior a la nominal del circuito al que está conectado.

**Tensión eléctrica nominal.** Es el valor asignado a un sistema, parte de un sistema, un equipo o a cualquier otro elemento y al cual se refieren ciertas características de operación o comportamiento de éstos.

**Tensión eléctrica nominal del sistema.** Es el valor asignado a un sistema eléctrico. Como ejemplos de tensiones normalizadas, se tienen:

120/240 V; 220Y/127 V; 480Y/277 V; 480 V como valores preferentes
2400 V como de uso restringido
440 V como valor congelado

La tensión eléctrica nominal de un sistema es el valor cercano al nivel de tensión al cual opera normalmente el sistema. Debido a contingencias de operación, el sistema opera generalmente a niveles de tensión del orden de 10% por debajo de la tensión eléctrica nominal del sistema para la cual los componentes del sistema están diseñados (véase la Figura 110-4)

**Tensión eléctrica nominal de utilización.** Es el valor para determinados equipos de utilización del sistema eléctrico. Los valores de tensión eléctrica de utilización son:

En baja tensión: 115/230 V; 208Y/120 V; 460Y/265 y 460 V; como valores preferentes.

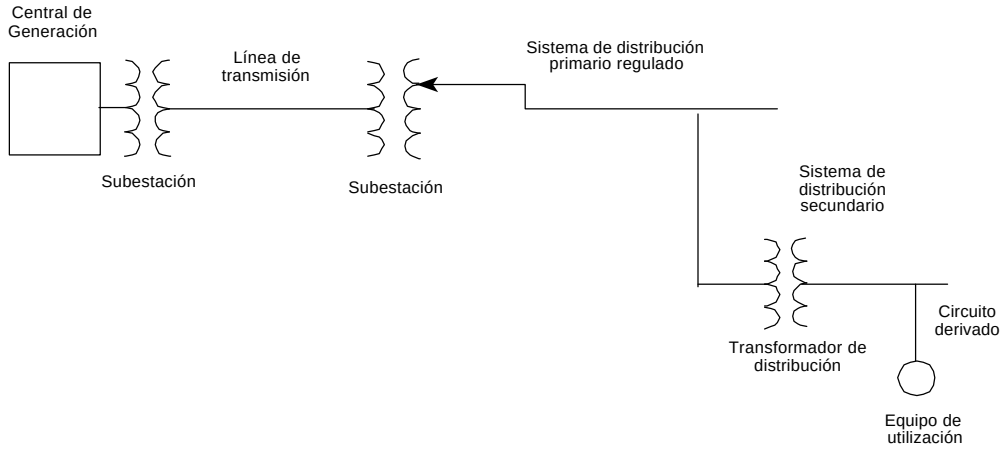



Figura 110-4 Sistema eléctrico típico para la generación, transmisión, distribución y utilización de energía eléctrica

Para otros niveles de tensión eléctrica y para complementar la información referente a tensiones normalizadas, debe consultarse la Norma Mexicana correspondiente.

**110-5. Conductores.** Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente eléctrica 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, los tamaños nominales deben cambiarse conforme a su equivalente en cobre.

**NOTA:** Véase 310-14, conductores de aluminio.

**110-6. Tamaño nominal de los conductores.** Los tamaños nominales de los conductores se expresan en $mm^2$ y opcionalmente su equivalente en AWG (American Wire Gage) o en circular mils.

**NOTA**: 1 mil = 1 milésima de pulgada = 25,4 micras. 1 cmil= 1/1973,5 $mm^2$

**110-7. Integridad del aislamiento.** Todos los cables deben instalarse de modo que, cuando la instalación esté terminada, el sistema quede libre de cortocircuitos y de conexiones a tierra distintas de las necesarias o permitidas en el Artículo 250.

**110-8. Métodos de alambrado.** En esta NOM sólo se incluyen métodos de alambrado reconocidos como adecuados. Los métodos de alambrado reconocidos se permiten instalar en cualquier tipo de edificio o estructura, a menos que en esta NOM se indique lo contrario.

**110-9. Corriente de interrupción.** Los equipos diseñados para interrumpir la corriente eléctrica en caso de fallas, deben tener una corriente de interrupción suficiente para la tensión eléctrica nominal del circuito y la intensidad de corriente eléctrica que se produzca en los terminales de la línea del equipo.

El equipo proyectado para interrumpir el paso de corriente eléctrica a otros niveles distintos del de falla, debe tener una corriente de interrupción a la tensión eléctrica nominal del circuito, suficiente para la corriente eléctrica que deba interrumpir.

**110-10. Impedancia y otras características del circuito.** Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, la impedancia total, las corrientes de interrupción de los componentes y otras características del circuito que haya que proteger, se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito contra fallas, operen sin causar daños a los componentes eléctricos del circuito. Se debe considerar que se presenta la falla entre dos o más de los conductores del circuito o entre cualquier conductor del circuito y el conductor de puesta a tierra o la canalización metálica que lo rodea.

**110-11. Agentes deteriorantes.** No se deben instalar conductores o equipos en locales húmedos o mojados; ni donde estén expuestos a gases, humos, vapores, líquidos u otros agentes que puedan tener un efecto deteriorante sobre los conductores o equipos; ni expuestos a temperaturas excesivas, a menos que estén identificados para usarlos en entornos operativos con estas características.

**NOTA 1:** Respecto a la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**NOTA 2:** Algunos limpiadores y lubricantes pueden causar grave deterioro de muchos materiales plásticos utilizados en aplicaciones de aislamiento y estructurales en los equipos.

Los equipos aprobados conforme con lo establecido en 110-2 para su uso en lugares secos sólo se deben proteger contra daños permanentes por la intemperie durante la construcción del edificio.

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

**a) Aberturas no utilizadas.** Las aberturas no utilizadas de las cajas, canalizaciones, canaletas auxiliares, gabinetes, carcasas o cajas de los equipos, se deben cerrar eficazmente para que ofrezcan una protección sustancialmente equivalente a la pared del equipo.

**b) Envolventes bajo la superficie.** Los conductores se deben instalar de modo que brinden un acceso rápido y seguro a las envolventes subterráneas o bajo la superficie a las que deban entrar personas para su instalación y mantenimiento.

**c) Integridad de los equipos y conexiones eléctricas.** Las partes internas de los equipos eléctricos, como las barras colectoras, terminales de cables, aisladores y otras superficies, no deben estar dañadas o contaminadas por materias extrañas como restos de pintura, yeso, limpiadores, abrasivos o corrosivos. No debe haber partes dañadas que puedan afectar negativamente al buen funcionamiento o a la resistencia mecánica de los equipos, como piezas rotas, dobladas, cortadas, deterioradas por la corrosión o por acción química o sobrecalentamiento o contaminadas por materiales extraños como pintura, yeso, limpiadores o abrasivos.

**110-13. Montaje y enfriamiento de equipo**

**a) Montaje.** El equipo eléctrico debe estar firmemente sujeto a la superficie sobre la que vaya montado. No se deben utilizar "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 la convección para el enfriamiento de sus superficies expuestas, se debe instalar de modo que no se impida la circulación del aire ambiente sobre dichas superficies por medio de paredes o equipo instalado al lado. Para equipo diseñado para su montaje en el suelo, se debe dejar la distancia entre las superficies superior y las adyacentes para que se disipe el aire caliente que circula hacia arriba.

El equipo eléctrico dotado de aberturas de ventilación se debe instalar 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 las diferentes características del cobre y del aluminio, deben usarse conectadores o uniones a presión y terminales soldables apropiados para el material del conductor e instalarse adecuadamente. No deben unirse terminales y conductores de materiales distintos, como cobre y aluminio, a menos que el dispositivo esté identificado (aprobado conforme con lo establecido en 110-2) para esas condiciones de uso. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes o compuestos, deben ser adecuados para el uso y de un tipo que no cause daño a los conductores, sus aislamientos, la instalación o a los equipos.

**NOTA:** En muchas terminales y equipo se indica su par de apriete máximo.

**a) Terminales**. La conexión de los conductores a las terminales debe proporcionar una conexión segura, sin deterioro de los conductores y debe realizarse por medio de conectadores de presión (incluyendo tornillos de fijación), conectadores soldables o empalmes terminales flexibles. (Véase 311-3)

***Excepción:*** *Se permite la conexión por medio de tornillos o pernos y tuercas de sujeción de cables y tuercas para conductores de tamaño nominal de 5,26 mm$^2$ (10 AWG) o menores.*

Las terminales para más de un conductor y las terminales utilizadas para conectar aluminio, deben estar así identificadas (aprobadas conforme con lo establecido en 110-2.)

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

Los conectadores o medios de empalme de los cables instalados en conductores que van directamente enterrados, deben estar listados (aprobados conforme con lo establecido en 110-2) para ese uso.

**c) Limitaciones por temperatura.** La temperatura nominal de operación del conductor, asociada con su capacidad de conducción de corriente, debe seleccionarse y coordinarse de forma que no exceda la temperatura de operación de cualquier elemento del sistema que tenga la menor temperatura de operación, como conectadores, otros conductores o dispositivos. Se permitirá el uso de los conductores con temperatura nominal superior a la especificada para las terminales mediante ajuste o corrección de su capacidad de conducción de corriente o ambas.

**1)** Las terminales de equipos para circuitos de 100 A nominales o menos o identificadas (aprobadas conforme con lo establecido en 110-2) para conductores de tamaño nominal 2,082 a 42,41 mm$^2$ (14 a 1 AWG), deben utilizarse para conductores con temperatura de operación del aislamiento máxima de 60 °C.

***Excepción 1:*** *Se permite utilizar conductores de mayor temperatura nominal, siempre que la capacidad de conducción de corriente de los conductores se determine basándose en su capacidad a 60 °C , según el tamaño nominal de los conductores usados.*

***Excepción 2:*** *Se permite el uso de equipos con conductores en sus terminales de la mayor temperatura de operación a la capacidad de conducción de corriente superior, siempre que el equipo esté listado e identificado (aprobado conforme con lo establecido en 110-2) para usarse a la capacidad de estos conductores.*

**2)** Las terminales de equipo para circuitos de más 100 A nominales o identificadas (aprobadas conforme con lo establecido en 110-2) para conductores mayores de 42,41 mm$^2$ (1 AWG), deben utilizarse solamente para conductores con temperatura nominal de operación del aislamiento máxima de 75 °C.

***Excepción 1:*** *Se permite utilizar conductores de mayor temperatura nominal, siempre que la capacidad de conducción de corriente de los conductores se determine basándose en su capacidad a 75 °C, según el tamaño nominal de los conductores empleados.*

***Excepción 2:*** *Se permite el uso de equipos con conductores, en sus terminales, de mayor temperatura de operación a la capacidad de conducción de corriente superior, siempre que el equipo esté listado e identificado (aprobado conforme con lo establecido en 110-2) para usarse a la capacidad de estos conductores.*

**3)** La capacidad de conducción de corriente de los conductores sobre los que se apliquen conectadores a presión, no deben exceder la capacidad de conducción de corriente a la temperatura nominal del conectador.

**NOTA:** Respecto de 110-14(c)(1), (2) y (3), la información que aparezca en el equipo puede restringir adicionalmente el tamaño nominal y la temperatura de operación de los conductores conectados.

**110-16. Espacio de trabajo alrededor de equipo eléctrico (de 600 V nominales o menos).** 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) Distancias de trabajo.** Excepto si se exige o se permite otra cosa en esta NOM, la medida del espacio de trabajo en dirección al acceso a las partes vivas que funcionen a 600 V nominales o menos a tierra y que puedan requerir examen, ajuste, servicio o mantenimiento mientras estén energizadas no debe ser inferior a la indicada en la Tabla 110-16(a). Las distancias se deben medir desde las partes vivas, si están expuestas o desde el frente o abertura de la envolvente, si están encerradas. Las paredes de concreto, ladrillo o azulejo se deben considerar conectadas a tierra.

Además de las dimensiones expresadas en la Tabla 110-16(a), el espacio de trabajo no debe ser inferior a 80 cm de ancho delante del equipo eléctrico. El espacio de trabajo debe estar libre y extenderse desde el piso o plataforma hasta la altura exigida por esta Sección. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos 90° las puertas o paneles abisagrados del equipo. Dentro de los requisitos de altura de esta Sección, se permite equipo de la misma profundidad.

**Tabla 110-16(a). Distancias de trabajo**

| Tensión eléctrica nominal a tierra (V) | Distancia libre mínima (m) | | |
|---|---|---|---|
| | Condición 1 | Condición 2 | Condición 3 |
| 0-150 | 0,90 | 0,90 | 0,90 |
| 151-600 | 0,90 | 1,1 | 1,20 |

Las condiciones son las siguientes:

**1.** Partes vivas expuestas en un lado y no-vivas o conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo o partes vivas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se considerarán partes energizadas los cables o barras aislados que funcionen a no más de 300 V.

**2.** Partes vivas expuestas a un lado y conectadas a tierra al otro lado.

**3** Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la Condición 1), con el operador entre ambas.

***Excepción 1:*** *No se requiere espacio de trabajo en la parte posterior de conjuntos como tableros de distribución de fuerza de frente muerto o centros de control de motores en los que no haya partes reemplazables o ajustables como fusibles o desconectadores en su parte posterior y donde todas las conexiones estén accesibles desde lugares que no son la parte posterior. Cuando se requiera acceso posterior para trabajar en partes no energizadas de la parte posterior del equipo encerrado, debe existir un espacio mínimo de trabajo de 762 mm en horizontal.*

***Excepción 2:*** *Con permiso especial, se permiten espacios más pequeños si todas las partes no-aisladas están a una tensión eléctrica inferior a 30 V rcm, 42 V de pico o 60 V c.c.*

***Excepción 3****: En los edificios existentes en los que se vaya a cambiar el equipo eléctrico, se debe dejar 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 situados a lo largo del pasillo y entre uno y otro, siempre que 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.*

**b) Espacios libres.** El espacio de trabajo requerido por esta Sección no se debe utilizar como almacén. Cuando las partes energizadas normalmente cerradas se exponen para su inspección o servicio, el espacio de trabajo, en un paso o espacio general, debe estar debidamente protegido.

**c) Acceso y entrada al espacio de trabajo.** Debe haber al menos una entrada de ancho suficiente que dé acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico.

Para equipo de 1200 A nominales o más y de más de 1,80 m de ancho, que contenga dispositivos de protección contra sobrecorriente, dispositivos de interrupción o de control, debe tener una entrada de no menos de 61 cm de ancho y de 2 m de alto en cada extremo del local.

***Excepción 1:*** *Si el lugar permite una circulación continua y libre, se permite una salida únicamente.*

***Excepción 2:*** *Si el espacio de trabajo requerido en la Sección 110-16(a) se duplica, sólo se requiere una entrada al espacio de trabajo y debe estar situada de modo que el borde de la entrada más cercana al equipo esté a la distancia mínima dada en la Tabla 110-16(a) desde dicho equipo.*

**d) Iluminación.** Debe haber iluminación apropiada en todos los espacios de trabajo alrededor del equipo de acometida, tableros de distribución de fuerza, paneles de alumbrado o de los centros de control de motores instalados interiormente. No serán necesarios otros elementos de iluminación cuando el espacio de trabajo esté iluminado por una fuente de luz adyacente. En los cuartos de equipo eléctrico, la iluminación no debe estar controlada exclusivamente por medios automáticos.

**e) Altura hasta el techo.** La altura mínima hasta el techo de los espacios de trabajo alrededor de equipo de acometida, tableros de distribución de fuerza, paneles de alumbrado o de los centros de control de motores debe ser de 2 m. Cuando el equipo eléctrico tenga más de 2 m de altura, el espacio mínimo hasta el techo no debe ser inferior a la altura del equipo.

***Excepción:*** *El equipo de acometida o los paneles de alumbrado en unidades de vivienda existentes que no superen 200 A.*

**NOTA:** Para mayores tensiones eléctricas, véase 710.

**110-17. Resguardo de partes vivas (de 600 V nominales o menos)**

**a) Partes vivas protegidas contra contacto accidental.** Excepto si en esta NOM se requiere o autoriza otra cosa, las partes vivas del equipo eléctrico que funcionen a 50 V o más 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 muros de materiales permanentes adecuados, tabiques o mamparas dispuestas de modo que sólo tenga acceso al espacio cercano a las partes vivas personal calificado. Cualquier abertura en dichos muros o mampara debe ser dimensionada o estar situada de modo que no sea probable que las personas entren en contacto accidentalmente 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 tan elevado y dispuesto de tal modo que no permita acceder a personal no-calificado.

**4)** Estar instaladas a 2,45 m o más por encima del piso u otra superficie de trabajo.

**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 daños.

**c) Señales preventivas.** Las entradas a cuartos y otros lugares protegidos que contengan partes vivas expuestas, se deben marcar con señales preventivas que prohíban la entrada a personal no-calificado.

**NOTA:** Para los motores, véase 430-132 y 430-133. Para más de 600 V, véase 110-34.

**110-18. Partes que puedan formar arcos eléctricos.** Las partes del equipo eléctrico que en su funcionamiento normal puedan producir arcos, chispas, flamas o metal fundido, se deben encerrar o separar y aislar de cualquier material combustible.

**NOTA:** Para lugares peligrosos (clasificados), véanse los Artículos 500 a 517. Para los motores, véase 430-14.

**110-19. Alumbrado y fuerza tomados de conductores para grúas o transportes eléctricos.** Los circuitos de fuerza y los de iluminación no se deben conectar a cualquier sistema que contenga cables para troles con retorno a tierra.

***Excepción:*** *Patios de ferrocarril, instalaciones eléctricas o estaciones de pasajeros y mercancías, que funcionen en conexión con los ferrocarriles eléctricos.*

**110-21. Marcado (aplicado a información).** En todo equipo eléctrico se deberá colocar el nombre del fabricante, la marca comercial u otra descripción mediante la cual se pueda identificar a la empresa responsable del producto. Debe tener otras marcas que indiquen la tensión eléctrica, la corriente eléctrica, potencia u otras características nominales, tal como se especifica en otras Secciones de esta NOM o en las normas específicas de los productos conforme con lo establecido en 110-2. La identificación debe ser de duración suficiente para que soporte las condiciones ambientales involucradas

**110-22. Identificación de los medios de desconexión.** Todos los medios de desconexión requeridos por esta NOM para motores y aparatos eléctricos y todas las acometidas, alimentadores o derivados en su punto de origen, deben marcarse legiblemente y que indique su objetivo, a no ser que estén situados e instalados de modo que ese objetivo sea evidente. La identificación debe ser de duración suficiente para que soporte las condiciones ambientales involucradas.

Cuando se instalen interruptores automáticos o fusibles en combinación nominal en serie marcada en el equipo por el fabricante, las envolventes del equipo deben marcarse legiblemente en el campo para indicar que han sido instalados

con un valor nominal de combinación serie. Las marcas deben ser fácilmente visibles e indicar "Precaución: Sistema en Serie de..... A, disponible. Se requiere de piezas de repuesto identificadas"

**NOTA:** Véase 240-83(c) para el marcado de la corriente de interrupción de los equipos de utilización.

**B. Más de 600 V nominales**

**110-30. General.** Los conductores y equipo usados en circuitos de más de 600 V nominales deben cumplir todas las disposiciones aplicables de las anteriores secciones de este Artículo y de las siguientes secciones, que complementan o modifican a las anteriores. En ningún caso se aplicarán las disposiciones de esta parte a equipo situado antes del punto de acometida.

**110-31. Envolvente de 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, se considerarán accesibles únicamente a personal calificado. El tipo de envolvente utilizada en un caso dado se debe diseñar y construir según la naturaleza y grado del riesgo o riesgos inherentes a la instalación.

Se debe utilizar una pared, mampara o cerca que rodee una instalación eléctrica a la intemperie para disuadir de su acceso a personal no-calificado. La cerca no deberá ser de menos de 2,15 m de alto o una combinación de cerca de 1,80 m o más y 30 cm más de prolongación, con tres o más cables de alambre de púas o equivalente.

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

**a) Instalaciones interiores**

**1) En lugares accesibles a personal no-calificado.** Las instalaciones eléctricas interiores que estén abiertas a personal no-calificado deben estar hechas con equipo en envolventes metálicas o deben estar encerradas en una bóveda o en una en zona cuyo acceso esté controlado por una cerradura. Se deben marcar con los símbolos de precaución adecuados los tableros en gabinetes metálicos, las subestaciones unitarias, transformadores, medios de desconexión, cajas de conexión y equipo similar. Las aberturas de ventilación de transformadores de tipo seco o aberturas similares en otro equipo deben estar diseñadas de manera que los objetos extraños que penetren 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, según esta sección, deben cumplir lo establecido en 110-34, 710-32 y 710-33.

**b) Instalaciones a la intemperie**

**1) En lugares accesibles a personas no-calificadas.** Las instalaciones eléctricas a la intemperie que estén abiertas a personal no calificado deben cumplir con lo establecido en el Artículo 225.

**2) En lugares accesibles sólo a personal calificado.** Las instalaciones eléctricas a la intemperie consideradas accesibles sólo a personal calificado, según el primer párrafo de esta sección, deben cumplir lo establecido en 110-34, 710-32 y 710-33.

**c) Equipo en envolventes metálicas accesibles a personal no-calificado**

Las aberturas de ventilación de transformadores de tipo seco o aberturas similares en otros equipos, deben estar diseñadas de manera que los objetos extraños que penetren a través de esas aberturas sean desviados de las partes electrificadas. Si están expuestos a daño físico debido al tráfico de vehículos, se deben instalar protectores adecuados. El equipo en envolventes metálicas situado a la intemperie y accesible al público en general debe estar diseñado de modo que los pernos o tuercas visibles no se puedan quitar fácilmente, permitiendo el acceso a partes vivas. Cuando un equipo en envolvente metálica sea accesible al público en general y la parte inferior de la envolvente esté a menos de 2,4 m por encima del suelo o del nivel de la calle, la puerta o la tapa embisagrada de la envolvente debe estar cerrada. Las puertas y tapas de las envolventes usadas únicamente como cajas de desconexión, de empalme o de unión, deben estar cerradas, clavadas o atornilladas.

***Excepción:*** *Se debe considerar que cumplen este requisito las tapas de cajas subterráneas que pesen más de 45 kg.*

**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 el funcionamiento y el mantenimiento rápido y seguro de dicho equipo. Cuando haya expuestas partes energizadas, el espacio de trabajo mínimo no debe ser inferior a 2 m de altura (medidos verticalmente desde el piso o plataforma) ni inferior a 0,9 m de ancho (medidos paralelamente al equipo). La profundidad debe ser la que requiera la Sección 110-34(a). En todos los casos, el espacio de trabajo debe ser suficiente para permitir como mínimo una abertura de 90° de las puertas o paneles abisagrados.

**110-33. Entrada y acceso al espacio de trabajo**

**a) Entrada.** Para dar acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico, debe haber por lo menos una entrada no-inferior a 60 cm de ancho y a 2 m de alto.

En los tableros de distribución y paneles de control de más de 1,80 m de ancho, debe haber una entrada en cada extremo de dicho equipo.

***Excepción 1:*** *Si el lugar permite una salida continua y libre.*

***Excepción 2:*** *Si el espacio de trabajo requerido en la Sección 110-16(a) se duplica.*

El espacio de trabajo con una entrada debe estar situado de modo que el borde de la entrada más cercana al equipo esté a la distancia mínima dada en la Tabla 110-34(a) desde dicho equipo.

Cuando haya partes energizadas desnudas de cualquier tensión eléctrica o partes energizadas aisladas de más de 600 V nominales a tierra cerca de dichas entradas, deben estar adecuadamente protegidas.

**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, entresuelos o en los áticos o cuartos en las terrazas.

**110-34. Espacio de trabajo y protección**

**a) Espacio de trabajo.** El espacio de trabajo libre mínimo en dirección del acceso a las partes vivas de una instalación eléctrica, tales como tableros de distribución, paneles de control, medios de desconexión, interruptores automáticos, controladores de motores, relés y equipo similar, no debe ser inferior al especificado en la Tabla 110-34(a), a no ser que se especifique otra cosa en esta NOM. Las distancias se deben medir desde las partes vivas, si están expuestas o desde el frente o abertura de la envolvente si están encerradas.

**Tabla 110-34(a). Profundidad mínima del espacio de trabajo en una instalación eléctrica**

| Tensión eléctrica nominal a tierra (V) | Distancia mínima (m) | | |
|---|---|---|---|
| | Condición 1 | Condición 2 | Condición 3 |
| 601-2500 | 0,90 | 1,2 | 1,5 |
| 2501-9000 | 1,2 | 1.5 | 1,8 |
| 9001-25000 | 1,5 | 1,8 | 2,7 |
| 25001-75 kV | 1,8 | 2,4 | 3,0 |
| más de 75 kV | 2,4 | 3,0 | 3,6 |

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 madera u otros materiales aislantes adecuados. No se consideran partes vivas los cables o barras aislados que funcionen a no más de 300 V.
2. Partes vivas expuestas a un lado y conectadas a tierra al otro lado. Las paredes de concreto, tabique o azulejo se consideran superficies conectadas a tierra.
3. Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no-protegidas como está previsto en la Condición 1), con el operador entre ambas.

***Excepción:*** *No se requiere espacio de trabajo en la parte posterior de conjuntos tales como tableros de distribución de frente muerto o centros de control de motores en los que no haya partes intercambiables o ajustables tales como fusibles o conmutadores en su parte posterior, y donde todas las conexiones estén accesibles desde lugares que no sean la parte posterior. Cuando se requiera acceso posterior para trabajar en partes no-energizadas de la parte posterior del equipo encerrado, debe existir un espacio mínimo de trabajo de 0,8 m en horizontal.*

**b) Separación de instalaciones de baja tensión.** Cuando haya instalados desconectadores, cortacircuitos u otro equipo que funcione a 600 V nominales o menos, en un cuarto o resguardo donde haya expuestas partes vivas o cables expuestos a más de 600 V nominales, la instalación de alta tensión se debe separar eficazmente del espacio ocupado por los equipos de baja tensión mediante un muro de tabique, cerca o pantalla adecuados.

***Excepción:*** *Está permitido instalar desconectadores u otros equipos que funcionen a 600 V nominales o menos y que pertenezcan sólo a equipo dentro del cuarto, bóveda o envolvente de alta tensión en ese cuarto, bóveda o envolvente si sólo es accesible a personas calificadas.*

**c) Cuartos o envolventes cerrados.** Las entradas a todos los edificios, cuartos o envolventes que contengan partes vivas expuestas o conductores que operen a más de 600 V nominales, se deben mantener cerradas con llave.

***Excepción****: Cuando dichas entradas estén en todo momento bajo la supervisión de una persona calificada.*

Cuando la tensión eléctrica supere 600 V nominales, debe haber señales preventivas permanentes y visibles en las que se indique lo siguiente:

"PELIGRO-ALTA TENSIÓN ELÉCTRICA-PROHIBIDA LA ENTRADA".

**d) Iluminación.** Debe haber iluminación apropiada en todos los espacios de trabajo alrededor del equipo eléctrico. Las cajas de salida para iluminación deben estar dispuestas de manera que las personas que cambien las lámparas o hagan reparaciones en el sistema de iluminación, no corran peligro por las partes vivas u otros equipos activos.

Los interruptores 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 al accionarlos.

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

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

| Tensión eléctrica nominal entre fases (V) | Altura (m) |
|---|---|
| 601-7500 | 2,60 |
| 7501-35000 | 2,75 |
| Más de 35000 | 2,7+ 0,01 por cada kV arriba de 35 |

**110-40. Límites de temperatura en las terminales.** Se permite que la capacidad de conducción de corriente de los conductores sea calculada de acuerdo con lo indicado en las Tablas 310-67 a 310-86, tomando como base que terminan en dispositivos clasificados a 90 °C, a menos que otra cosa se especifique.

## CAPÍTULO 2 (4.2) ALAMBRADO Y PROTECCIÓN

### ARTÍCULO 200 - USO E IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES PUESTOS A TIERRA

**200-1. Alcance.** En este Artículo se establecen los requisitos para (1) identificación de las terminales; (2) conductores puestos a tierra en el sistema de alambrado de usuarios; y (3) identificación de los conductores puestos a tierra.

**NOTA:** Véase el Artículo100, definiciones de "Conductor puesto a tierra" y "Conductor de puesta a tierra".

**200-2. General.** Los sistemas de alambrado de usuarios deben tener un conductor puesto a tierra que se identifique según 200-6.

***Excepción:*** *Los circuitos e instalaciones exentos o prohibidos por las excepciones de 210-10, 215-7, 250-3, 250-5, 250-7, 503-13, 517-63, 668-11, 668-21 y 690-41.*

Cuando el conductor puesto a tierra esté aislado, el material del aislamiento debe ser (1) adecuado, además de una identificación del color, para cualquier otro conductor de fase del mismo circuito, o circuitos de menos de 1000 V o del neutro de instalaciones con neutro puesto a tierra a través de impedancia, de 1 kV y más, o (2) de una clasificación no-inferior a 600 V para sistemas con neutro conectado sólidamente a tierra, de 1 kV y más, tal como se describen en 250-152(a).

**200-3. Conexión a sistemas puestos a tierra.** Los sistemas de alambrado de usuarios no se deben conectar eléctricamente a la red de suministro, a no ser que esta última contenga, para cualquier conductor puesto a tierra de la instalación interior, un correspondiente conductor puesto a tierra.

Para los fines de esta Sección, "conectado eléctricamente" quiere decir conectado de modo que sea capaz de transportar corriente, a diferencia de la conexión mediante inducción electromagnética.

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

**a) De tamaño nominal 13,3 mm$^2$ (6 AWG) o inferior.** Un conductor puesto a tierra aislado de tamaño nominal 13,3 mm$^2$ (6 AWG) o inferior, se debe identificar por medio de un forro exterior continuo blanco o gris claro, que le cubra en toda su longitud.

***Excepción 1:*** *Los cables de varios conductores aislados con tela barnizada.*

***Excepción 2:*** *Los cables de aparatos eléctricos, como se indica en el Artículo 402.*

***Excepción 3:*** *Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo será atendida por personas calificadas, se permite que los conductores puestos a tierra en cables multiconductores estén identificados permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una clara marca blanca u otro medio igualmente eficaz.*

***Excepción 4:*** *El conductor puesto a tierra de un cable con forro metálico y aislamiento mineral, se debe identificar en el momento de la instalación mediante marcas claras en sus extremos.*

***Excepción 5:*** *Un cable con un solo conductor 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, se debe identificar en el momento de la instalación mediante una clara marca blanca en todos sus extremos.*

Para cables aéreos, la identificación se debe hacer como se indica anteriormente o por medio de una marca situada en el exterior del cable y que lo identifique.

Se debe considerar que cumplen lo establecido en esta Sección los cables de cubierta exterior que presenten un color blanco o gris claro, con hilos de color en su blindaje que permitan identificar su origen o fabricante.

**b) Tamaños nominales superiores a 13,3 mm$^2$ (6 AWG).** Un conductor aislado y puesto a tierra de 13,3 mm$^2$ (6 AWG) o superior, se debe identificar por medio de un forro exterior continuo blanco o gris claro, que le cubra en toda su longitud, o por una marca clara blanca en sus extremos en el momento de la instalación. Está permitido que los cables planos multiconductores de 21,15 mm$^2$ (4 AWG) o mayores, lleven una marca por encima del conductor puesto a tierra.

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

**c) Cordones flexibles.** Un conductor aislado que se usa como conductor puesto a tierra, si está contenido dentro de un cordón flexible, se debe identificar mediante un forro externo blanco o gris claro o por los métodos permitidos en 400-22.

**d) Conductores de distintas instalaciones puestos a tierra.** Cuando se instalen en la misma canalización, cable, caja, canal auxiliar u otro tipo de envolvente, conductores de diferentes sistemas, el conductor puesto a tierra del sistema, en caso de ser necesario, deberá tener el forro exterior conforme a lo establecido en 200-6(a) o (b). Cada conductor puesto a tierra de otro sistema, en caso de ser necesario, deberá tener un forro exterior blanco con una tira de distinto color (menos verde) claramente distinguible, que vaya a lo largo de todo el aislamiento, o mediante otro medio de identificación permitido en 200-6(a) o (b) que distinga cada conductor puesto a tierra del sistema.

**200-7. Uso del color blanco o gris claro.** Sólo se debe utilizar un forro continuo blanco o gris claro en un conductor, o una marca de color blanco o gris claro en un extremo para identificar el conductor puesto a tierra.

***Excepción 1:*** *Se permite un conductor aislado con forro blanco o gris claro como conductor no puesto a tierra, cuando se identifique permanentemente para indicar su uso, mediante pintura u otro medio eficaz en sus extremos y en todos los lugares en donde el conductor sea visible y accesible.*

***Excepción 2:*** *Se permite un cable que contenga un conductor aislado con acabado exterior blanco o gris claro en curvas de interruptores unipolares de tres o cuatro vías, cuando el conductor blanco o gris claro se use para alimentar al interruptor, pero no como conductor de retorno desde el interruptor a la salida que alimenta. En estas aplicaciones no es necesario identificar el conductor blanco o gris claro.*

***Excepción 3:*** *Se permite un cordón flexible para conectar un aparato eléctrico que lleve un conductor identificado por su acabado exterior blanco o gris claro, o por cualquier otro medio permitido por 400-22, tanto si la toma de corriente a la que se encuentre conectado está alimentada por un circuito con conductor puesto a tierra como si no lo está.*

***Excepción 4:*** *Sólo si se requiere un conductor puesto a tierra blanco o gris claro en circuitos de menos de 50 V, según se establece en 250-5(a).*

**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 será 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 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.

***Excepción. 1:*** *Cuando la conexión eléctrica de una terminal proyectada para conectarla al conductor puesto a tierra, sea claramente evidente.*

***Excepción 2:*** *Las terminales de los paneles de alumbrado y control de los circuitos derivados de iluminación y aparatos eléctricos.*

***Excepción 3:*** *Los dispositivos con capacidad nominal de más de 30 A, excepto las clavijas de conexión con polaridad y las bases de toma de corriente con polaridad para aparatos eléctricos, tal como se exige en 200-10(b).*

**b) Bases y clavijas de toma de corriente y conectadores.** En las bases de toma de corriente, clavijas de aparatos eléctricos con polaridad y conectadores de cordones para toma de corriente con polaridad, debe identificarse la terminal destinada para su conexión al conductor puesto a tierra (blanco o gris claro).

La identificación se debe hacer por un metal o recubrimiento metálico de color blanco o con la palabra "blanco" o la letra "B" situada cerca de la terminal identificada.

Si la terminal no es visible, el orificio de entrada del conductor para la conexión se debe pintar de blanco o marcar con la palabra "blanco" o la letra "B"

***Excepción:*** *No es necesario identificar las terminales de las tomas de corriente para aparatos eléctricos de dos conductores sin polaridad.*

> **NOTA:** Véase 250-119, identificación de las terminales de conexión de los conductores de puesta a tierra de equipos y aparatos eléctricos.

**c) Casquillos roscados.** En los aparatos eléctricos con casquillos roscados, la terminal del conductor puesto a tierra debe ser conectada al casquillo.

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

**e) Aparatos eléctricos.** Los aparatos eléctricos 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 (1) por medio de instalación permanente o (2) por medio de cordones con clavija para aparatos eléctricos instalados en campo con tres o más conductores (incluido el conductor de puesta a tierra del equipo), deben llevar medios para identificar la terminal del conductor del circuito puesto a tierra (si lo hubiera).

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

## ARTÍCULO 210-CIRCUITOS DERIVADOS

### A. Disposiciones generales

**210-1. Alcance.** Este Artículo cubre a los circuitos derivados, excepto aquéllos que alimenten únicamente motores, los cuales se cubren en el Artículo 430. Las disposiciones de este Artículo y del 430 se aplican a los circuitos derivados con cargas combinadas.

***Excepción:*** *Los circuitos derivados para celdas electrolíticas, tal como se describen en 668-3(c), Excepciones 1 y 4.*

**210-2. Otros Artículos para circuitos derivados con propósitos específicos.** Los circuitos derivados deben cumplir este Artículo y también las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM. Las disposiciones de los circuitos derivados que alimentan equipos de la siguiente lista, modifican o complementan las disposiciones de este Artículo y se deben aplicar a los circuitos derivados referidos en las mismas:

| Concepto | Artículo | Sección |
|---|---|---|
| Anuncios luminosos y alumbrado de realce | | 600-6 |
| Barras colectoras | | 364-9 |
| Casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos de casas móviles | 550 | |
| Circuitos y equipos que funcionan a menos de 50 V | 720 | |
| Circuitos de control remoto, señales y con limitación de corriente de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 | 725 | |
| Computadoras electrónicas/equipo de proceso de datos | | 645-5 |
| Distribución en circuito cerrado y de corriente programada | 780 | |
| Elevadores, montacargas, escaleras y pasillos móviles, elevadores para sillas de ruedas | | 620-61 |
| Equipo de aire acondicionado y refrigeración | | 440-6<br>440-31<br>440-32 |
| Equipo de calefacción central, excepto de calefacción central eléctrica fija | | 422-7 |
| Equipo de calefacción central eléctrica fija | | 424-3 |
| Equipo de calefacción industrial por lámparas de infrarrojos | | 422-15<br>424-3 |
| Equipo de calefacción por inducción y dieléctrico | 665 | |
| Equipo eléctrico exterior fijo de deshielo y fusión de la nieve | | 426-4 |
| Equipo de grabación, de sonido y similares | | 640-6 |
| Equipo de rayos X | | 660-2<br>517-73 |
| Estudios cinematográficos y de TV y locales similares | 530 | |
| Grúas y elevadores | | 610-42 |
| Máquinas de soldar eléctricas | 630 | |
| Marinas y muelles de yates | | 555-4 |
| Motores, circuitos de motores y controladores | 430 | |
| Organos de tubos | | 650-6 |
| Sistemas de alarma contra incendios | 760 | |
| Tableros de distribución y paneles de alumbrado y control | | 384-32 |
| Teatros, zonas de espectadores en estudios cinematográficos y de televisión y locales similares | | 520-41<br>520-52<br>520-62 |
| Vehículos recreativos y estacionamientos de vehículos recreativos | 551 | |

**210-3. Clasificación.** Los circuitos derivados de los que trata este Artículo se deben clasificar según la capacidad de conducción de corriente máxima, o según el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente. La clasificación de los circuitos derivados que no sean individuales debe ser de 15, 20, 30, 40 y 50 A. Cuando se usen por cualquier razón conductores de mayor capacidad de conducción de corriente, la clasificación del circuito debe estar determinada por la capacidad nominal o por el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

***Excepción:*** *Está permitido que los circuitos derivados con varias tomas de corriente eléctrica de más de 50 A, suministren electricidad a cargas que no sean para alumbrado en instalaciones industriales, donde el mantenimiento y la supervisión permitan que los equipos sean revisados exclusivamente por personas calificadas.*

**210-4. Circuitos derivados multiconductores**

**a) General.** Los circuitos derivados reconocidos en este Artículo se permitirán como circuitos multiconductores. Se puede considerar un circuito derivado multiconductor como varios circuitos derivados. Todos los conductores se deben originar en el mismo panel de alumbrado y control.

> **NOTA:** Una instalación tres fases cuatro conductores de un sistema conectado en estrella, utilizada para suministrar energía eléctrica a cargas no lineales, puede requerir que el sistema esté diseñado para permitir altas corrientes armónicas en el neutro.

**b) Unidades de vivienda.** En las unidades de vivienda, un circuito derivado multipolar que suministre electricidad a más de un dispositivo o equipo en la misma salida, debe estar provisto con un medio para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase en el panel de alumbrado y control de donde se origine el circuito derivado.

**c) Carga de línea a neutro.** Los circuitos derivados multiconductores sólo deben suministrar cargas de línea a neutro.

***Excepción 1:*** *Un circuito derivado multipolar que suministre corriente eléctrica 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.*

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

**d) Identificación de los conductores no-puestos a tierra.** Cuando haya en un edificio más de un sistema de tensión eléctrica, cada conductor de fase de cada sistema deberá estar identificado por fase y por sistema.

El medio de identificación se debe colocar permanentemente en cada panel de alumbrado y control de cada circuito derivado.

**NOTA:** El medio de identificación de cada conductor de fase del sistema, siempre que sea accesible, puede ser a través de un código de colores independiente, cinta de marcar, etiqueta u otro medio eficaz. En cuanto a las marcas de los circuitos activos, véanse 215-8, 230-56 y 384-3(e).

**210-5. Códigos de colores de los circuitos derivados**

**a) Conductor puesto a tierra.** El conductor puesto a tierra de un circuito derivado se debe identificar mediante un color continuo blanco o gris claro. Cuando en la misma canalización, caja, canal auxiliar u otro tipo de envolvente haya conductores de distintos sistemas, si se requiere que un conductor del sistema esté puesto a tierra, deberá tener forro exterior de color blanco o gris claro. Los conductores puestos a tierra de los demás sistemas, si son necesarios, deberán tener forro exterior de color blanco con una tira de color identificable (que no sea verde) que vaya a lo largo del aislamiento o por cualquier otro medio de identificación.

***Excepción 1:*** *El conductor puesto a tierra de un cable con forro metálico y aislamiento mineral se debe identificar en el momento de la instalación mediante marcas claras en sus extremos.*

***Excepción 2:*** *Lo permitido en 206(a), Excepción 3 y en la Excepción de 206(b).*

**b) Conductor de puesta a tierra de los equipos.** El conductor de puesta a tierra de los equipos de un circuito derivado, se debe identificar por un color verde continuo o un color verde continuo solamente o con una o más franjas amarillas, excepto si está desnudo.

***Excepción:*** *Lo permitido en las Excepciones 1 y 4 de 250-57(b), y en las Excepciones 1 y 2 de 310-12(b).*

**210-6. Limitaciones de tensión de los circuitos derivados**

**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 eléctrica no debe superar 127 V nominales, entre los conductores que suministren corriente eléctrica a los terminales de:

**1)** Elementos de alumbrado.

**2)** Cargas de 1440 VA nominales o menos o de menos de 187 W (¼ CP), conectadas con cordón y clavija.

**b) De 127 V entre conductores.** Está permitido que los circuitos que no superen 127 V nominales entre conductores suministren corriente eléctrica a:

**1)** Los terminales de portalámparas que estén dentro de su tensión eléctrica nominal.

**2)** Los equipos auxiliares de lámparas de descarga.

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

**c) De 277 V a tierra.** Está permitido que los circuitos que superen 127 V nominales entre conductores sin superar 277 V nominales a tierra, suministren corriente eléctrica a:

**1)** Luminarias tipo de descarga eléctrica, debidamente aprobadas y listadas.

**2)** Luminarias tipo incandescente aprobadas y listadas, provistas de casquillo roscado, alimentadas de un autotransformador que forme parte integral de la unidad y la terminal roscada externa esté eléctricamente conectada al conductor puesto a tierra del circuito derivado.

**3)** Equipo de alumbrado equipado con casquillos roscados de base mogul.

**4)** Los casquillos distintos a los roscados, dentro de su tensión eléctrica nominal.

**5)** Equipo auxiliar de lámparas de descarga.

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

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

**1)** Equipo auxiliar de lámparas de descarga montadas en elementos de instalación permanente, cuando esos elementos estén montados de acuerdo con alguno de los siguientes métodos:

**a.** A no-menos de 6,7 m 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 5,5 m de altura en otras estructuras, como túneles.

**2)** Equipo de utilización conectado permanentemente o con cordón y clavija.

**NOTA:** Véanse en 410-78, limitaciones para equipo auxiliar.

***Excepción 1*** *a los anteriores Incisos (b), (c) y (d): Los casquillos de lámparas infrarrojas para calefacción industrial, como se establece en 422-15(c).*

***Excepción 2*** *a los anteriores Incisos (b), (c) y (d): En instalaciones ferroviarias, como se describe en 110-19.*

**210-7. Receptáculos y conectadores para cordones**

**a) Con conexión de puesta a tierra.** Los receptáculos instalados en circuitos derivados de 15 y 20 A deben ser con conexión de puesta a tierra. Los receptáculos con conexión de puesta a tierra se deben instalar sólo en circuitos para la tensión y corriente eléctricas para las cuales están clasificados, excepto lo establecido en las Tablas 210-21(b)(2) y (b)(3).

***Excepción:*** *Los receptáculos sin conexión de puesta a tierra instalados de acuerdo con lo indicado en 210-7(d).*

**b) Para conectar a tierra.** Los receptáculos y conectadores para cordones que tengan contactos de conexión de puesta a tierra, deben tener esos contactos puestos a tierra eficazmente.

***Excepción 1:*** *Los receptáculos montados en generadores portátiles e instalados en vehículos, según 250-6.*

***Excepción 2:*** *Los receptáculos de repuesto, tal como se permite en 210-7(d).*

**c) Métodos de puesta a tierra.** Los contactos de tierra de los receptáculos y los conectadores para cordones se deben poner a tierra conectándolos al conductor de puesta a tierra del equipo del circuito de suministro del receptáculo o del conectador.

**NOTA:** Véanse los requisitos de instalación para la reducción del ruido eléctrico, Sección 250-74 Excepción 4.

El método de instalación del circuito derivado debe incluir o tener previsto un conductor de puesta a tierra para equipo, al cual se deben conectar los contactos de puesta a tierra del receptáculo o el conectador de cordón.

**NOTA 1:** En 250-91(b) se describen medios aceptables de puesta a tierra.

**NOTA 2:** Para las ampliaciones de los circuitos derivados existentes, véase 250-50.

**d) Reemplazo de receptáculos.** Cuando se reemplacen receptáculos se debe cumplir las siguientes condiciones (1), (2) y (3) cuando proceda.

**1)** Cuando haya instalado un medio de puesta a tierra o un conductor de puesta a tierra en la envolvente del receptáculo, según la Excepción de la Sección 250-50(b), se deben utilizar receptáculos con conexión de puesta a tierra y se deben conectar al conductor de tierra, según 210-7(c) o de acuerdo a la Excepción de 250-50(b).

**2)** Cuando se reemplacen receptáculos protegidos con interruptor de falla a tierra, deben ser sustituidos sólo por otros del mismo tipo, en donde sea requerido por esta NOM.

**3)** Cuando no haya conductor de puesta a tierra en la envolvente del receptáculo, la instalación debe cumplir las siguientes condiciones:

**a.** Está permitido reemplazar los receptáculos sin conexión de puesta a tierra por otros receptáculos sin conexión de puesta a tierra.

**b.** Está permitido sustituir los receptáculos sin conexión de puesta a tierra por los de tipo protegidos con interruptor de falla a tierra. Estos receptáculos deben llevar la marca "Sin conexión de puesta a tierra". No se debe conectar un conductor de puesta a tierra de equipo, desde el receptáculo protegido con interruptor de falla a tierra a cualquier salida alimentada desde este receptáculo.

**c.** Está permitido reemplazar receptáculos sin conexión de puesta a tierra por otros del tipo con conexión de puesta a tierra, cuando estén alimentados a través de un interruptor con protección de falla a tierra. Los receptáculos con conexión de puesta a tierra alimentados a través de interruptores con protección de falla a tierra deben estar marcados con la indicación

"CON PROTECCIÓN DE FALLA A TIERRA" y "SIN CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA".

No se debe conectar un conductor de puesta a tierra de equipo entre dos receptáculos con toma de tierra.

**e) Equipo conectado con cordón y clavija.** La instalación de receptáculos con conexión de puesta a tierra no se debe usar como requisito para que todos los equipos conectados con cordón y clavija sean con conexión de puesta a tierra.

**NOTA:** En 250-45 se establece los equipos conectados con cordón y clavija que deben llevar conexión de puesta a tierra.

**f) Tipo no intercambiable.** Los receptáculos conectados a circuitos que tengan distintas tensiones, frecuencia o tipo de corriente eléctricas (c.a. o c.c.) en el mismo edificio, deben estar diseñados de tal forma que las clavijas de conexión utilizadas en esos circuitos no sean intercambiables.

**210-8. Protección de las personas mediante interruptores con protección de falla a tierra**

**NOTA:** Véase en 215-9 la protección mediante interruptores con protección de falla a tierra en los circuitos alimentadores.

**a) Unidades de vivienda.** Todos los receptáculos en instalaciones monofásicas de 120 o 127 V de 15 y 20 A, instalados en los lugares que se especifican a continuación, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor con protección de falla a tierra:

**1)** Las de los cuartos de baño.

**2)** Las de las cocheras y partes de las construcciones sin terminar situadas a nivel del piso, que se utilicen como zonas de almacén o de trabajo.

***Excepción 1:*** *Los receptáculos que no sean fácilmente accesibles.*

***Excepción 2:*** *Un receptáculo sencillo o doble para dos aparatos eléctricos, situado dentro de un espacio especial para cada aparato eléctrico que en uso normal no se desplace fácilmente de un lugar a otro y que vaya conectado con un cordón con clavija, según 400-7(a)(6), (7) u (8).*

Se considera que los receptáculos instalados bajo las excepciones de 210-8(a)(2), no cumplen los requisitos indicados en 210-52(g).

**3)** En exteriores.

***Excepción:*** *Está permitido instalar receptáculos que no sean fácilmente accesibles y estén alimentados desde un circuito derivado especial para equipos de deshielo o fusión de nieve, según establece el Artículo 426, sin protección para las personas mediante interruptor con protección de circuitos por falla a tierra.*

**4)** Las galerías donde sólo se puede circular a gatas, cuando estén al nivel del piso o inferiores.

**5)** Sótanos sin acabados. Para los fines de esta Sección, se definen los sótanos sin acabado como las partes o zonas del sótano que no estén pensadas como habitaciones, limitadas a zonas de almacén, de trabajo o similar.

***Excepción 1:*** *Los receptáculos que no estén fácilmente accesibles.*

***Excepción 2:*** *Un receptáculo sencillo o doble para dos aparatos eléctricos, situado dentro de un espacio especial para cada aparato eléctrico, que en uso normal no se desplace fácilmente de un lugar a otro y que vaya conectado con un cordón con clavija, según se indica en 400-7(a)(6), (7) u (8).*

Se considera que los receptáculos instalados bajo las excepciones de 210-8(a)(5), no cumplen los requisitos indicados en 210-52(g).

**6)** Cocinas. Cuando los receptáculos estén instalados en la superficie del mueble de cocina.

**7)** Fregaderos. Cuando los receptáculos estén instalados para servir aparatos eléctricos situados en las barras y situados a menos de 1,83 m del borde exterior del fregadero o superficie metálica que esté en contacto con el mismo.

**b) Edificios que no sean viviendas.** Todos los receptáculos en instalaciones monofásicas de 120 o 127 V y de 15 y 20 A, instalados en los lugares que se especifican a continuación, deben proteger a las personas mediante interruptor con protección de falla a tierra:

**1)** Cuartos de baño.

**2)** Azoteas.

**210-9. Circuitos en derivación 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 de la instalación de suministro del autotransformador.

***Excepción 1:*** *Se permite un autotransformador que prolongue o añada un circuito derivado para una carga sin conexión a un conductor similar de puesta a tierra, cuando transforme de 208 V a 240 V nominales o de 240 V a 208 V.*

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

**210-10. Conductores de fase derivados a sistemas puestos a tierra.** Se permite la existencia de circuitos de c.c. de dos conductores y de c.a. de dos conductores o multiconductores sin conexión a tierra, derivados de los conductores sin conexión a tierra de circuitos que tengan un conductor neutro puesto a tierra. Los dispositivos de interrupción de cada circuito derivado, deben tener un polo en cada conductor sin conexión a tierra. Todos los polos de los distintos dispositivos de desconexión deben poder conmutar manualmente cuando dichos dispositivos sirvan también como medios de desconexión, tal como se exige en 410-48 para portalámparas conmutados de dos polos; en 410-54(b) para dispositivos de interrupción de equipo auxiliar de lámparas de descarga; en 422-21(b) para aparatos eléctricos; en 424-20 para sistemas de calefacción eléctrica fijos; en 426-51 para equipos eléctricos de deshielo y fusión de la nieve; en 430-85 para controladores de motores y en 430-103 para motores.

### B. Clasificación de los circuitos derivados

**210-19. Conductores: Tamaño nominal del conductor y capacidad de conducción de corriente mínimos**

**a) General.** Los conductores de los circuitos derivados deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la carga máxima que alimentan. Además, los conductores de circuitos derivados de salidas múltiples que alimenten a receptáculos para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija, deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la capacidad nominal del circuito derivado. Los cables armados cuyo conductor neutro sea más pequeño que los conductores de fase, deben marcarse de esa manera (indicando el tamaño del neutro).

**NOTA 1:** Para la clasificación de los conductores por su capacidad de conducción de corriente, véase 310-15.

**NOTA 2:** Para la capacidad de conducción de corriente mínima de los conductores de los circuitos derivados de motores, véase la parte B del Artículo 430.

**NOTA 3:** Para las limitaciones de temperatura de los conductores, véase 310-10.

**NOTA 4:** Los conductores de circuitos derivados como están definidos en el Artículo 100, dimensionados para evitar una caída de tensión eléctrica superior a 3% en la salida más lejana que alimente a cargas de calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión eléctrica de los circuitos alimentadores y derivados hasta la toma de corriente eléctrica más lejana no supere 5%, proporcionarán una razonable eficacia de

funcionamiento. Para la caída de tensión eléctrica de los conductores de los circuitos alimentadores, véase 215-2.

**b) Estufas y aparatos eléctricos de cocina domésticos.** Los conductores de los circuitos derivados de estufas domésticas, hornos montados en la pared y otros aparatos eléctricos de cocina domésticos, deben tener una capacidad de conducción de corriente no-inferior a la nominal del circuito derivado y no-inferior a la carga máxima que deban alimentar. Para estufas de 8,75 kW o más, la capacidad mínima del circuito derivado debe ser de 40 A.

***Excepción 1:*** *Los conductores en derivación para estufas eléctricas, hornos eléctricos montados en la pared y cocinas eléctricas, en circuitos de 50 A, deben tener una capacidad de conducción de corriente no-inferior a 20 A y suficiente para las cargas que alimenten. Las derivaciones no deben ser más largas de lo necesario para que lleguen al equipo.*

***Excepción 2:*** *Está permitido que el conductor neutro de un circuito derivado de tres conductores para alimentar una cocina eléctrica doméstica 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 kW o más se haya calculado según la columna A de la Tabla 220-19, pero debe tener una capacidad de conducción de corriente no-inferior a 70% de la capacidad nominal del circuito derivado y tamaño nominal no-inferior a 5,26 mm$^2$ (10 AWG).*

**c) Otras cargas.** Los conductores de circuitos derivados que suministren energía a cargas distintas de aparatos eléctricos de cocina, tal como se indica en el inciso anterior (b) y los contenidos en 210-2, deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para las cargas conectadas y tamaño nominal no- inferior a 2,082 mm$^2$ (14 AWG).

***Excepción 1:*** *Los conductores derivados para esas cargas deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a 15 A en los circuitos de capacidad nominal menor de 40 A, y no-menor a 20 A en los circuitos de capacidad nominal de 40 o 50 A, y sólo cuando esos conductores sirvan a cualquiera de las siguientes cargas:*

***a****. Portalámparas individuales o dispositivos individuales cuyas tomas de corriente eléctrica no sobresalgan más de 457 mm de cualquier parte del casquillo o portalámparas.*

***b.*** *Aparatos eléctricos con conductores de derivación como se indica en 410-67.*

***c.*** *Tomas de corriente eléctrica individuales que no sean receptáculos, con derivaciones no-mayores a 457 mm de largo.*

***d.*** *Aparatos de calefacción industrial por lámparas de infrarrojos.*

***e.*** *Terminales no-calentadoras de alfombras y cables derretidores de nieve y de deshielo.*

***Excepción 2:*** *Los cables y cordones de aparatos, como están permitidos en 240-4.*

**210-20. Protección contra sobrecorriente.** Los conductores de circuitos derivados y equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad nominal o ajuste (1) que no exceda la especificada en la sección 240-3 para los conductores, (2) que no exceda a la especificada en los Artículos aplicables de la sección 240-2 para equipo y (3) lo establecido para dispositivos de salida en 210-21.

***Excepción 1:*** *Está permitido que los conductores en derivación permitidos en 210-19(c) estén protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.*

***Excepción 2:*** *Los cables y cordones de aparatos, como están permitidos en 240-4.*

**NOTA:** Para protección contra sobrecorriente, véase 240-1. Para cargas continuas, véanse 210-22 y 220-3.

**210-21. Dispositivos de salida.** Los dispositivos de salida deben tener una capacidad nominal de corriente eléctrica no-menor a 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 A nominales, los portalámparas deben ser del tipo para trabajo pesado. Un portalámparas para servicio pesado debe tener una potencia nominal no-inferior a 600 W si es de tipo medio y no-inferior a 750 W si es de cualquier otro tipo.

**b) Receptáculos**

**1)** Un receptáculo sencillo instalado en un circuito derivado individual, debe tener una capacidad nominal no-menor a la de dicho circuito.

***Excepción 1:*** *Si está instalado según se indica en 430-81(c).*

***Excepción 2:*** *Está permitido que un receptáculo instalado exclusivamente para usar un equipo de soldadura por arco conectado con cordón y clavija, tenga una capacidad nominal de corriente eléctrica no-inferior a la capacidad de conducción de corriente mínima de los conductores del circuito derivado, determinada como se establece en 630-11(a) para las máquinas de soldar por arco con transformador de c.a. y rectificador de c.c., y en 630-21(a) para las máquinas de soldar por arco tipo motogenerador.*

**2)** Cuando estén conectados a un circuito derivado que suministre energía, a dos o más receptáculos o salidas, un receptáculo no debe alimentar a una carga total de aparatos eléctricos conectados con cordón y clavija, que exceda el máximo especificado en la Tabla 210-21(b)(2).

**3)** Cuando se conecten a un circuito derivado, que alimente a dos o más receptáculos o salidas, la capacidad nominal de los receptáculos debe corresponder a los valores de la Tabla 210-21(b)(3) o, si es de más de 50 A, la capacidad nominal del receptáculo no debe ser inferior a la capacidad nominal del circuito derivado.

***Excepción:*** *Se permite que receptáculos de salidas instaladas exclusivamente para usar una o más máquinas de soldar por arco conectado con cordón y clavija, tenga una capacidad nominal no inferior a la capacidad de conducción de corriente mínima de los conductores del circuito derivado, tal como se permite en 630-11(a) o (b) para las máquinas de soldar por arco con transformador de c.a. y rectificador de c.c., y en 630-21(a)o (b) para las máquinas de soldar por arco accionadas por motogenerador.*

**4)** Se permite que la capacidad nominal de un receptáculo para estufa se base en la carga demandada de una sola estufa, tal como se especifica en la Tabla 220-19.

**210-22. Cargas máximas.** La carga total no debe exceder la capacidad nominal del circuito derivado y no debe exceder las cargas máximas especificadas en 210-22 (a) a (c), en las condiciones allí indicadas.

**a) Cargas operadas por motores y combinadas.** Cuando un circuito suministra energía sólo a cargas operadas por motores, se debe aplicar el Artículo 430. Cuando un circuito suministre energía sólo a equipo de aire acondicionado, de refrigeración o ambos, se debe aplicar el Artículo 440. En circuitos que suministren energía a cargas consistentes en equipo de utilización fijo con motores de más de 93,25 W (1/8 CP), junto con otras, la carga total calculada debe ser 125% de la carga del motor más grande, más la suma de todas las demás.

**b) Cargas inductivas de alumbrado.** Para los circuitos que suministren energía a equipo de alumbrado con balastros, reactores, transformadores o autotransformadores, la carga calculada se debe basar en la capacidad nominal total de dichas unidades y no en la potencia (W) total de las lámparas.

**c) Otras cargas.** La capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados que alimenten a cargas continuas, tales como el alumbrado de las tiendas y cargas similares, no debe ser inferior a la carga no-continua más 125% de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, sin aplicación de ningún factor de ajuste, deberá tener una capacidad de conducción de corriente igual o superior a la de la carga no-continua más 125% de la carga continua.

***Excepción:*** *Los circuitos alimentados por un conjunto que, junto con sus dispositivos de protección contra sobrecorriente, estén aprobados y listados para funcionamiento continuo a 100% de su capacidad nominal.*

Se acepta aplicar factores de demanda para cargas de estufas de acuerdo con lo indicado en la Tabla 220-19, incluida la Nota 4.

**210-23. Cargas permisibles.** En ningún caso la carga debe exceder a la capacidad nominal del circuito derivado. Estará permitido que un circuito derivado individual suministre energía a cualquier tipo de carga dentro de su valor nominal. Un circuito derivado que suministre energía a dos o más salidas o receptáculos, sólo debe alimentar a las cargas especificadas de acuerdo con el tamaño nominal del conductor en los siguientes incisos (a) a (d) y resumidas en 210-24 y en la Tabla 210-24.

**a) Circuitos derivados de 15 y 20 A.** Se permite que los circuitos derivados de 15 o 20 A alimenten a unidades de alumbrado, otros equipos de utilización o una combinación de ambos. La capacidad nominal de cualquier equipo de utilización conectado mediante cordón y clavija no debe superar 80% de la capacidad nominal del circuito derivado. Cuando el equipo alimente a unidades de alumbrado o a equipos de utilización con cable y clavija no-fijos o a ambos a la vez, la capacidad nominal total del equipo de utilización fijo no debe superar 50% de la capacidad nominal del circuito derivado.

***Excepción:*** *Los circuitos derivados para aparatos eléctricos pequeños y el circuito derivado para lavadora de las unidades de vivienda, especificados en 220-4(b) y (c), sólo deben alimentar a las salidas de receptáculos especificadas en dicha Sección.*

**b) Circuitos derivados de 30 A.** Se permite que los circuitos derivados de 30 A suministren energía a unidades fijas de alumbrado con portalámparas de servicio pesado, en edificios que no sean viviendas o a equipo de utilización en cualquier edificio. La capacidad nominal de cualquier equipo de utilización conectado con cordón y clavija no debe exceder 80% de la capacidad nominal del circuito derivado.

**c) Circuitos derivados de 40 y 50 A.** Se permite que un circuito derivado de 40 o 50 A suministre energía a equipo de cocina fijo en cualquier edificio. En edificios que no sean viviendas, se permitirá 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 A.** Los circuitos de más de 50 A sólo deben suministrar energía a salidas que no sean para alumbrado.

**210-24. Requisitos de los circuitos derivados - Resumen.** En la Tabla 210-24 se resumen los requisitos de los circuitos que tengan dos o más salidas o receptáculos distintos a los circuitos de receptáculos indicados en 220-4(b) y (c), como se ha especificado anteriormente.

**210-25. Circuitos derivados para zonas comunes.** Los circuitos derivados en unidades de vivienda sólo deben suministrar energía a las cargas de esa unidad o a las asociadas únicamente con esa unidad. Los circuitos derivados necesarios para alumbrado, alarmas centrales, señales, comunicaciones u otras necesidades de zonas públicas o comunes de viviendas dúplex o multifamiliares, no se deben conectar a los equipos que suministren energía a una vivienda individual.

### C. Salidas necesarias

**210-50. Disposiciones generales.** Se debe instalar salidas toma corriente como se especifica en 210-52 a 210-63.

**a) Cordón colgante.** Un conectador de cordón que esté soportado en un cordón colgante instalado permanentemente, se considerará como salida para receptáculo.

**b) Conexiones de cordón.** Se debe instalar una salida para receptáculo siempre que se utilicen cordones flexibles con clavija de conexión. Cuando se permita que los cordones flexibles estén conectados permanentemente, se permitirá suprimir los receptáculos para dichos cordones.

**c) Salidas para aparatos eléctricos.** Las salidas para receptáculos instaladas en una vivienda con aparatos eléctricos específicos, tales como lavadoras, deberán instalarse a menos de 1,8 m del lugar definido para colocar el aparato eléctrico.

**210-52. Salidas para receptáculos en unidades de vivienda**

**a) Disposiciones generales.** Con objeto de reducir el uso de cordones a través de puertas, chimeneas y aberturas similares, en cada cocina, sala de estar, comedor, recibidor, vestíbulo, biblioteca, terraza, recámara, cuarto de recreo o cualquier habitación similar, se debe instalar salidas para receptáculos de modo que cubran las necesidades particulares de cada local, independientemente de satisfacer lo que para el efecto señalen otras disposiciones normativas o reglamentarias expedidas por las autoridades rectoras en materia de construcciones.

**b) Pequeños aparatos eléctricos.** Deben instalarse, por lo menos, dos circuitos derivados de 20 A según se requiere en 220-4(b), para los receptáculos ubicados en la cocina, desayunador, comedor, sala o áreas similares en las unidades de vivienda (incluyendo el cuarto de lavado de ropa y el equipo de refrigeración en cocinas), a los cuales probablemente se conecten aparatos eléctricos mayores a 3 A. Estos circuitos no deben alimentar a otras salidas que no sean los receptáculos mencionados.

**c) Receptáculos mostradores.** En las cocinas, baños y comedores de las unidades de vivienda los receptáculos no se deben instalar con la cara hacia arriba en las superficies de trabajo o en barras de los lavabos de los cuartos de baño.

**d) Sótanos y cocheras.** En las viviendas unifamiliares, en cada sótano y en cada cochera adyacentes y en las cocheras independientes con instalación eléctrica, se debe instalar por lo menos una salida para receptáculo, además de la prevista para la lavadora. Véanse 210-8(a)(2) y (a)(4).

**e) Áreas de lavado.** En unidades de vivienda se debe instalar por lo menos un receptáculo para lavadora.

***Excepción:*** *En viviendas multifamiliares con áreas de lavado o en donde se permitan áreas de lavado.*

**210-60. Habitaciones de huéspedes.** Las habitaciones de huéspedes de los hoteles, moteles y edificios similares deberán tener instaladas salidas para receptáculos según se indica en 210-52. Véase 210-8(b)(1).

***Excepción:*** *En las habitaciones de hoteles y moteles se permite que las salidas para receptáculos necesarias según lo establecido en 210-52(a), estén situadas del modo más cómodo para la instalación permanente de los muebles, siendo fácilmente accesibles.*

**210-70. Salidas requeridas para alumbrado.** Las salidas para alumbrado se deben instalar donde se especifica en 210-70(a), (b) y (c) siguientes.

**a) Unidad o unidades de vivienda.** En cada cuarto habitable, baño, vestíbulo, escalera, cochera independiente y entrada o salida exteriores, se deben instalar salidas para alumbrado en cantidad suficiente para cubrir las necesidades particulares de cada local. Las salidas para alumbrado deben estar controladas por medio de interruptores de pared (apagadores) instalados dentro del mismo lugar que controlan.

***Excepción 1:*** *En los cuartos habitables distintos de las cocinas y cuartos de baño, en los cuales es frecuente instalar uno o más interruptores de pared para controlar las salidas de alumbrado, se pueden sustituir éstas, con cualquier otro dispositivo que permita un control automático de las condiciones de iluminación de la habitación. En vestíbulos, escaleras, y accesos al exterior, se permite el control remoto, central o automático del alumbrado.*

**Tabla 210-21 (b) (2). Carga máxima a un receptáculo para aparatos eléctricos con cordón y clavija**

| Capacidad de conducción de corriente nominal del circuito (A) | Capacidad de conducción de corriente admisible de la base (A) | Carga máxima (A) |
|---|---|---|
| 15 o 20 | 15 | 12 |
| 20 | 20 | 16 |
| 30 | 30 | 24 |

**Tabla 210-21(b) (3). Capacidad de conducción de corriente admisible de receptáculos en circuitos de diversa capacidad.**

| Capacidad de conducción de corriente nominal del circuito (A) | **Capacidad de conducción de corriente admisible del receptáculo (A)** |
|---|---|
| 15 | No más de 15 |
| 20 | 15 o 20 |
| 30 | 30 |

| | |
|---|---|
| 40<br>50 | 40 o 50<br>50 |

**Tabla 210-24. Resumen de requisitos de los circuitos derivados**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Capacidad de conducción de corriente nominal del circuito (A) | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| Conductores (tamaño nominal mínimo $mm^2$-AWG):<br>Conductores del circuito*<br>Derivaciones<br>Cables y cordones de aparatos eléctricos | 2,082(14)<br>2,082(14) | 3,3(12)<br>2,082(14) | 5,26(10)<br>2,082(14) | 3,36(8)<br>3,3(12) | 13,3(6)<br>3,3(12) |
| | | Véase 240-4 | | | |
| Protección contra sobrecorriente (A) | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| Dispositivos de salida:<br>Portalámparas permitidos<br>Capacidad de conducción de corriente admisible del receptáculo** | De cualquier Tipo<br>15 A máx. | De cualquier Tipo<br>15 o 20 A | Servicio pesado<br>30 A | Servicio pesado<br>40 o 50 A | Servicio pesado<br>50 A |
| Carga Máxima (A) | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| Carga Permisible | Véase 210-23(a) | Véase 210-23(a) | Véase 210-23(b) | Véase 210-23(c) | Véase 210-23 (c) |

* Estos tamaños se refieren a conductores de cobre.

** Para la capacidad de conducción de corriente de los aparatos eléctricos de alumbrado por descarga conectados con cordón y clavija, véase 410-30(c).

## ARTÍCULO 215 ALIMENTADORES

**215-1. Alcance.** Este Artículo cubre los requisitos de instalación, de la capacidad de conducción de corriente y tamaño nominal mínimo de los conductores, para los alimentadores que suministran energía a las cargas de los circuitos derivados, calculadas según el Artículo 220.

***Excepción:*** *Alimentadores de celdas electrolíticas de los que trata la Sección 668-3(c), Excepciones 1 y 4.*

**215-2. Capacidad nominal y tamaño nominal mínimos del conductor.** Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente no-inferior a la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas de acuerdo a las partes B, C y D del Artículo 220. El tamaño nominal mínimo del conductor debe ser el especificado en los siguientes apartados (a) y (b) en las condiciones estipuladas. Los conductores alimentadores de una unidad de vivienda o de una casa móvil, no tienen que ser de mayor tamaño que los conductores de entrada de la acometida. Se permitirá utilizar lo indicado en el Artículo 310, Nota 3, y en las Notas a la capacidad de conducción de corriente de las Tablas de 0 a 2000 V para calcular el tamaño nominal de los conductores.

**a) Para circuitos especificados.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no debe ser inferior a 30 A, cuando la carga alimentada consista en alguno de los siguientes tipos de circuitos: (1) dos o más circuitos derivados de dos conductores conectados a un alimentador de dos conductores (2) más de dos circuitos derivados de dos conductores, conectados a un alimentador de tres conductores, (3) dos o más circuitos derivados de tres conductores conectados a un alimentador de tres conductores (4) dos o más circuitos derivados de cuatro conductores conectados a un alimentador de tres fases, cuatro conductores.

**b) Capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada de la acometida.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no deberá ser inferior a la de los conductores de entrada de acometida cuando los conductores del alimentador transporten el total de la carga alimentada por los conductores entrada de acometida con una intensidad máxima de 55 A o menos.

> **NOTA 1:** Los conductores de alimentadores, tal como están definidos en el Artículo 100, con un tamaño nominal que evite una caída de tensión eléctrica superior a 3% en la toma de corriente eléctrica más lejana para fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas, y en los que la caída máxima de tensión eléctrica sumada de los circuitos alimentadores y derivados hasta la salida más lejana no supere 5%, ofrecen una eficacia de funcionamiento razonable.
>
> **NOTA 2:** Para la caída de tensión eléctrica de los conductores de los circuitos derivados, véase 210-19(a).

**215-3. Protección contra sobrecorriente.** Los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en la parte A del Artículo 240.

**215-4. Alimentadores con neutro común**

**a) Alimentadores con neutro común.** Se permite que los alimentadores que contengan un neutro común suministren energía a dos o tres grupos de alimentadores de tres conductores o dos grupos de alimentadores de cuatro o cinco conductores.

**b) En canalizaciones o envolventes metálicos.** Cuando estén instalados en una canalización u otra envolvente metálica, todos los conductores del total de alimentadores con un neutro común deberán estar encerrados en la misma canalización o envolvente, como se exige en 300-20.

**215-5. Diagramas de los alimentadores.** Antes de la instalación de los alimentadores se deberá elaborar un diagrama que muestre los detalles de dichos circuitos. Dicho diagrama debe mostrar la superficie en metros cuadrados del edificio u otra estructura alimentada por cada alimentador; la carga total conectada antes de aplicar factores de demanda; los factores de demanda aplicados; la carga calculada después de aplicar los factores de demanda; y el tipo, tamaño nominal y longitud de los conductores utilizados y de las canalizaciones. Además deberá mostrar la capacidad nominal o ajuste y la corriente de interrupción mínima requerida de los dispositivos de protección contra sobrecorriente requeridos.

**215-6. Medios de puesta a tierra de los conductores.** Cuando un alimentador suministre energía a circuitos derivados que requieran conductores de puesta a tierra de equipo, el alimentador deberá incluir o prever un medio de puesta a tierra según lo establecido en 250-57, al que se deben conectar los conductores de puesta a tierra del equipo de los circuitos derivados.

**215-7. Conductores de fase derivados de sistemas puestos a tierra.** Se permite derivar circuitos de c.c. bipolares y de c.a. de dos o más conductores de fase, derivados de los conductores no-puestos a tierra de circuitos que tengan un conductor neutro puesto a tierra. Los dispositivos de desconexión de cada derivación deben tener un polo en cada conductor de fase.

**215-8. Medios para identificar el conductor con mayor tensión eléctrica a tierra.** En circuitos de cuatro conductores, con el secundario conectado en delta en los que el punto medio del devanado de una fase esté puesto a tierra para suministrar energía a cargas de alumbrado y similares, se debe identificar el conductor con mayor tensión eléctrica a tierra mediante un acabado externo de color naranja, una etiqueta u otro medio eficaz. Dicha identificación se debe situar en todos los puntos en los que se haga una conexión, si el conductor puesto a tierra está presente.

**215-9. Protección de las personas mediante interruptores con protección de falla a tierra.** Se permite que los alimentadores que proporcionen energía a circuitos derivados de 15 y 20 A para receptáculos estén protegidos por un interruptor con protección contra falla a tierra, en vez de lo establecido para tales interruptores en 210-8 y en el Artículo 305.

> **NOTA:** Para protección contra riesgos de incendio de origen eléctrico, los alimentadores que proporcionan corriente eléctrica a circuitos derivados de 15 y 20 A pueden protegerse por dispositivos de corriente residual, esto complementa la protección establecida en 210-8 y en el Artículo 305.

**215-10. Protección de equipos contra fallas a tierra.** Todos los alimentadores con una corriente eléctrica de desconexión de 1000 A o más, en un sistema conectado en estrella y sólidamente conectado a tierra con una tensión eléctrica a tierra de más de 150 V, pero que no supere 600 V entre fases, deben estar dotados de equipo de protección contra fallas a tierra.

***Excepción:*** *No será necesaria la protección de los equipos contra fallas a tierra cuando exista la misma protección en el alimentador.*

**215-11. Circuitos derivados de autotransformadores.** Los alimentadores no se deben derivar 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 permite un autotransformador que prolongue o añada un alimentador para una carga sin conexión a un conductor similar de tierra, cuando transforme energía de 208 V a 240 V nominales o de 240 V a 208 V.*

***Excepción 2:*** *En edificios industriales donde se asegure que el mantenimiento y supervisión de las instalaciones se deben hacer sólo por personal calificado, se permiten transformadores que suministren energía a cargas de 600 V nominales a partir de sistemas de 480 V, y a cargas de 480 V a partir de sistemas de 600 V nominales, sin conexión con un conductor similar puesto a tierra.*

## ARTÍCULO 220 CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS

### A. Disposiciones generales

**220-1. Alcance.** Este Artículo establece los requisitos para determinar el número de circuitos derivados necesarios y calcular las cargas de los circuitos derivados, de los alimentadores y de las acometidas.

***Excepción:*** *Cálculos del alimentador y circuitos derivados para celdas electrolíticas, de los que se trata en 668-3(c), Excepciones 1 y 4.*

**220-2. Tensiones eléctricas.** Si no se especifican otras tensiones eléctricas, para el cálculo de cargas del alimentador y de los derivados, se deben aplicar las tensiones eléctricas nominales de 120, 127, 120/240, 220Y/127, 208Y/120, 220, 440, 460, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 V.

**220-3. Cálculo de los circuitos derivados.** Las cargas de los circuitos derivados se deben calcular como se indica en los siguientes incisos:

**a) Cargas continuas y no continuas.** La capacidad nominal del circuito derivado no debe ser inferior a la carga no-continua más 125% de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la carga no-continua, más 125% de la carga continua.

***Excepción:*** *Cuando el equipo, incluidos los dispositivos de protección contra sobrecorriente, esté aprobado y listado para funcionamiento continuo a 100% de su capacidad nominal.*

**b) Cargas de alumbrado por uso de edificios.** La carga mínima de alumbrado por cada metro cuadrado de superficie del piso, no debe ser inferior a la especificada en la Tabla 220-3(b) para edificios indicados en la misma. La superficie del piso de cada planta se debe calcular a partir de las dimensiones exteriores del edificio, unidad de vivienda u otras zonas afectadas. Para las unidades de vivienda, la superficie calculada del piso no debe incluir los patios abiertos, las cocheras ni los espacios inutilizados o sin terminar, que no sean adaptables para su uso futuro.

**NOTA:** Los valores unitarios de estos cálculos se basan en las condiciones de carga mínima y en un factor de potencia del 100% y puede ser que no ofrezcan capacidad suficiente para la instalación considerada. Estos valores corresponden al cálculo de los circuitos derivados y no se contraponen con los valores de densidad de potencia eléctrica por concepto de alumbrado ($W/m^2$) establecidos en la NOM-007-ENER Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales vigente.

**Tabla 220-3(b) Cargas de alumbrado general por uso de edificio**

| Uso de edificio | Carga unitaria ($VA/m^2$) |
|---|---|
| Almacenes | 2,5 |
| Bancos | 35** |
| Casas de huéspedes | 15 |
| Clubes | 20 |
| Colegios | 30 |
| Cuarteles y auditorios | 10 |
| Edificios de oficinas | 35** |
| Edificios industriales y comerciales | 20 |
| Estacionamientos públicos | 5 |
| Hospitales | 20 |
| Hoteles y moteles, incluidos apartamentos sin cocina* | 20 |
| Iglesias | 10 |
| Juzgados | 20 |
| Peluquerías y salones de belleza | 30 |
| Restaurantes | 20 |
| Tiendas | 30 |
| Unidades de vivienda* | 30 |
| En cualquiera de las construcciones anteriores excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:<br>Lugares de reunión y auditorios<br>Recibidores, pasillos, armarios, escaleras<br>Lugares de almacenaje | 10<br>5<br>2,5 |

* Todas las salidas para receptáculos de uso general de 20 A nominales o menos, en unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares y en las habitaciones de los clientes de hoteles y moteles (excepto las conectadas a los circuitos de receptáculos de corriente eléctrica especificados en 220-4(b) y (c)), se deben considerar tomas para alumbrado general y en tales salidas no son necesarios cálculos para cargas adicionales.

** Además se debe incluir una carga unitaria de 10,75 $VA/m^2$ para salidas receptáculos de uso general cuando no se sepa el número real de este tipo de tomas.

**c) Otras cargas-todas las construcciones.** En todas las construcciones, la carga mínima de cada salida de uso general y receptáculos y salidas no utilizadas para alumbrado general, no debe ser inferior a lo siguiente (las cargas utilizadas se basan en la tensión eléctrica nominal de los circuitos derivados):

**1)** Salida para un aparato específico u otra carga, excepto para cargas de motores: corriente eléctrica nominal en A del aparato o carga conectada.

**2)** Salida para motor (véase 430-22 y 430-24 y Artículo 440).

**3)** Una salida para elementos de alumbrado empotrados, debe tener la máxima capacidad nominal en VA para la que esté calculado dicho elemento o elementos.

**4)** Una salida para portalámparas de trabajo pesado 600 VA.

**5)** Rieles de alumbrado (véase 410-102).

**6)** Alumbrado para anuncios y de realce 1200 VA para cada circuito derivado requerido, especificado en 600-5(a).

**7)** Otras salidas* 180 VA por salida.

Para salidas en receptáculos, cada receptáculo sencillo o múltiple instalado en el mismo puente se debe considerar a no-menos de 180 VA.

*Esta disposición no se debe aplicar a las salidas para receptáculos conectados a los circuitos especificados en 220-4(b) y (c).

***Excepción 1:*** *Cuando se empleen receptáculos múltiples fijos, cada 1,50 m o fracción de cada tramo independiente y continuo, se debe considerar como una salida de capacidad no-inferior a 180 VA, excepto si es probable que se vayan a utilizar varios aparatos eléctricos simultáneamente. En este caso, cada 30 cm o fracción se debe considerar como salida de capacidad no-inferior a 180 VA. Los requisitos de esta excepción no se aplican a unidades de viviendas o a habitaciones de huéspedes de hoteles o moteles.*

***Excepción 2:*** *Para calcular la carga de las estufas eléctricas domésticas, se permite aplicar la Tabla 220-19.*

***Excepción 3:*** *Por cada 305 mm de escaparate, medido horizontalmente a lo largo de su base, se permite una carga no-inferior a 200 VA en vez de la unidad de carga especificada por salida.*

***Excepción 4:*** *No se deben tener en cuenta para los cálculos las cargas de las salidas para conmutadores telefónicos.*

***Excepción 5:*** *Lo indicado en 220-18 se puede considerar como método permitido de cálculo de la carga de una secadora eléctrica doméstica de ropa.*

**d) Cargas para ampliación de las instalaciones existentes**

**1) Unidades de vivienda.** 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 46,5m$^2$ se deben calcular según el apartado anterior (b). Las cargas de circuitos nuevos o ampliados en unidades de vivienda con instalación anterior, se deben calcular según los apartados anteriores (b) o (c).

**2) Edificios que no sean viviendas.** Las cargas para circuitos nuevos o ampliados en edificios que no sean de viviendas, se deben calcular según los apartados anteriores (b) o (c).

**220-4. Circuitos derivados requeridos.** Los circuitos derivados para alumbrado y aparatos eléctricos, incluidos aparatos eléctricos operados por motor, deben estar previstos para las cargas calculadas según 220-3. Además se deben instalar circuitos derivados para las cargas no específicas, que no estén cubiertas por 220-3, si así lo exige esta NOM. Para pequeños aparatos eléctricos tal como se especifica en el siguiente Apartado (b) y para lavadoras, tal como se indica en el próximo Apartado (c).

**a) Número de circuitos derivados.** El número mínimo de circuitos derivados se debe establecer a partir de la carga total calculada y del tamaño nominal del conductor de los circuitos utilizados. En todas las instalaciones, el número de circuitos debe ser suficiente para suministrar corriente eléctrica a la carga conectada. En ningún caso la carga de un circuito debe superar el máximo fijado en 210-22.

**b) Circuitos derivados para pequeños aparatos eléctricos en unidades de vivienda.** Además del número de circuitos derivados determinado según el anterior Apartado (a), deben existir dos o más circuitos derivados de 20 A para pequeños aparatos eléctricos. En todas las salidas para receptáculos especificadas en 210-52 para pequeños aparatos eléctricos.

**c) Circuitos para lavadoras en unidades de vivienda.** Además del número de circuitos derivados determinado según los anteriores Apartados (a) y (b), debe existir al menos otro circuito de 20 A para conectar las salidas para receptáculos de lavadoras exigidas en 210-52(e). Este circuito no debe tener otras salidas.

**d) Equilibrio de cargas entre circuitos derivados.** Cuando se calcule la carga sobre la base de VA/m$^2$, la instalación hasta e incluyendo el panel o paneles de alumbrado y control de los circuitos derivados, deben estar previstas para alimentar cargas no-inferiores a las calculadas. Esta carga se debe distribuir uniformemente entre los distintos circuitos derivados, con varias salidas, que se inicien en el mismo panel. Sólo se deben instalar dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados de acuerdo a la carga conectada.

## B. Alimentadores y acometidas

**220-10. Disposiciones generales**

**a) Capacidad de conducción de corriente y cálculo de cargas.** Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para suministrar energía a las cargas conectadas. En ningún caso la carga calculada para un alimentador debe ser inferior a la suma de las cargas de los circuitos derivados conectados, tal como se establece en la parte A de este Artículo y después de aplicar cualquier factor de demanda permitido en las Partes B, C o D.

**NOTA:** En cuanto a la carga máxima permitida (A), para elementos de alumbrado que funcionen a menos de 100% de su factor de potencia, véase 210-22(b).

**b) Cargas continuas y no-continuas.** Cuando un alimentador suministre energía a cargas continuas o a una combinación de cargas continuas y no-continuas, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser inferior a la carga no-continua, más 125% de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del alimentador, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la carga no-continua más 125% de la carga continua.

***Excepción:*** *Cuando el equipo, incluidos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador, esté aprobado y listado para funcionamiento continuo a 100% de su capacidad nominal, ni la capacidad nominal del*

*dispositivo de sobrecorriente, ni la capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador deben ser inferiores a la suma de la carga continua más la no-continua.*

**220-11. Alumbrado general.** Los factores de demanda de la Tabla 220-11 se deben aplicar a la parte de la carga total calculada para el alumbrado general. No se deben aplicar en el cálculo del número de circuitos derivados para alumbrado general.

**NOTA:** Para la aplicación de factores de demanda a circuitos de pequeños aparatos eléctricos y lavadoras en viviendas, véase 220-16.

**Tabla 220-11. Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado**

| Tipo de local | Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (en VA) | Factor de demanda por ciento |
|---|---|---|
| Almacenes | Primeros 12500 o menos<br>A partir de 12500 | 100<br>50 |
| Hospitales* | Primeros 50000 o menos<br>A partir de 50000 | 40<br>20 |
| Hoteles y moteles, incluyendo los bloques de apartamentos sin cocina* | Primeros 20000 o menos<br>De 20001 a 100000<br>A partir de 100000 | 50<br>40<br>30 |
| Unidades de vivienda | Primeros 3000 o menos<br>De 3001 a 120000<br>A partir de 120000 | 100<br>35<br>25 |
| Todos los demás | Total VA | 100 |

* Los factores de demanda de esta Tabla no se aplican a la carga calculada de los alimentadores a las zonas de hospitales, hoteles y moteles en las que es posible que se deba utilizar todo el alumbrado al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y salas de baile.

**220-12. Alumbrado de escaparates.** Para el alumbrado de escaparates se debe incluir una carga no-inferior a 200 VA por cada 305 mm de escaparate, medido horizontalmente a lo largo de su base.

**NOTA:** Para los circuitos derivados de escaparates, véase 220-3(c), Excepción 3.

**220-13. Cargas para receptáculos en locales que no sean de vivienda.** En edificios que no sean de vivienda, se permite añadir a las cargas de alumbrado cargas para receptáculos de no más de 180 VA por salida, según 220-3(c)(7), sujetas a los factores de demanda de la Tabla 220-11 o también sujetas a los factores de demanda de la Tabla 220-13.

**Tabla 220-13. Factores de demanda para cargas de receptáculos en edificios no residenciales**

| Parte de la carga de receptáculos a la que se aplica el factor de demanda (VA) | Factor de demanda por ciento |
|---|---|
| Primeros 10 kVA o menos<br>A partir de 10 kVA | 100<br>50 |

**220-14. Motores.** Las cargas de motores se deben calcular según se indica en 430-24, 430-25 y 430-26.

**220-15. Calefacción eléctrica fija.** Las cargas para calefacción eléctrica fija se deben calcular al 100% de la carga total conectada. No obstante, en ningún caso la capacidad de conducción de corriente de un alimentador debe ser inferior a la del circuito derivado conectado de mayor capacidad.

***Excepción 1:*** *Cuando resulten cargas menores en los conductores debido a que los equipos funcionen según ciclos, continua o intermitentemente o no funcionen todos a la vez, los conductores de suministro pueden tener una capacidad de conducción de corriente inferior a 100%, siempre que esa capacidad cubra todas las cargas así calculadas.*

***Excepción 2:*** *Está permitido el uso opcional de los cálculos indicados en 220-30 y 220-31 para cargas de calefacción eléctrica fija en una unidad de vivienda. En viviendas multifamiliares se permite usar opcionalmente los cálculos indicados en 220-32.*

**220-16. Cargas para pequeños aparatos eléctricos y lavadoras en unidades de vivienda**

**a) Cargas del circuito de pequeños aparatos eléctricos.** En cada unidad de vivienda, la carga del alimentador se debe calcular a 1500 VA por cada circuito derivado de dos conductores requerido en 220-4(b) para pequeños aparatos eléctricos conectados a receptáculos de 15 o 20 A en los circuitos derivados de 20 A de la cocina, despensa, comedor y desayunador. Cuando la carga se subdivida entre dos o más alimentadores, la carga calculada para cada uno debe incluir no-menos de 1500 VA por cada circuito de dos conductores para pequeños aparatos eléctricos. Se permite que estas cargas se incluyan con la carga de alumbrado general y se apliquen los factores de demanda permitidos en la Tabla 220-11 para las cargas de alumbrado general.

**b) Carga del circuito de lavadora.** La carga del alimentador se debe calcular a no menos de 1500 VA por cada circuito derivado de dos conductores para lavadora que se exija en 220-4(c). Se permite que estas cargas se incluyan

con la carga de alumbrado general y se apliquen los factores de demanda permitidos en 220-11 para las cargas de alumbrado general.

**220-17. Carga de aparatos eléctricos en unidades de vivienda.** Se permite aplicar un factor de demanda de 75% de la capacidad nominal de cuatro o más aparatos eléctricos fijos que no sean estufas eléctricas, secadoras, equipo de calefacción eléctrica o de aire acondicionado, conectado al mismo alimentador en viviendas uni, bi y multifamiliares.

**220-18. Secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda.** La carga para secadoras domésticas eléctricas de ropa en unidades de vivienda, debe ser la mayor de las siguientes: 5000 VA o la potencia nominal según la placa de datos, para cada secadora conectada. Se permite aplicar factores de demanda indicados en la Tabla 220-18.

**Tabla 220-18. Factores de demanda para secadoras domésticas de ropa**

| Número de secadoras | Factor de demanda, por ciento |
|---|---|
| 1 | 100 |
| 2 | 100 |
| 3 | 100 |
| 4 | 100 |
| 5 | 80 |
| 6 | 70 |
| 7 | 65 |
| 8 | 60 |
| 9 | 55 |
| 10 | 50 |
| 11-13 | 45 |
| 14-19 | 40 |
| 20-24 | 35 |
| 25-29 | 32,5 |
| 30-34 | 30 |
| 35-39 | 27,5 |
| De 40 en adelante | 25 |

**220-19. Estufas eléctricas y otros aparatos eléctricos de cocina en unidades de vivienda.** Se permite calcular el factor de demanda del alimentador para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared y otros aparatos eléctricos de uso doméstico de cocina, de capacidad nominal superior a 1,75 kW, según la Tabla 220-19. Cuando haya dos o más cocinas monofásicas conectadas a un circuito trifásico de cuatro conductores, la carga total se debe calcular sobre la base del doble del número máximo conectado entre dos fases cualesquiera. Para las cargas calculadas en esta sección, los kVA equivalen a kW.

**Tabla 220-19. Factores de demanda para cocinas eléctricas domésticas, hornos de pared, y otros aparatos electrodomésticos de cocina de más de 1 ¾ kW nominal ( la columna A se debe aplicar en todos los casos, excepto los especificados en la Nota 3 )**

| Número de aparatos | Demanda máxima (véanse notas) | Factor de demanda por ciento (véase Nota 3) | |
|---|---|---|---|
| | Columna A (no más de 12 kW nominales) (kW) | **Columna B** (menos de 3 ½ kW nominales) (por ciento) | Columna C (de 3 ½ a 8 3/8 kW nominales) (por ciento) |
| 1 | 8 | 80 | 80 |
| 2 | 11 | 75 | 65 |
| 3 | 14 | 70 | 55 |
| 4 | 17 | 66 | 50 |
| 5 | 20 | 62 | 45 |
| 6 | 21 | 59 | 43 |
| 7 | 22 | 56 | 40 |
| 8 | 23 | 53 | 36 |
| 9 | 24 | 51 | 35 |
| 10 | 25 | 49 | 34 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 11 | 26 | 47 | 32 |
| 12 | 27 | 45 | 32 |
| 13 | 28 | 43 | 32 |
| 14 | 29 | 41 | 32 |
| 15 | 30 | 40 | 32 |
| 16 | 31 | 39 | 28 |
| 17 | 32 | 38 | 28 |
| 18 | 33 | 37 | 28 |
| 19 | 34 | 36 | 28 |
| 20 | 35 | 35 | 28 |
| 21 | 36 | 34 | 26 |
| 22 | 37 | 33 | 26 |
| 23 | 38 | 32 | 26 |
| 24 | 39 | 31 | 26 |
| 25 | 40 | 30 | 26 |
| 26-30 | 15 más 1 | 30 | 24 |
| 31-40 | por cada cocina | 30 | 22 |
| 41-50 | 25 más ¾ | 30 | 20 |
| 51-60 | por cada cocina | 30 | 18 |
| De 61 en adelante | | 30 | 16 |

Observaciones a la Tabla 220-19

**1.-** Todas las estufas de más de 12 kW hasta 27 kW tienen el mismo valor nominal. Para las estufas individuales de más de 12 kW pero no-más de 27 kW, se debe aumentar la demanda máxima de la columna A un 5% por cada kW adicional o fracción, por encima de los 12 kW.

**2.-** Las estufas de más de 8,75 kW hasta 27 kW son de distinto valor nominal. Para las estufas con potencia individual de más de 8,75 kW y de distinto valor nominal, pero que no superen 27 W, se debe calcular un valor nominal medio, sumando los valores nominales de todas las estufas para obtener la carga total conectada (poniendo 12 kW por cada estufa de menos de 12 kW) y dividiendo el total por el número de estufas. Después se debe aumentar la demanda máxima de la columna A un 5% por cada kW o fracción por encima de 12 kW.

**3.-** De más de 1,75 kW hasta 8,75 kW. En lugar del método de la columna A, se permite añadir la potencia nominal de todos los aparatos electrodomésticos de cocina de más de 1,75 kW nominales, pero no más de 8,75 kW y multiplicar la suma por los factores de demanda de las columnas B o C, según el número de aparatos eléctricos. Cuando la potencia nominal de los aparatos electrodomésticos de cocina corresponda a las columnas B y C, se deben aplicar los factores de demanda de cada columna a los aparatos de la misma y sumar los resultados.

**4.-** Carga del circuito derivado: es permisible calcular la carga del circuito derivado de una estufa según la Tabla 220-19. La carga del circuito de un horno de pared o de una estufa en barra debe ser el valor de la placa de datos del aparato. La carga de un circuito derivado de una estufa montada en barra y no más de dos hornos de pared, conectados todos al mismo circuito derivado y situados en la misma cocina, se debe calcular 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 electrodomésticos de cocina de más de 1,75 kW utilizados en programas de instrucción.

**220-20. Equipos de cocinas en edificios no-residenciales.** Las cargas de los equipos eléctricos de las cocinas comerciales, calentadores del agua de los lavaplatos, otros calentadores de agua y demás equipos de cocina, se deben calcular según la Tabla 220-20. Los factores de demanda de esta Tabla se aplican a todos los equipos de cocina controlados por termostato o de uso intermitente. No se aplican a equipo de calefacción eléctrica, ventilación o aire acondicionado.

No obstante, en ningún caso la demanda del alimentador debe ser inferior a la suma de las cargas de los dos mayores equipos de cocina.

**Tabla 220-20. Factores de demanda del alimentador de equipos de cocina comerciales**

| Número de equipos | Factor de demanda, por ciento |
|---|---|
| 1 | 100 |
| 2 | 100 |
| 3 | 90 |
| 4 | 80 |
| 5 | 70 |
| 6 o más | 65 |

**220-21. Cargas no-coincidentes.** Cuando no sea probable que se utilicen simultáneamente dos cargas distintas, se puede omitir la más pequeña de las dos, al calcular la carga total del alimentador.

**220-22. Carga del neutro del alimentador.** La carga del neutro del alimentador 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; excepto que la carga así obtenida se debe multiplicar por 140% para sistemas de dos fases tres conductores o dos fases cinco conductores. En un alimentador para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared y secadoras eléctricas, la carga máxima de desequilibrio se debe considerar al 70% de la carga en los conductores de fase, calculada según la Tabla 220-19 para las estufas y 220-18 para las secadoras. Para los sistemas de tres conductores de c.c. o monofásicos de c.a.; sistemas de tres fases cuatro conductores, dos fases tres conductores o dos fases cinco conductores, se debe calcular otro factor de demanda de 70% para la parte de la carga en desequilibrio superior a 200 A. No debe reducirse la capacidad de conducción de corriente del neutro en la parte de la carga que consista en cargas no-lineales alimentadas con un sistema de tres fases cuatro conductores, conectado en estrella ni en el conductor puesto a tierra de un circuito de tres conductores que esté formado por el conductor neutro y dos fases de un sistema tres fases cuatro conductores conectado en estrella.

**NOTA:** Un sistema de tres fases cuatro conductores conectado en estrella utilizado para suministrar corriente eléctrica a cargas no-lineales, puede requerir que el sistema esté proyectado de modo que permita que pasen por el neutro corrientes altas producidas por armónicos.

**C. Cálculos opcionales para las cargas de alimentadores y acometidas**

**220-30. Cálculos opcionales: unidades de vivienda**

**a) Carga del alimentador y de la acometida.** En unidades de vivienda cuya carga total conectada esté alimentada por un solo conjunto de tres conductores a 120/240, 127/220 V o 208Y/120 V en el alimentador o en la entrada de acometida con capacidad de conducción de corriente de 100 A o más, está permitido calcular las cargas del alimentador y de la acometida según la Tabla 220-30 en lugar del método especificado en la parte B de este Artículo. Se permite que los conductores de los alimentadores y de la entrada de acometida cuya demanda venga determinada por este cálculo opcional, tengan la carga del neutro determinada como se indica en 220-22.

**Tabla 220-30. Cálculos opcionales en unidades de vivienda (Carga en kVA)**

| La mayor de las cinco posibilidades siguientes: |
|---|
| **1)** 100% de la capacidad o capacidades nominales de la placa de datos de los equipos de aire acondicionado y refrigeración, incluidos los compresores de las bombas de calefacción. |
| **2)** 100% de la capacidad o capacidades nominales de los acumuladores eléctricos y otros sistemas de calefacción cuando se espera que la carga sea continua y del valor máximo de la placa de datos. Los sistemas acogidos a este Apartado no deben figurar en ningún otro de esta Tabla. |
| **3)** 65% de la capacidad o capacidades nominales de los equipos de calefacción eléctrica central, incluida la calefacción suplementaria integrada en las bombas de calefacción. |
| **4)** 65% de la capacidad o capacidades nominales de los equipos de calefacción eléctrica si son inferiores a cuatro unidades controlados independientemente. |
| **5)** 40% de la capacidad o capacidades nominales de los equipos de calefacción eléctrica si son cuatro o más unidades controlados independientemente. |
| Más: 100% de los primeros 10 kVA de todas las demás cargas. |
| Más: 40% de todas las demás cargas. |

**b) Cargas.** Las cargas a las que en la Tabla 220-30 se denomina "otras cargas" y "todas las demás cargas" son las siguientes:

**1)** 1500 VA por cada circuito derivado de dos conductores y 20 A para pequeños aparatos eléctricos y cada circuito derivado para lavadoras especificados en 220-16.

**2)** 30 VA/$m^2$ para alumbrado y receptáculos de uso general.

**3)** El valor nominal de la placa de datos de todos los aparatos eléctricos fijos, conectados permanentemente o colocados para conectarlos a un circuito dado, estufas, hornos de pared, secadoras de ropa y calentadores de agua.

**4)** El valor nominal en A o en kVA de todos los motores y de todas las demás cargas con bajo factor de potencia.

**220-31. Cálculos opcionales de las cargas adicionales en las viviendas existentes.** En las unidades de vivienda existentes, alimentadas actualmente por una instalación con acometida tres conductores a 120/240, 220Y/127 o 208Y/120 V, se permite calcular las cargas como se indica en la Tabla 220-31

**Tabla 220-31. Cálculo opcional de cargas adicionales en viviendas existentes**

| Carga (en kVA) | Por ciento de carga |
|---|---|
| Primeros 8 | 100 |
| Resto de la carga | 40 |

Los cálculos de cargas deben incluir alumbrado a 30 VA/$m^2$; 1500 VA por cada circuito de dos conductores para pequeños aparatos eléctricos; todos los circuitos derivados para lavadoras como se especifica en 220-16; las estufas u hornos de pared y otros aparatos eléctricos permanentemente conectados o fijos, a su valor nominal según la placa de datos.

Si se va a instalar equipo de aire acondicionado o de calefacción eléctrica, se debe aplicar la siguiente fórmula para saber si la acometida existente tiene capacidad suficiente:

| | |
|---|---|
| Equipo de aire acondicionado* | 100% |
| Equipo de calefacción central eléctrica* | 100% |
| Menos de cuatro unidades de calefacción de control independiente* | 100% |
| Primeros 8 kVA de todas las demás cargas | 100% |
| Resto de todas las demás cargas | 40% |

Las demás cargas incluyen:

1500 VA por cada circuito de aparatos eléctricos de 20 A.

Alumbrado y aparatos eléctricos portátiles, 30 VA/$m^2$.

Estufas domésticas u hornos de pared.

Todos los demás aparatos eléctricos fijos, incluidos cuatro o más aparatos eléctricos de calefacción de control independiente a la potencia nominal de su placa de datos.

*Aplicar la mayor carga conectada para aire acondicionado o calefacción, pero no las dos.

**220-32. Cálculos opcionales en viviendas multifamiliares**

**a) Carga del alimentador o de la acometida.** Se permite calcular la carga del alimentador o de la acometida de una vivienda multifamiliar según se indica en la Tabla 220-32 en lugar de la Parte B de este Artículo, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

**1)** Que ninguna unidad de vivienda esté alimentada por más de un circuito.

**2)** Que cada unidad de vivienda tenga equipo eléctrico de cocina.

***Excepción:*** *Cuando la carga calculada para viviendas multifamiliares sin cocina eléctrica, según la parte B de este Artículo supere la calculada según la Parte C para igual carga, más la cocina eléctrica (8 kW por unidad), se permite aplicar la menor de las dos cargas.*

**3)** Que cada unidad de vivienda esté equipada con calefacción eléctrica, aire acondicionado o ambos.

Los conductores de los alimentadores y de las acometidas cuya carga de demanda venga determinada por este cálculo opcional, podrán tener la carga del neutro tal como se establece en 220-22.

**b) Cargas en la vivienda.** Las cargas en la vivienda se deben calcular según la Parte B de este Artículo y se deben sumar a las cargas de unidades de viviendas calculadas según lo indicado en la Tabla 220-32.

**Tabla 220-32. Cálculo opcional de los factores de demanda de unidades multifamiliares con tres o más viviendas**

| Número de unidades de vivienda | Factor de demanda por ciento |
|---|---|
| | 45 |
| 3-5 | 44 |
| 6-7 | 43 |
| 8-10 | 42 |
| 11 | 41 |
| 12-13 | 40 |
| 14-15 | 39 |
| 16-17 | 38 |
| 18-20 | 37 |
| 21 | 36 |
| 22-23 | 35 |
| 24-25 | 34 |
| 26-27 | 33 |
| 28-30 | 32 |
| 31 | 31 |
| 32-33 | 30 |
| 34-36 | 29 |
| 37-38 | 28 |
| 39-42 | 27 |
| 43-45 | 26 |
| 46-50 | 25 |
| 51-55 | 24 |
| 56-61 | 23 |
| De 62 en adelante | |

**c) Cargas conectadas.** Las cargas conectadas a las que se aplican los factores de demanda de la Tabla 220-32, incluirán lo siguiente:

**1)** 1500 VA por cada circuito derivado de dos conductores y 20 A para pequeños aparatos eléctricos y cada circuito derivado para lavadoras especificados en 220-16.

**2)** 30 VA/$m^2$ para alumbrado general y receptáculos de uso general.

**3)** El valor nominal de la placa de datos de todos los aparatos eléctricos fijos, conectados permanentemente o colocados para conectarlos a un circuito dado: estufas, hornos de pared, secadoras de ropa y calentadores de agua.

Si los calentadores están conectados y con un bloqueo eléctrico de modo que no se pueden usar todos simultáneamente, se debe considerar que la carga máxima posible es la de su placa de datos.

**4)** El valor nominal en A o en kVA de todos los motores y todas las demás cargas con bajo factor de potencia.

**5)** La mayor de las cargas del equipo de aire acondicionado o de calefacción.

**220-33. Cálculo opcional para viviendas dúplex.** Cuando haya viviendas dúplex alimentadas por un solo alimentador y la carga calculada en la Parte B de este Artículo supere la de tres unidades idénticas calculada según se indica en 220-32, se permite usar la menor de las dos cargas.

**220-34. Método opcional para escuelas.** Se permite aplicar el cálculo de un alimentador o acometida para escuelas según se indica en la Tabla 220-34, en lugar de la Parte B de este Artículo, cuando esté equipada con calefacción eléctrica, aire acondicionado o ambos. La carga conectada a la que se aplican los factores de demanda indicados en la Tabla 220-34 debe incluir todas las cargas de alumbrado interiores y exteriores, fuerza, calentadores de agua, estufas, otras cargas y la mayor del aire acondicionado o calefacción eléctrica del edificio o estructura.

Se permite que los conductores de los alimentadores y acometidas cuya carga de demanda viene determinada por este cálculo opcional, tengan una carga al neutro determinada como se indica en 220-22. Cuando se calcule la carga del edificio o estructura por este método opcional, los alimentadores del edificio o estructura deben tener la intensidad nominal máxima que permite la parte B de este Artículo; no obstante, no se requiere que la capacidad de conducción de corriente de cada alimentador individual sea superior a la de todo el edificio. Esta Sección no se aplica a edificios con aulas portátiles.

**Tabla 220-34. Método opcional para calcular los factores de demanda de los conductores de alimentadores y de entrada de acometidas en escuelas y colegios**

| Carga conectada en VA/$m^2$ | Factor de demanda por ciento |
|---|---|
| Los primeros 30 | 100 |
| Desde 30 hasta 200 | 75 |
| Más de 200 | 25 |

**220-35. Cálculos opcionales de cargas adicionales en instalaciones existentes.** Para poder conectar cargas adicionales a los alimentadores y a las acometidas existentes, se permite aplicar las cifras de demanda real máxima para determinar la carga existente sobre un alimentador o una acometida, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

**1)** Que existan datos de demanda máxima de todo un año.

***Excepción:*** *Si no existen datos de demanda máxima de todo un año, se permite que esos datos se basen en los A reales medidos continuamente durante un periodo mínimo de 30 días, en un amperímetro registrador conectado a la fase de mayor carga del alimentador o de la acometida. Para que los datos reflejen la demanda máxima verdadera del alimentador o de la acometida, deben ser tomados con el edificio ocupado y deben incluir por medición o por cálculo la mayor carga de los equipos de calefacción o aire acondicionado.*

**2)** Que la actual demanda a 125% más la nueva carga, no supere la capacidad de conducción de corriente del alimentador o la capacidad de conducción de corriente de la acometida.

**3)** Que el alimentador tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente según se establece en 240-3 y que la acometida tenga protección contra sobrecargas como se indica en 230-90.

**220-36. Cálculo opcional para restaurantes nuevos.** Se permite hacer el cálculo de la carga del alimentador o de la acometida de un restaurante nuevo cuando el alimentador soporta la carga total, según se indica en la Tabla 220-36 en lugar de la Parte B de este Artículo.

La protección contra sobrecarga de los conductores de entrada de acometida debe cumplir lo establecido en 230-90 y 240-3.

No se requiere que los conductores del alimentador sean de mayor capacidad de conducción de corriente que los de la entrada de acometida.

Los conductores de entrada de acometida o del alimentador cuya carga venga determinada por este cálculo opcional, podrán tener la carga del neutro determinada como se indica en 220-22.

**Tabla 220-36. Método opcional para el cálculo de los factores de demanda de los conductores del alimentador y entrada de acometida de restaurantes nuevos**

| Carga total conectada (kVA) | Factor de demanda para todo eléctrico (por ciento) | Factor de demanda para no todo eléctrico (por ciento) |
|---|---|---|
| 0-250 | 80 | 100 |
| 251-280 | 70 | 90 |
| 281-325 | 60 | 80 |

| | | |
|---|---|---|
| 326-375 | 50 | 70 |
| 376-800 | 50 | 65 |
| Más de 800 | 50 | 50 |

**Nota**: Para calcular la carga total conectada, sumar todas las cargas eléctricas, incluidas las de la calefacción y del aire acondicionado. De la tabla anterior elegir el factor de demanda a aplicar y multiplicar la carga total conectada por ese factor de demanda.

**D. Método de cálculo de cargas en instalaciones agrícolas**

**220-40. Instalaciones agrícolas: edificios y otras cargas**

**a) Unidades de vivienda.** La carga del alimentador o de la acometida de una vivienda en una granja, se debe calcular según lo establecido en la Parte B o C de este Artículo. Si la vivienda tiene calefacción eléctrica y la granja tiene instalaciones eléctricas para el secado del grano, no se debe aplicar la parte C de este Artículo para calcular la carga de la vivienda.

**b) Edificios no-residenciales.** Para cada edificio de la granja o carga alimentada por dos o más circuitos derivados, la carga de los conductores del alimentador, de entrada de acometida y del equipo de la acometida se debe calcular como mínimo según los factores de demanda de la Tabla 220-40.

**Tabla 220-40. Método para calcular las cargas de instalaciones agrícolas que no sean unidades de vivienda**

| Carga en A, 240 V máximo | Factor de demanda (por ciento) |
|---|---|
| Cargas que se espera funcionen sin diversidad, pero a no-menos de 125% de la intensidad a plena carga del motor más grande y a no-menos de los primeros 60 A de carga. | 100 |
| Siguientes 60 A de todas las demás cargas | 50 |
| Resto de las demás cargas | 25 |

**220-41. Cargas en instalaciones de granjas: carga total.** La carga total de los conductores de entrada de acometida y del equipo de la acometida de la instalación en granjas, se debe calcular según la carga de la unidad de vivienda de la granja y de los factores de demanda especificados en la Tabla 220-41. Cuando haya equipos en dos o más edificios de la granja o cargas que tengan la misma función, dichas cargas se deben calcular según la Tabla 220-40 y se permite combinarlas como una sola carga de la Tabla 220-41 para calcular la carga total.

**NOTA:** Respecto de los conductores aéreos desde un poste a un edificio u otra estructura, véase 230-21.

**Tabla 220-41. Método de cálculo de la carga total de una instalación agrícola**

| Cargas individuales calculadas según la Tabla 220-40 | Factor de demanda (por ciento) |
|---|---|
| Carga máxima en magnitud | 100 |
| Segunda carga en magnitud | 75 |
| Tercera carga en magnitud | 65 |
| Cargas restantes | 50 |

**NOTA**: A esta carga total se suma la carga de la unidad de vivienda calculada según las partes B o C de este Artículo. Si la unidad de vivienda tiene calefacción eléctrica y la instalación tiene sistemas de secado eléctrico de grano, no se debe aplicar la parte C de este Artículo para calcular la carga de la vivienda.

**ARTÍCULO 225 CIRCUITOS ALIMENTADORES Y DERIVADOS EXTERIORES**

**225-1. Alcance.** Este Artículo cubre los requisitos que deben cumplir los circuitos alimentadores y derivados exteriores tendidos sobre o entre edificios, estructuras o postes en las instalaciones, y de los equipos eléctricos y cableado para el suministro de los equipos de utilización, que estén situados o conectados al exterior de las construcciones, estructuras o postes.

***Excepción:*** *Circuito alimentador y derivados para celdas electrolíticas, de los que trata la Sección 668-3(c), Excepciones 1 y 4.*

**225-2. Otros Artículos.** Se aplican los siguientes Artículos, incluidos los requisitos para casos específicos de equipo y conductores:

**Artículo**

| | |
|---|---|
| Acometidas | 230 |
| Alambrado soportado por un mensajero | 321 |
| Alambrado visible sobre aisladores | 320 |
| Albercas, fuentes e instalaciones similares | 680 |
| Alimentadores | 215 |
| Anuncios luminosos y alumbrado de realce | 600 |
| Antenas de televisión comunitarias y sistemas de distribución de radio | 820 |
| Areas peligrosas (clasificadas) | 500 |
| Areas peligrosas (clasificadas) específicas | 510 |
| Circuitos de comunicación | 800 |
| Circuitos Clase I, Clase II y Clase III para control remoto, señalización y de potencia limitada | 725 |
| Circuitos derivados | 210 |
| Conductores para alambrado en general | 310 |
| Construcciones flotantes | 553 |
| Equipo eléctrico fijo exteriores para descongelar y derretir nieve | 426 |
| Equipos de radio y televisión | 810 |
| Instalaciones con tensiones eléctricas nominales mayores de 600 V | 710 |
| Máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente | 675 |
| Marinas y muelles | 555 |
| Protección contra sobrecorriente | 240 |
| Puesta a tierra | 250 |
| Sistemas de señalización para protección contra incendios | 760 |
| Sistemas solares fotovoltaicos | 690 |
| Uso e identificación de los conductores puestos a tierra | 200 |

**225-3. Cálculo de cargas**

**a) Circuitos derivados.** La carga de un circuito derivado exterior debe ser determinada de acuerdo a lo establecido en 220-3.

**b) Circuitos alimentadores.** La carga de un circuito alimentador debe ser la determinada de acuerdo a lo establecido en la parte B del Artículo 220.

**225-4. Aislamiento de los conductores.** Cuando pasen a menos de 3 m de cualquier edificio u otra estructura, los conductores deben estar aislados o cubiertos. Los conductores de los cables o las canalizaciones, excepto los cables de tipo MI, deben llevar forro de hule o de tipo termoplástico, y en los lugares mojados deben cumplir lo establecido en 310-8. Los conductores para alumbrado de ornato deben estar cubiertos de aislante tipo termoplástico o elastomérico.

***Excepción:*** *Cuando esté permitido, los conductores de puesta a tierra de los equipos y los conductores de los circuitos puestos a tierra pueden estar desnudos o aislados, según lo que establezcan otras disposiciones de esta NOM.*

**225-5. Tamaño nominal de los conductores.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de los circuitos exteriores, alimentadores y derivados, debe cumplir lo establecido en 310-15 basándose en las cargas determinadas según se indica en 220-3 y en la parte B del Artículo 220.

**225-6. Tamaño nominal mínimo de los conductores**

**a) Conductores aéreos.** Los conductores individuales expuestos a la intemperie deben ser de tamaño nominal no menor a lo siguiente:

**1)** Para 600 V nominales y menos, conductores de cobre de 5,26 $mm^2$ (10 AWG), o de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) en aluminio, para tramos hasta de 15,2 m de longitud y de cobre de 8,367 $mm^2$ (8 AWG) o de aluminio de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) para tramos más largos.

***Excepción:*** *Cuando estén soportados por cables mensajeros.*

**2)** Para más de 600 V nominales, conductores de cobre de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) o de aluminio de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) cuando estén solos y desnudos y de cobre de 8,367 $mm^2$ (8 AWG) o de aluminio de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) cuando formen cables.

**b) Alumbrado de ornato.** Los conductores aéreos para alumbrado de ornato no deben ser inferiores de 3,307 $mm^2$ (12 AWG).

***Excepción:*** *Cuando estén soportados por cables mensajeros.*

**NOTA:** Para los portalámparas exteriores, véase 225-24.

**Definición.** Se entiende por alumbrado de ornato una tira de luces exteriores suspendida entre dos puntos.

**225-7. Equipo de alumbrado instalado en exteriores**

**a) General.** Los circuitos derivados para alimentar equipo de alumbrado instalado en exteriores deben cumplir lo establecido en el Artículo 210 y las siguientes disposiciones:

**b) Neutro común.** La capacidad de conducción de corriente del conductor neutro no debe ser inferior a la carga máxima neta calculada entre el neutro y todos los conductores de fase, conectados a cualquiera de las fases del circuito.

**c) 277 V a tierra.** Se pueden emplear circuitos que excedan de 120 o de 127 V nominales entre conductores y no superen 277 V nominales a tierra, para alimentar elementos para el alumbrado de zonas exteriores de edificios industriales, edificios de oficinas, escuelas, tiendas y otros edificios públicos o comerciales en los que los elementos de alumbrado estén a no-menos de 910 mm de las ventanas, plataformas, salidas de emergencia y similares.

**d) 600 V entre conductores.** Se pueden emplear circuitos que excedan los 277 V nominales a tierra y no superen los 600 V nominales entre conductores, para alimentar a equipo auxiliar de lámparas de descarga, según se indica en 210-6(d)(1).

**225-8. Desconexión**

**a) Medios de desconexión.** Los medios de desconexión de los circuitos derivados y de los fusibles de los alimentadores deben cumplir lo establecido en 240-40.

**b) Medios de desconexión de cada edificio o estructura.** Cuando haya más de un edificio o estructura en la misma propiedad y bajo la misma administración, cada edificio u otra estructura deberá tener medios de desconexión de todos los conductores de fase.

Los medios de desconexión se deben instalar, ya sea en el interior o en el exterior del edificio o estructura correspondiente, en un lugar fácilmente accesible lo más cerca posible del punto de entrada de los conductores de la acometida.

Los medios de desconexión se deben instalar cumpliendo los requisitos indicados en 230-71 y 230-72.

***Excepción 1:*** *En las instalaciones industriales de varios edificios con gran capacidad bajo una sola administración, cuando se asegure que la desconexión se puede realizar mediante la instalación y mantenimiento de procedimientos de interrupción seguros, se permite que los medios de desconexión estén situados en cualquier lugar de la instalación.*

***Excepción 2:*** *Edificios u otras estructuras que cumplan lo establecido en el Artículo 685.*

***Excepción 3:*** *Postes o grupos de postes utilizados como soportes de alumbrado, cuando el medio de desconexión esté situado remotamente..*

**c) Adecuados para equipo de acometida.** Los medios de desconexión especificados en el anterior Apartado (b) deben ser adecuados para usarlos como equipo de acometida.

***Excepción:*** *Se permite como medio de desconexión en cocheras y en edificios exteriores residenciales, un desconectador de acción rápida o un conjunto de desconectadores de acción rápida de tres o cuatro vías, adecuados para su uso en circuitos derivados.*

**d) Identificación.** Cuando un edificio o estructura esté alimentado por más de un circuito alimentador o derivado, o por una combinación de circuitos alimentadores, derivados y acometidas, en cada lugar de desconexión del circuito alimentador y en cada uno de los derivados, se debe instalar una placa de identificación permanente que indique todos los demás circuitos alimentadores, derivados y acometidas que suministren energía al edificio o estructura y a la zona cubierta por cada uno de ellos. Véase 230-2(b).

***Excepción 1:*** *No será necesaria la placa de identificación en instalaciones industriales de gran capacidad y en varios edificios bajo una sola administración, cuando se asegure que la desconexión se puede realizar mediante la instalación y mantenimiento de procedimientos de desconexión seguros.*

***Excepción 2:*** *Esta identificación no es necesaria en circuitos derivados que van desde una unidad de vivienda a un segundo edificio o estructura*

**225-9. Protección contra sobrecorriente**

**a) General.** La protección contra sobrecorriente de los circuitos alimentadores debe cumplir lo establecido en el Artículo 240 y la de los circuitos derivados debe cumplir lo establecido en 210-20.

**b) Accesibilidad.** Cuando no haya un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito alimentador fácilmente accesible, se deben instalar estos dispositivos en los circuitos derivados en el lado de la carga, en un lugar fácilmente accesible y deben ser de menor capacidad nominal que el dispositivo de sobrecorriente del circuito alimentador.

**225-10. Cableado de las construcciones.** Se permite la instalación de cables exteriores sobre la superficie de las construcciones para circuitos de no-más de 600 V nominales, tales como cables desnudos sujetos en aisladores, cables multiconductores como los tipos MC o MI, cables soportados por cables mensajeros, en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado o ligero, en tubo *(conduit)* no-metálicos tipo pesado, en soportes para cables tipo charolas, en grupos de cables, canalizaciones, en canaletas auxiliares, en tubo *(conduit)* metálico flexible, en tubo *(conduit)* metálico y no-metálico flexible a prueba de líquidos y en barras. Los circuitos de más de 600 V nominales se deben instalar como se prevé en 710-4. Los circuitos para anuncios y alumbrado de realce se deben instalar según el Artículo 600.

**225-11. Entradas y salidas de los circuitos.** Cuando los circuitos alimentadores o derivados en exteriores entran o salen de un edificio, se deben aplicar los requisitos establecidos en 230-52 y 230-54. Para los circuitos subterráneos, véase 225-23.

**225-12. Soportes de los conductores desnudos.** Los conductores desnudos deben estar soportados en aisladores de vidrio o de porcelana, en bastidores, abrazaderas o en aisladores tipo suspensión.

**225-13. Soportes para series de alumbrado exterior.** Si los tramos superan 12 m los conductores deben estar soportados por un cable mensajero y éste a su vez por aisladores tipo suspensión. Los conductores o los cables mensajeros no deben estar apoyados en ninguna salida de emergencia, bajadas ni en equipo de plomería.

**225-14. Separación de los conductores desnudos**

**a) De 600 V nominales o menos.** Los conductores de 600 V nominales o menos deben respetar las separaciones establecidas en la Tabla 230-51(c).

**b) De más de 600 V nominales.** Los conductores de más de 600 V nominales deben respetar las separaciones establecidas en la Parte D del Artículo 710.

**c) Separación de otros circuitos.** Los conductores desnudos deben estar separados no-menos de 102 mm de los conductores desnudos de otros circuitos o instalaciones

**d) Conductores en postes.** Los conductores en postes, cuando no estén instalados en bastidores o por abrazaderas, deben tener una separación no-inferior a 30 cm. Los conductores apoyados en postes deben tener una separación vertical sobre otros conductores horizontales no-inferior a lo siguiente:

| | |
|---|---|
| Conductores eléctricos bajo cables de comunicaciones | 75 cm |
| Conductores eléctricos solos o sobre cables de comunicaciones | |
| De 300 V o menos | 60 cm |
| De más de 300 V | 75 cm |
| Cables de comunicaciones bajo conductores eléctricos | Igual que los conductores de energía |
| Cables de comunicaciones solos | Sin requisitos especiales |

**225-15. Soportes sobre edificios.** Los soportes sobre edificios deben cumplir lo establecido en 230-29.

**225-16. Punto de fijación al edificio.** El punto de fijación al edificio debe cumplir lo establecido en 230-26.

**225-17. Medios de fijación al edificio.** Los medios de fijación al edificio deben cumplir lo establecido en 230-27.

**225-18. Distancia hasta el suelo.** Los tramos aéreos de conductores desnudos y cables de varios conductores expuestos a la intemperie de no-más de 600 V nominales, deben cumplir lo siguiente:

**3,05 m** sobre la cubierta del piso, aceras o cualquier plataforma o saliente desde los que se puedan alcanzar, cuando los conductores de alimentación estén limitados a 150 V a tierra y sean accesibles sólo a los peatones.

**3,66 m** sobre edificios residenciales y sus accesos y sobre las zonas comerciales no sujetas a tráfico de camiones, cuando la tensión eléctrica esté limitada a 300 V a tierra.

**4,57 m** en las zonas de 3,66 m, cuando la tensión eléctrica supere 300 V a tierra.

**5,49 m** sobre calles, avenidas o carreteras públicas, zonas de estacionamiento con tráfico de camiones, accesos a lugares distintos de las construcciones residenciales y otros lugares atravesados por vehículos, como las zonas de cultivo, césped, bosques y huertos.

**225-19. Distancias de las construcciones a conductores de no más de 600 V nominales**

**a) Sobre los techados.** Los tramos aéreos de conductores desnudos y cables de varios conductores expuestos a la intemperie de no-más de 600 V nominales, deben estar a una distancia vertical no-inferior a 2,45 m por encima de la superficie de los techados. La distancia vertical sobre el nivel del techado se debe mantener a una distancia no-inferior a 1 m del borde del techado en todas las direcciones.

***Excepción 1:*** *La zona por encima de la superficie de un techado por la que pueda haber tráfico de peatones o de vehículos, debe estar a una distancia vertical desde la superficie del techado según las distancias establecidas en 225-18.*

***Excepción 2:*** *Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V y el techado tenga una pendiente no-inferior a 100 mm por cada 300 mm, se permite una reducción de la distancia a 1 m.*

***Excepción 3:*** *Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V, se permite una reducción de la distancia únicamente sobre la parte que sobresalga del techado a no-menos de 457 mm si (1) los conductores no pasan a más de 1,80 m y de 1,20 m en horizontal sobre la parte saliente del techado y (2) terminan en una canalización que atraviese el techado o en un apoyo aprobado.*

***Excepción 4:*** *El requisito de mantener una distancia vertical de 1 m desde el borde del techado, no se debe aplicar al tramo final del conductor cuando éste está unido a un lateral del edificio.*

**b)** Desde estructuras distintas de edificios o puentes. La distancia vertical, diagonal y horizontal a los anuncios, chimeneas, antenas de radio y televisión, depósitos y otras estructuras que no sean ni edificios ni puentes, no debe ser inferior a 1 m.

**c)** Distancia horizontal. La distancia horizontal no debe ser inferior a 1 m.

**d)** Tramos finales. Se permite sujetar al edificio los tramos finales de los cables de los circuitos alimentadores o de los circuitos derivados al edificio que suministran o desde el que toman la energía, pero deben mantenerse a no-menos de 1 m de las ventanas que se puedan abrir, puertas, porches, balcones, escaleras, peldaños, salidas de emergencia o similares.

***Excepción:*** *Se permite que los conductores que pasan por encima de la parte superior de una ventana estén a menos de 1 m exigido anteriormente.*

No se deben instalar conductores aéreos de circuitos alimentadores o derivados detrás de claros a través de los que se puedan pasar materiales, como los claros en granjas y en edificios comerciales, y no se deben instalar cuando obstruyan la entrada a esos claros.

**e) Zonas para escaleras de incendios.** En las construcciones de más de tres plantas o de 15 m de altura, las líneas aéreas se deben tender, siempre que sea posible, de modo que quede un espacio (o zona) libre de 1,80 m de ancho como mínimo, junto al edificio o que comience a no-más de 2,44 m del edificio, para facilitar el uso de escaleras contra incendios cuando sea necesario.

**225-20. Protección mecánica de los conductores.** La protección mecánica de los conductores en edificios, estructuras o postes, debe cumplir 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 250-51.

**225-22. Canalizaciones sobre las superficies externas de las construcciones** Las canalizaciones en las superficies externas de las construcciones deben ser herméticas a la lluvia y permitir que se drene el agua.

***Excepción:*** *Lo que se permite en 350-5.*

**225-23. Circuitos subterráneos.** Los circuitos subterráneos deben cumplir los requisitos indicados en 300-5.

**225-24. Portalámparas exteriores.** Cuando haya portalámparas exteriores colgantes, las conexiones a los cables del circuito deben realizarse a tresbolillo. Cuando esos portalámparas tengan terminales de un tipo que perfore el aislamiento y haga contacto con los conductores, se deben conectar únicamente a conductores de tipo trenzado.

**225-25. Ubicación de lámparas en exteriores.** Las lámparas para alumbrado exterior deben estar situadas por debajo de todos los conductores energizados, transformadores u otros equipo eléctrico de utilización.

***Excepción 1:*** *Cuando existan claros y otras medidas de seguridad.*

***Excepción 2:*** *Cuando el equipo esté controlado por un medio de desconexión que se pueda bloquear en posición abierta.*

**225-26. Vegetación.** La vegetación, como los árboles, no se debe utilizar como apoyo de los conductores aéreos.

***Excepción:*** *Las instalaciones provisionales, según lo establecido en el Artículo 305.*

## ARTÍCULO 230 ACOMETIDAS

**230-1. Alcance.** Este Artículo cubre a los conductores y equipos de acometida, dispositivos para el control, medición y protección de las acometidas así como de los requisitos para su instalación.

### A. Disposiciones generales

**230-2. Número de acometidas**

**a) Número.** Un edificio u otra estructura a la que se suministre energía eléctrica debe tener sólo una acometida.

***Excepción 1:*** *Cuando se requiera una acometida independiente para bombas contra incendios.*

***Excepción 2:*** *Para sistemas eléctricos de emergencia, de reserva legalmente obligatorios, de reserva opcionales o sistemas generadores en paralelo, que requieran una acometida independiente.*

***Excepción 3:*** *En edificios con ocupación múltiple. Por permiso especial, en edificios con ocupación múltiple cuando no haya espacio suficiente para equipo de acometida accesible a todos ellos.*

***Excepción 4:*** *Por capacidad. Se permiten dos o más acometidas:*

***a.*** *Cuando se requiera una capacidad de más de 2000 A, a una tensión eléctrica de alimentación de 600 V o menos; o*

***b.*** *Cuando los requisitos de carga de una instalación monofásica sean superiores a los que la compañía eléctrica suministra normalmente a través de una sola acometida, o*

***c.*** *por permiso especial.*

***Excepción 5:*** *Edificios de gran superficie. Por permiso especial, en un solo edificio u otra estructura suficientemente grande como para necesitar dos o más acometidas.*

***Excepción 6:*** *Para distintas características, por ejemplo distintas tensiones eléctricas, frecuencias o fases o para distintos usos, por ejemplo distintas tarifas.*

***Excepción 7:*** *Exclusivamente para lo establecido en 230-40, Excepción 2, los grupos de conductores subterráneos de tamaño nominal de 53,48 mm$^2$ (1/0 AWG) o mayor y que se encuentren interconectados en el lado de la alimentación, no en el de la carga.*

***Excepción 8:*** *Las partes de un edificio que tengan entrada independiente por la calle y que no se comuniquen interiormente con el resto del edificio, pueden considerarse edificios separados, y por lo tanto, abastecerse con diferentes acometidas.*

**b) Identificación.** Cuando un edificio o estructura 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 225-8(d).

**230-3. Un edificio u otra estructura no debe estar alimentado desde otro.** Los conductores de acometida de un edificio u otra estructura no deben pasar a través del interior de otro edificio o estructura.

**230-6. Conductores considerados fuera del edificio.** Se debe considerar que los conductores están fuera de un inmueble u otra estructura en cualquiera de las siguientes circunstancias: (1) si están instalados no-menos de 50 mm

de concreto por debajo del inmueble u otra estructura; (2) si están instalados en un edificio u otra estructura en una canalización empotrada no-menos de 50 mm de concreto o tabique, o (3) si están instalados en una bóveda de transformadores que cumpla los requisitos del Artículo 450, Parte C.

**230-7. Otros conductores en canalizaciones o cables.** Los conductores que no sean los de acometida no se deben instalar en la misma canalización ni en el cable que los de la acometida.

***Excepción 1:*** *Conductores de puesta a tierra y puentes de unión.*

***Excepción 2:*** *Conductores de equipo de control de carga que tenga protección contra sobrecorriente.*

**230-8. Sellado de las canalizaciones.** Cuando una canalización de acometida entra desde un sistema de distribución subterránea, se debe sellar según 300-5. También se deben sellar las canalizaciones de reserva o no utilizadas. Los selladores deben estar identificados para utilizarse con el aislamiento, blindaje u otros componentes.

**230-9. Separación con puertas, ventanas y similares.** Los conductores de acometida instalados como conductores expuestos o cables multiconductores sin cubierta exterior, deben tener una separación mínima de 914 mm de las ventanas que se puedan abrir, puertas, porches, balcones, escaleras, peldaños, salidas de emergencia o similares.

***Excepción:*** *Se permite que los conductores que pasen por encima de la parte superior de una ventana estén a menos de los 914 mm exigidos anteriormente.*

No se deben instalar conductores de acometida aérea por abajo de claros a través de los que puedan pasar materiales, como claros en granjas y en edificios comerciales, y no se deben instalar en donde obstruyan dichos claros.

**B. Conductores de acometida aérea**

**230-21.** A los conductores de acometida aérea hasta un inmueble o a otra estructura (como un poste) en los que se instale un medidor o un medio de desconexión, se les debe considerar como acometida aérea y ser instalados como tal.

**NOTA:** Ejemplo, cargas en granjas, Artículo 220, Parte D.

**230-22. Aislamiento o cubierta.** Los conductores de acometida deben soportar normalmente la exposición a los agentes atmosféricos y a otras condiciones de uso, sin que se produzcan fugas de corriente eléctrica perjudiciales. Los conductores individuales deben estar aislados o cubiertos con un termoplástico extruido o con un aislante termofijo.

***Excepción:*** *Está permitido que el conductor de tierra de un cable multiconductor esté desnudo.*

**230-23. Tamaño y capacidad nominal del conductor**

**a) Disposiciones generales.** Los conductores deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transportar la corriente eléctrica de la carga alimentada y calculada, según el Artículo 220, y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

**b) Tamaño nominal mínimo del conductor.** Los conductores deben tener un tamaño nominal no-menor a 8,367 $mm^2$ (8 AWG) si son de cobre o a 13,3 $mm^2$ (6 AWG) si son de aluminio.

***Excepción:*** *En instalaciones que tengan únicamente cargas limitadas de un sólo circuito derivado, como un pequeño calentador de agua de varias fases con regulación de potencia y similares, los conductores no deben ser menores a 3,307 $mm^2$ (12 AWG) de cobre.*

**c) Conductores puestos a tierra.** Un conductor puesto a tierra debe tener un tamaño nominal del conductor no-menor al requerido por 250-23(b).

**230-24. Separaciones o claros .** Las separaciones verticales de todos los conductores de una acometida aérea se deben basar en una temperatura del conductor de 20 °C, sin viento y con remate en el conductor o en el cable.

Los conductores de acometida aérea no deben ser fácilmente accesibles y, en las acometidas menores a 600 V nominales, deben cumplir las siguientes condiciones:

**a) Sobre los techos de los inmuebles.** Los conductores deben tener una separación vertical no-menor a 2,45 m por encima de la superficie de los techos. La separación vertical sobre el nivel del techo se debe mantener a una separación no-menor a 1,0 m del borde del techo en todas las direcciones.

***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 eléctrica entre conductores no supere 300 V y el techo tenga una pendiente no-menor a 1/3 se permite una reducción de la separación a 1 m.*

***Excepción 3:*** *Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 V, la separación del techo puede reducirse hasta en 0,5 m, si: (1) los conductores de la acometida pasan sobre el alero del techo en una longitud no-mayor a 1,20 m y la parte menor de la acometida a 1,85 m, 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 1 m de la orilla del techo, no deben aplicarse al remate del conductor donde la acometida aérea esté sujeta a la pared de un inmueble.*

**b) Separación vertical del piso.** Los conductores de acometida aérea de no-más de 600 V nominales, deben cumplir lo siguiente:

**3,00 m** a la entrada de la acometida eléctrica 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 plataforma accesible sólo para peatones, medidos desde el nivel final o superficie accesible desde los que se puedan alcanzar, cuando los conductores de alimentación estén limitados a 150 V a tierra.

**3,60 m** sobre inmuebles residenciales y sus accesos y sobre las zonas comerciales no sujetas a tráfico de camiones, cuando la tensión eléctrica esté limitada a 300 V a tierra.

**4,5 m** en las zonas de 3,6 m, cuando la tensión eléctrica supere 300 V a tierra.

**5,5 m** 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.

**c) Separación de puertas, ventanas y similares.** Véase 230-9.

**d) Separaciones de las albercas.** Véase 680-8.

**230-26. Punto de fijación.** El punto de fijación de los conductores de acometida aérea a un inmueble u otra estructura debe estar a la separación mínima especificada en 230-24. En ningún caso, este punto de fijación debe estar a menos de 3 m del piso terminado.

**230-27. Medios de fijación.** Los cables multiconductores utilizados en las acometidas aéreas se deben sujetar a los inmuebles u otras estructuras, por medio de accesorios o herrajes aprobados e identificados para su uso con conductores de acometida. Las acometidas con línea abierta deben fijarse con accesorios aprobados e identificados para el uso con conductores de acometida o aisladores no-combustibles ni absorbentes, sólidamente fijados al inmueble o estructura.

**230-28. Mástiles de acometida como soporte.** Cuando se utilice un mástil de acometida como soporte de los conductores de acometida aérea, debe ser de una resistencia adecuada o estar sujeto por abrazaderas o por alambres de retención 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 deben ser adecuados para su uso con mástiles de acometida. Sólo los conductores de acometida aérea deberán estar sujetos a un poste 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. Cuando sea posible, dichos soportes deben estar independientes del inmueble.

### C. Acometidas subterráneas

**230-30. Aislamiento.** Los conductores de acometida subterránea deben soportar las condiciones atmosféricas y otras circunstancias de uso, sin que se produzcan fugas de corriente eléctrica perjudiciales. Los conductores de acometida subterránea deben tener aislamiento para la tensión eléctrica aplicada.

***Excepción:*** *Se permite que el conductor puesto a tierra no tenga aislamiento, en los casos siguientes:*

***a.*** *Un conductor de cobre desnudo en una canalización.*

***b.*** *Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se estima que el cobre es adecuado para las condiciones del suelo.*

***c.*** *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.*

***d.*** *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 enterrada.*

**230-31. Tamaño y capacidad nominales del conductor**

**a) Disposiciones generales.** Los conductores de la acometida subterránea deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transportar la que se ha calculado en la carga, según el Artículo 220, y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

**b) Tamaño nominal mínimo del conductor.** Los conductores deben tener un tamaño nominal del conductor no-menor a 8,367 $mm^2$ (8 AWG), si son de cobre o a 13,3 $mm^2$ (6 AWG) si son de aluminio.

***Excepción:*** *En instalaciones que tengan sólo cargas limitadas de un solo circuito derivado, como un pequeño calentador de agua de varias fases con regulación de potencia y similares, los conductores no deben ser de menores a 3,307 $mm^2$ (12 AWG) de cobre.*

**c) Conductores de puesta a tierra.** Un conductor de puesta a tierra debe tener un tamaño nominal del conductor no-menor al requerido en 250-23(b).

**NOTA:** Se puede conseguir un funcionamiento razonablemente eficiente si se toman en cuenta las caídas de tensión eléctrica al dimensionar los conductores de acometida subterránea.

**230-32. Protección contra daños.** Los conductores de acometida subterránea deben estar protegidos contra daños según 300-5. Los conductores de acometida subterránea que entren en un inmueble se deben instalar según se establece en 230-6 o proteger mediante una canalización de las identificadas en 230-43. Cuando una acometida se proporcione por medio de una estructura de transición, debe cumplirse lo indicado en 311-2.

### D. Conductores de entrada de acometida

**230-40. Conjuntos de conductores de entrada de acometida.** Cada acometida aérea o subterránea sólo se debe conectar a un conjunto de conductores de entrada de acometida.

***Excepción 1:*** *Se permite que los inmuebles con más de un local tengan un grupo de conductores de entrada de acometida que vaya hasta cada zona de locales o grupo de locales.*

***Excepción 2:*** *Cuando se agrupen en un local de dos a seis medios de desconexión de acometida, en envolventes separados que alimenten cargas separadas desde una acometida aérea o subterránea, se permite que un conjunto de conductores de entrada de acometida alimente a cada una de las envolventes que haya en la acometida.*

***Excepción 3:*** *Se permite que una vivienda unifamiliar y una estructura separada tengan un grupo de conductores de entrada de acometida que vayan a cada una de ellas desde una única acometida aérea o subterránea.*

**230-41. Aislamiento de conductores de entrada de acometida.** Los conductores de entrada de acometida deben soportar las condiciones atmosféricas y otras circunstancias de uso, sin que se produzcan fugas de corriente eléctrica perjudiciales. Los conductores de entrada de acometida que entren en un inmueble o estructura o en su exterior, deben estar aislados.

***Excepción:*** *Se permite que haya un conductor puesto a tierra sin aislar, en las siguientes circunstancias:*

***a.*** *Un conductor de cobre desnudo en una canalización.*

***b.*** *Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se estima que el cobre es adecuado a las condiciones del suelo.*

***c.*** *Un conductor de cobre desnudo, directamente enterrado con independencia de las condiciones del suelo, si forma parte de un cable identificado para uso subterráneo.*

***d.*** *Un conductor de aluminio sin aislante o cubierta individual, si forma parte de un cable identificado para su uso en una canalización subterránea o directamente enterrado.*

**230-42. Tamaño nominal y capacidad de conducción de corriente del conductor**

**a) Disposiciones generales.** Los conductores de entrada de acometida deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transportar la misma para la que se ha calculado la carga, según se indica en el Artículo 220. La capacidad de conducción de corriente se establece en 310-15.

***Excepción:*** *La capacidad de conducción de corriente de los electroductos aprobados debe ser aquella para la cual el electroducto está aprobado e identificado.*

**b) Conductores de fase.** Los conductores de fase deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a:

**1)** 100 A, a tres conductores para el servicio de una vivienda unifamiliar con seis o más circuitos derivados de dos conductores.

**2)** 100 A, a tres conductores para el servicio de una vivienda unifamiliar, con una carga inicial neta calculada de 10 kVA o más.

**3)** 60 A, para las demás cargas.

***Excepción 1:*** *Para cargas consistentes en no-más de dos circuitos derivados de dos conductores, de cobre de 8,367 $mm^2$ (8 AWG) o de aluminio de 13,3 $mm^2$ (6 AWG)*

***Excepción 2:*** *Por permiso especial para cargas limitadas por la demanda o por la fuente de alimentación, de cobre de 8,367 $mm^2$ (8 AWG) o de aluminio de 13,3 $mm^2$ (6 AWG)*

***Excepción 3:*** *Para cargas limitadas a un solo circuito derivado, de cobre de 3,307 $mm^2$ (12 AWG), pero en ningún caso menor a la de los conductores del circuito derivado.*

**c) Conductores puestos a tierra.** Un conductor puesto a tierra debe tener un tamaño nominal del conductor no menor del requerido por 250-23(b).

**230-43. Métodos de alambrado para 600 V nominales o menos.** Los conductores de entrada de acometida se deben instalar de acuerdo con los requisitos aplicables de esta NOM, relativos a los métodos de instalación utilizados y limitados a los siguientes:

**1)** Línea abierta sobre de aisladores;
**2)** cables de tipo IGS;
**3)** tubo *(conduit)* tipo pesado;
**4)** tubo *(conduit)* tipo semipesado;
**5)** tubo *(conduit)* metálico tipo ligero;
**6)** tubo *(conduit)* no-metálico tipo ligero;
**7)** cables de entrada de acometida;
**8)** canalizaciones. En canalizaciones para atravesar muros de edificaciones, cimentaciones o calles, debe dejarse un ducto de reserva para uno, dos y tres circuitos; para más de tres circuitos, por cada tres debe dejarse un ducto de reserva.
**9)** electroductos;
**10)** canales auxiliares;
**11)** tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado;
**12)** soportes para cables tipo charolas;
**13)** cables de tipo MC;
**14)** cables con aislamiento mineral y cubierta metálica;

**15)** tubo *(conduit)* metálico flexible no-mayores a 1,8 m de longitud o tubo *(conduit)* metálico flexibles hermético a los líquidos no-mayores a 1,8 m de longitud entre canalizaciones o entre una canalización y el equipo de acometida, con el puente de unión de equipo conectado entre el conductor de metal flexible o el tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos, según lo previsto en 259-79(a) (c) y (f)

**16)** tubo *(conduit)* no-metálico flexible hermético a los líquidos.

Se permite el uso de sistemas de soporte para cables tipo charolas para soportar cables aprobados como conductores de entrada de acometida.

**230-46. Conductores sin empalmes.** Los conductores de entrada de acometida no deben presentar empalmes.

***Excepción 1:*** *Se permiten conexiones mediante conectadores o pernos en las envolventes de medidores.*

***Excepción 2:*** *Cuando los conductores de entrada de acometida estén derivados para alimentar grupos de dos a seis medios de desconexión agrupados en un mismo lugar.*

***Excepción 3:*** *En un punto de unión debidamente cubierto, cuando se cambie el método de alambrado subterráneo por otro tipo de alambrado.*

***Excepción 4:*** *Se permite una conexión cuando los conductores de entrada de acometida se prolongan desde una acometida aérea a un cuarto exterior de medidores y regresan para conectarse con los conductores de acometida de otra instalación ya existente.*

***Excepción 5:*** *Cuando la acometida es un electroducto, se permiten las conexiones necesarias para ensamblar las diferentes secciones y accesorios.*

***Excepción 6:*** *En los conductores de acometidas ya existentes, se permite instalar juegos de empalme subterráneos para:*

***a.*** *Reparar los conductores existentes.*

***b.*** *Prolongar los conductores.*

**230-49. Protección contra daño físico en acometidas subterráneas.** Los conductores de acometida subterránea se deben proteger contra daño físico según se indica en 300-5.

**230-50. Protección de conductores y de cables sobre superficies expuestos contra daño.** Los conductores de acometida instalados superficialmente, se deben proteger contra daño físico según lo establecido en (a) y (b) siguientes:

**a) Cables de acometida.** Los cables de acometida, expuestos a daño físico al estar instalados en lugares expuestos cercanos a banquetas, pasillos, andenes o cuando puedan entrar en contacto con toldos, persianas, rótulos u objetos similares que puedan oscilar, deben estar protegidos de una de estas maneras: (1) en tubo *(conduit)* tipo pesado; (2) en tubo *(conduit)* tipo semipesado; (3) en tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado adecuado para el lugar; (4) en tubo *(conduit)* metálico tipo ligero o (5) por otro dispositivo aprobado.

**b) Otros cables.** Los cables y conductores individuales y distintos de los de la entrada de acometida, no se deben instalar a menos de 3 m del nivel del piso o donde estén expuestos a daño físico.

***Excepción:*** *Se permite instalar cables de tipo MI y MC a menos de 3 m del nivel del piso cuando no estén expuestos a daño físico o cuando estén protegidos según se establece 300-5(d).*

**230-51. Soportes y herrajes.** Los cables o conductores individuales de acometida expuestos, deben ir sujetos como se especifica en (a) (b) o (c) siguientes:

**a) Cables de acometida.** Los cables de acometida deben sujetarse con abrazaderas u otro medio adecuado situado a menos de 30 cm de cada mufa de acometida, curva de goteo o entrada en una canalización o envolvente y a intervalos que no pasen de 76 cm.

**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 4,6 m y de manera que tengan una separación no-menor a 50 cm de la superficie sobre la que pasan.

**c) Conductores individuales expuestos.** Los conductores individuales expuestos deben instalarse según se indica en la Tabla 230-51(c). Donde estén expuestos a la intemperie, los conductores deben instalarse sobre aisladores o sobre soportes aislantes unidos a bastidores, soportes angulares u otro dispositivo adecuado. 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 acometida expuestos**

| Tensión eléctrica máxima (V) | Separación máxima entre soportes (m) | Separación mínima (mm) | |
|---|---|---|---|
| | | Entre conductores | Desde la superficie |
| 600 | 2,8 | 150 | 50 |
| 600 | 4,5 | 300 | 50 |
| 300 | 1,4 | 75 | 50 |
| 600* | 1,4* | 65* | 25* |

* No expuestos a la intemperie

**230-52. Conductores individuales que entran en inmuebles o en otras estructuras.** Los conductores individuales expuestos que entren a un inmueble o a otra estructura, deben hacerlo a través de boquillas para techo o de la 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 acometida deben ser herméticas a la lluvia y tener drenaje. Cuando estén embebidas en concreto, deben llevar drenaje.

***Excepción:*** *Lo que se permita en 350-5.*

**230-54. Instalación de las acometidas aéreas**

**a) Mufa de acometida hermética a la lluvia.** Las canalizaciones de acometida deben estar equipadas con mufa de acometida hermética a la lluvia en el punto de conexión con los conductores de la acometida aérea.

**b) Cable de acometida equipado con una mufa de acometida hermética a la lluvia o con curva de goteo.** Los cables de acometida deben: (1) estar equipados con mufa de acometida hermética a la lluvia o (2) formar una curva de

goteo protegida por cinta aislante, pintada o protegida con cinta autoadhesiva termoplástica resistente a la intemperie.

**c) Mufa de acometida por encima del punto de unión de la acometida aérea exterior.** Las mufas y las curvas en "S" en los cables de entrada de acometida deben ubicarse por encima del punto de unión de los conductores de la acometida aérea al inmueble u otra estructura.

***Excepción:*** *Cuando no sea práctico colocar la mufa de acometida por encima del punto de unión, se permite colocarla a una distancia no-mayor de 600 mm del mismo.*

**d) Sujeción.** Los cables de acometida deben sujetarse firmemente.

**e) Boquillas separadas.** Las mufas de acometida separadas deben tener conductores de diferente potencial eléctrico al pasar a través de ellas por separado.

***Excepción:*** *Cables multiconductores de acometida en 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 acometida deben conectarse a los de la 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 entrada de acometida.

**g) Disposición para que el agua no penetre en la canalización o equipo de acometida.** Los conductores tanto de acometida aérea exteriores como de entrada deben estar dispuestos de manera tal que impida la penetración de agua a la canalización o al equipo de acometida.

**230-55. Terminación en los equipos de acometida.** Cualquier canalización de una acometida aérea o subterránea debe terminar en el interior de una caja o envolvente o en accesorios de canalización, equivalentes que cubran efectivamente todas las partes energizadas metálicas.

***Excepción:*** *Cuando el medio de desconexión de la acometida esté instalado en un tablero de distribución que tenga las barras colectoras en su parte posterior, está permitido que la canalización termine en boquillas.*

**230-56. Conductor de entrada de acometida con la mayor tensión eléctrica a tierra.** En una acometida de cuatro conductores conectada en delta, en la cual el punto medio de una fase esté puesto a tierra, el conductor de entrada de acometida cuya tensión eléctrica a tierra sea mayor, se debe marcar de manera permanente y durable con un acabado de color exterior naranja u otro medio eficaz, en todos los puntos terminales o empalmes.

**E. Equipo de acometida Disposiciones generales**

**230-62. Equipo de acometida. Cubierto o resguardado.** Las partes energizadas del equipo de acometida deben cubrirse como se especifica en el Apartado (a) o protegerse como se especifica en (b):

**a) Cubiertos.** Las partes energizadas deben estar cubiertas de manera que no queden expuestas a contactos accidentales.

**b) Resguardados.** Las partes energizadas que no estén cubiertas deben instalarse dentro de un tablero de distribución, panel de alumbrado y control o de control, y deben estar resguardadas de acuerdo con lo indicado en 110-17 y 110-18. Dichas cubiertas deben estar provistas de cerradura con llave o de puertas selladas, las cuales den acceso a las partes energizadas.

**230-63. Puesta a tierra y puente de unión.** El equipo de acometida, canalizaciones, blindajes de los cables, cubiertas metálicas de los conductores, etc. y cualquier conductor de acometida, que deba conectarse a tierra, debe hacerse de acuerdo con las siguientes Partes del Artículo 250:

Parte B. Puesta a tierra de circuitos y sistemas eléctricos.
Parte C. Ubicación de las conexiones de puesta a tierra de los sistemas.
Parte D. Puesta a tierra de envolventes y canalizaciones.
Parte F. Métodos de puesta a tierra.
Parte G. Puentes de unión.
Parte H. Sistema de electrodos de puesta a tierra.
Parte I. Conductores del electrodo de puesta a tierra.

**230-64. Espacio de trabajo.** Se deberá proveer un espacio de trabajo suficiente cercano al equipo de acometida que permita una operación segura, inspección y reparación. En ningún caso este espacio debe ser menor al especificado en 110-16 y debe cumplir con lo establecido en 110-18.

**230-65. Corriente eléctrica de cortocircuito disponible.** El equipo de acometida debe ser adecuado para soportar la corriente eléctrica de cortocircuito disponible en sus terminales de alimentación.

**230-66. Marcado.** El equipo de acometida de 600 V o menos se debe marcar para identificar si es adecuado para su uso como tal. No se considera equipo de acometida a los tableros de medidores individuales.

**F. Equipo de acometida - Medios de desconexión**

**230-70. Disposiciones generales.** En un inmueble u otra estructura deberá proveerse de un medio para desconectar todos los conductores a partir de los conductores de entrada de acometida.

**a) Ubicación.** Los medios para desconectar la acometida deben ser instalados, ya sea dentro o fuera de un edificio u otra estructura, en un lugar de rápido acceso en el punto más cercano de entrada de los conductores de acometida y a una distancia no-mayor a 5 m del equipo de medición.

El medio de desconexión de la acometida no se debe instalar en cuartos de baño.

**b) Marcado.** Cada medio de desconexión debe estar marcado permanentemente para identificarlo como tal.

**c) Apropiado para el uso.** Todos los medios de desconexión de la acometida deben ser adecuados para las condiciones que se den en la misma. El equipo de desconexión instalado en lugares peligrosos (clasificados) debe cumplir los requisitos de los Artículos 500 a 517.

**230-71. Número máximo de desconectadores**

**a) Disposiciones generales.** El medio de desconexión de la acometida para cada una de ellas que se permita en 230-2 o para cada grupo de conductores de acometida que se permita en 230-40 Excepción 1, debe consistir en no-más de seis interruptores o seis interruptores automáticos de circuitos instalados en un solo envolvente, en un grupo de envolventes independientes o en un tablero de control. No debe haber más de seis desconectadores de acometida agrupados en un solo lugar.

***Excepción:*** *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 listado, no debe considerarse medio de desconexión de la acometida.*

**b) Dispositivos unipolares.** En los circuitos de alambrados múltiples se permiten dos o tres interruptores o interruptores automáticos unipolares, que puedan funcionar por separado, un polo para cada conductor de fase, como medio de desconexión para varios polos, siempre que estén equipados con manijas manuales o con una manija maestra para desconectar todos los conductores de la acometida sin hacer más de seis movimientos con la mano.

**NOTA:** Véase 384-16(a) para equipo de acometida en los paneles de alumbrado y control y 430-95 para equipo de acometida en centros de control de motores.

**230-72. Agrupamiento de medios de desconexión**

**a) Disposiciones generales.** Los dos a seis desconectadores permitidos en 230-71 deben estar agrupados. Cada medio de desconexión debe estar marcado para indicar la carga que soporta.

***Excepción:*** *Se permite que uno de los dos a seis medios de desconexión permitidos en 230-71, esté situado en forma remota de los restantes medios de desconexión si se utiliza sólo para una bomba de agua que sirva también como bomba contra incendios.*

**b) Medios de desconexión adicionales de la acometida.** El medio o medios adicionales de desconexión de la acometida para bombas contra incendios, emergencia, medios de reserva legalmente obligatorios o medios de reserva opcionales permitidos en 230-2, se deben instalar a una separación suficiente de los uno a seis medios de desconexión normales de la acometida, para reducir al mínimo la posibilidad de corte simultáneo de energía.

**NOTA:** Para las acometidas de instalaciones de emergencia, véase 700-12(d) y (e).

**c) Acceso a los ocupantes.** En inmuebles con diversas actividades y ocupantes, todos los habitantes deben tener acceso a los medios de desconexión de la acometida.

***Excepción:*** *En inmuebles con distintas actividades en los que el servicio y mantenimiento de la instalación eléctrica estén a cargo de la administración del inmueble, y se encuentren bajo la supervisión continua de la misma, el medio de desconexión de la acometida propia de más de una de las actividades debe estar accesible únicamente a personal calificado.*

**230-74. Apertura simultánea de los polos.** Cada medio de desconexión de acometida debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase controlados por el sistema de alambrado del usuario.

**230-75. Desconexión del conductor puesto a tierra.** Cuando el medio de desconexión de la acometida no desconecte el conductor de tierra del sistema de alambrado del usuario, debe instalarse otro medio en el equipo de acometida. Para tal fin, se puede instalar una terminal o barra a la que se conecten todos los conductores de tierra mediante conectadores de presión.

En un tablero de distribución dividido en varias partes debe haber un medio de desconexión para el conductor puesto a tierra en cada una de las partes, siempre que estén así marcadas.

**230-76. Operación manual o eléctrica.** Los medios de desconexión de los conductores de fase de la acometida deben consistir en:

**1)** Un desconectador de accionamiento manual o un interruptor automático, equipado con una manija u otro medio adecuado para su accionamiento, o;

**2)** Un desconectador accionado 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 deberán indicar claramente si está en posición abierta o cerrada.

**230-78. Accionable desde afuera.** Un medio de desconexión de la acometida instalado en un envolvente debe ser accionable desde afuera, sin que el operador se exponga a contacto con partes energizadas.

***Excepción:*** *Un interruptor accionado eléctricamente o un interruptor automático no requiere ser accionable a mano desde afuera, en posición cerrado.*

**230-79. Capacidad del equipo de desconexión.** Los medios de desconexión de la acometida deben tener una capacidad nominal no-menor que la carga a servir determinada según el Artículo 220. En ningún caso ese valor debe ser menor al especificado en los siguientes apartados:

**a) Instalación de un solo circuito.** Para instalaciones que alimenten únicamente a cargas limitadas a un circuito derivado, el medio de desconexión de la acometida debe tener una capacidad no-menor a 15 A.

**b) Instalaciones para dos circuitos.** En instalaciones que consistan en no-más de dos circuitos derivados de dos conductores, los medios de desconexión de la acometida deben tener una capacidad no-menor a 30 A.

**c) Viviendas unifamiliares.** En viviendas unifamiliares, el medio de desconexión de la acometida debe tener una capacidad no-menor a 100 A en tres conductores, siempre que se dé alguna de las siguientes circunstancias: (1) si la carga calculada inicialmente es de 10 kVA o más o (2) si la instalación inicial consiste en seis o más circuitos derivados de dos conductores.

**d) Todos los demás casos.** En todas las demás instalaciones, el medio de desconexión de la acometida debe tener una capacidad no-menor a 60 A.

**230-80. Capacidades combinadas de los medios de desconexión.** Cuando el medio de desconexión de la acometida 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 a lo que se establece en 230-79.

**230-81. Conexión a las terminales.** Los conductores de la acometida deberán conectarse a los medios de desconexión de la acometida, mediante conectadores a presión, mordazas u otros accesorios adecuados. No se deben utilizar conexiones que dependan de soldaduras.

**230-82. Equipos conectados en el lado del medio de desconexión de la acometida.** No deberá conectarse ningún equipo en el lado del suministro de los medios de desconexión de la acometida.

***Excepción 1:*** *Los limitadores para cables u otros dispositivos limitadores de corriente eléctrica.*

***Excepción 2:*** *Los fusibles y medios de desconexión o interruptores automáticos situados en bases de medidores, conectados en serie sin conexión a tierra de la acometida y ubicados fuera del inmueble alimentado.*

***Excepción 3:*** *Los medidores cuya tensión eléctrica nominal no sobrepase 600 V, siempre que todas las partes metálicas y las cubiertas de la acometida estén conectadas a tierra según se establece en el Artículo 250.*

***Excepción 4:*** *Los transformadores de medición (corriente y tensión eléctricas), derivaciones de alta impedancia, dispositivos de protección contra sobretensiones eléctricas aprobados y listados para usarse en el lado del suministro del medio de desconexión, dispositivos de control de carga y apartarrayos.*

***Excepción 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 de rociadores automáticos, si están dotados de equipo de acometida e instalados siguiendo los requisitos de los conductores de acometida.*

***Excepción 6:*** *Los sistemas solares fotovoltaicos o fuentes de producción de energía eléctrica interconectadas. Véanse los Artículos 690 y 705 en lo que afecta a estos sistemas.*

***Excepción 7:*** *Cuando los medios de desconexión de la acometida sean accionados eléctricamente, se permite que el circuito de control esté conectado antes del medio de desconexión de la acometida si dispone de dispositivos adecuados de desconexión y protección contra sobrecorriente.*

***Excepción 8:*** *Los sistemas de protección contra fallas a tierra, si están instalados como parte de equipo aprobado y si disponen de medios de desconexión y protección contra sobrecorriente adecuados.*

**230-83. Equipo de transferencia.** El equipo de transferencia, incluidos los desconectadores de transferencia, debe funcionar de manera que todos los conductores de fase de una fuente de alimentación se desconecten antes de que se conecte cualquier conductor de fase de la segunda fuente.

***Excepción 1:*** *Cuando se utilice un equipo manual aprobado e identificado para ese fin o un equipo automático adecuado, se permite que haya dos o más fuentes conectadas en paralelo a través del equipo de transferencia.*

***Excepción 2:*** *Cuando haya una instalación en paralelo dotada de un equipo adecuado de control, automático o manual.*

### G. Equipo de acometida - Protección contra sobrecorriente

**230-90. Cuándo es necesario.** Todos los conductores de fase de la acometida deben tener protección contra sobrecorriente.

**a) Conductores de fase.** Dicha protección debe consistir en un dispositivo contra sobrecorriente en serie con cada conductor de fase de la acometida que tenga una capacidad nominal no-superior a la capacidad de conducción de corriente del conductor.

***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:*** *Los fusibles e interruptores automáticos con una capacidad nominal que cumpla lo establecido en 240-3(b) o (c) y en 240-6.*

***Excepción 3:*** *No se permiten más de seis interruptores automáticos de circuito o seis juegos de fusibles como dispositivo de protección contra sobrecorriente, que protejan al circuito contra sobrecargas. Se permite que la suma de las capacidades nominales de los interruptores automáticos o fusibles supere a la capacidad de conducción de corriente de los conductores de la acometida, siempre que la carga calculada según se establece en el Artículo 220 no supere la capacidad de conducción de corriente de los conductores de acometida.*

***Excepción 4:*** *Bombas contra incendios. Cuando se juzgue que la acometida al cuarto de bombas contra incendios deba estar fuera del inmueble, no se deben aplicar estas disposiciones. El dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida a las bombas contra incendios, se debe elegir o programar de modo que pueda transportar indefinidamente la corriente de rotor bloqueado del motor o motores.*

***Excepción 5:*** *Acometidas monofásicas a tres conductores a 120/240 o 127/220 V para viviendas, tal como se permite en la NOTA 3 a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V, 310-15.*

Se entiende por conjunto de fusibles a todos los fusibles necesarios para proteger todos los conductores de fase de un circuito. Los interruptores automáticos unipolares agrupados según lo establecido en 230-71(b), se deben considerar como un dispositivo de protección.

**b) No en un conductor puesto a tierra.** En un conductor de acometida puesto a tierra 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 de la protección contra sobrecorriente**

**a) Disposiciones generales.** El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe formar parte integrante del medio de desconexión de la acometida y debe estar situado en un lugar adyacente a ellos.

**b) Más de un inmueble.** En una propiedad que comprenda más de un inmueble, bajo una administración común, los conductores de fase que alimenten a cada inmueble deben estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente, los cuales deben estar ubicados en el inmueble servido o en otro inmueble de la misma propiedad, siempre que estén accesibles a los ocupantes del inmueble servido.

**c) Acceso a los ocupantes.** En un inmueble con varios ocupantes, todos ellos deben tener acceso a los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

***Excepción:*** *La que se permite en 240-24 (b), Excepción 1.*

**230-92. Dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida bajo llave.** Cuando los dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida estén sellados o bajo llave o no sean fácilmente accesibles por cualquier otra razón, se debe instalar dispositivos de sobrecorriente de los circuitos derivados en el lado de las cargas, instalados en un lugar fácilmente accesible y deben ser de menor capacidad nominal que el dispositivo de sobrecorriente de la acometida.

**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 acometida 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 respecto a otros equipos de acometida.** El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe proteger a todos los circuitos y dispositivos.

***Excepción 1:*** *El desconectador de la acometida puede instalarse del lado del suministro.*

***Excepción 2:*** *Los circuitos en derivación de alta impedancia, pararrayos, capacitores de protección contra sobretensión y los transformadores de medición (de corriente y de tensión eléctricas), pueden conectarse e instalarse del lado del suministro de los medios de desconexión de la acometida, tal como lo permite la Sección 230-82.*

***Excepción 3****: Se permite que los circuitos de alimentación de emergencia y los dispositivos de control de cargas se conecten en el lado del suministro, antes del dispositivo de sobrecorriente de la acometida, cuando lleven protección independiente contra sobrecorriente.*

***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 del suministro del dispositivo de protección contra sobrecorriente de la acometida, cuando lleven protección contra sobrecorriente separada para ellos.*

***Excepción 5:*** *Los medidores con tensión eléctrica nominal no-mayor a 600 V, siempre que todas las cajas metálicas y cubiertas de la acometida estén puestas a tierra según el Artículo 250.*

***Excepción 6:*** *Cuando el equipo de la acometida se accione eléctricamente, se permite que el circuito de control esté conectado antes del medio de desconexión de la acometida si dispone de dispositivos adecuados de desconexión y protección contra sobrecorriente.*

**230-95. Protección de equipo contra fallas a tierra.** Se debe proveer protección a los equipos contra fallas a tierra en las acometidas de sistemas en "Y" (estrella) sólidamente puestos a tierra con tensión eléctrica a tierra superior a 150 V, pero que no supere 600 V entre fases para cada dispositivo de desconexión de la acometida de 1000 A nominales o más.

Se debe considerar que la capacidad nominal admisible del medio de desconexión de la acometida es la del mayor fusible que se pueda instalar o la mayor corriente eléctrica de disparo continuo, al que se pueda ajustar el dispositivo de protección contra sobrecorriente instalado en el interruptor automático del circuito.

**Definición.** "Sólidamente puesto a tierra" significa que el conductor puesto a tierra (neutro) lo está sin necesidad de intercalar ninguna resistencia o dispositivo de impedancia.

***Excepción 1:*** *Las disposiciones de protección contra fallas a tierra de esta Sección no se aplican a un medio de desconexión de acometida para procesos industriales continuos, en los que una parada inesperada puede crear condiciones de peligro.*

***Excepción 2:*** *Las disposiciones de protección contra fallas a tierra de esta Sección no se aplican a las bombas contra incendios.*

**a) Ajuste.** El sistema de protección contra fallas a tierra debe funcionar haciendo que el medio de desconexión de la acometida abra todos los conductores de fase del circuito en falla. El máximo ajuste de esa protección será de 1200 A y el retardo máximo debe ser de un segundo para corrientes de falla a tierra iguales o mayores a 3000 A.

**b) Fusibles.** Cuando se use una combinación de desconectadores y fusibles, los fusibles utilizados deben ser capaces de interrumpir cualquier corriente eléctrica mayor a su capacidad de interrupción, antes de que el sistema de protección contra fallas a tierra provoque la apertura del desconectador.

> **NOTA 1:** La protección contra fallas a tierra que funcione abriendo el desconectador de la acometida, no ofrece protección contra fallas del lado del dispositivo de protección. Sólo sirve para limitar daño a los conductores y a equipos del lado de las cargas, si se produjera una falla a tierra que diera lugar a un arco en el lado de la carga del elemento protector.
>
> **NOTA 2:** Esta protección adicional del equipo de la acometida 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 el circuito de alimentación y en los derivados, cuando sea máxima la necesidad de la continuidad en el servicio eléctrico.
>
> **NOTA 3:** Cuando exista dispositivo de protección contra fallas a tierra para el medio de desconexión de la acometida y se conecte con otro sistema de alimentación a través de un dispositivo de transferencia, pueden ser necesarios otros medios o dispositivos que aseguren la detección de la puesta a tierra del dispositivo de protección.

**c) Pruebas de funcionamiento.** Una vez instalado, se debe probar el funcionamiento del sistema de protección contra fallas a tierra. La prueba se debe hacer siguiendo las instrucciones que se suministren con el equipo. Se debe hacer un informe escrito de esta prueba y ponerlo a disposición de la autoridad competente.

## H. Acometidas de más de 600 V nominales

**230-200. Disposiciones generales.** Los conductores y equipos de acometida utilizados en circuitos de más de 600 V 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 debe aplicar lo establecido en la Parte H a los equipos instalados del lado de alimentación en el punto de acometida.

**230-202. Conductores de acometida.** Los conductores de acometida a inmuebles o a construcciones se deben instalar conforme a lo siguiente:

**a) Tamaño nominal de los conductores.** Los conductores de entrada de acometida no deben ser menores a 13,3 $mm^2$. (6 AWG), excepto en cables multiconductores. Los cables multiconductores no deben ser menores a 8,367 $mm^2$ (8 AWG).

**b) Métodos de alambrado.** Los conductores de acometida se deben instalar según alguno de los métodos de alambrado que se indican en 710-4.

**c) Cruce de calles y acceso a edificios**. Para atravesar muros de edificaciones, cimentaciones o calles, debe dejarse un conducto de reserva por cada circuito.

**230-203. Letreros de advertencia.** En todos los lugares en los que personas no-calificadas puedan entrar en contacto con partes energizadas, se deben poner a la vista letreros de advertencia con las palabras

"PELIGRO, ALTA TENSIÓN ELÉCTRICA ¡ ALÉJESE!"

**230-204. Desconectadores de aislamiento**

**a) Cuándo se requieren.** Cuando el medio de desconexión sea un desconectador en aceite, aire o hexafluoruro de azufre deberá instalarse un interruptor en aire de aislamiento en el lado del suministro del medio de desconexión y el equipo asociado.

***Excepción:*** *Cuando dichos equipos vayan instalados sobre paneles removibles o tableros metálicos que no se puedan abrir si no se desconecta el circuito y que, cuando se quitan de su posición normal de funcionamiento, desconectan automáticamente al desconectador o interruptor automático de todas las partes energizadas.*

**b) Fusibles usados como interruptor de aislamiento.** Cuando los fusibles sean de un tipo que permita utilizarlos como medio de desconexión, un grupo de dichos fusibles se podrá utilizar como desconectador de aislamiento.

**c) Accesible sólo a personas calificadas.** El desconectador de aislamiento sólo debe ser accesible a personas calificadas.

**d) Conexión de puesta a tierra.** Los desconectadores de aislamiento deben estar provistos de medios para conectar directamente a tierra a los conductores del lado de la carga, cuando se desconecten de la fuente de alimentación.

No será necesario un medio de conexión a tierra de los conductores del lado de la carga para los desconectadores de aislamiento duplicados, que estén instalados y mantenidos por la compañía suministradora de energía eléctrica.

**230-205. Medios de desconexión**

**a) Ubicación.** Los medios de desconexión de la acometida deberán estar localizados según lo establecido en 230-70.

**b) Tipo.** Cada medio de desconexión de la acometida debe desconectar simultáneamente a todos los conductores de fase de la acometida no-puestos a tierra que dependan de él, y debe tener una corriente de interrupción no-menor a la corriente eléctrica máxima de cortocircuito posible en las terminales de alimentación.

Cuando se instalen interruptores con fusibles o fusibles de montaje separado, se permitirá que las características del fusible contribuyan a fijar la capacidad de cierre bajo falla del medio de desconexión.

**230-206. Dispositivos de protección contra sobrecorriente utilizados como medio de desconexión.** Cuando el interruptor automático de un circuito o el medio alternativo utilizado según se indica en 203-208 como dispositivo de sobrecorriente de la acometida, cumplan los requisitos indicados en 230-205, deben constituir el medio de desconexión de la acometida.

**230-208. Requisitos de protección contra sobrecorriente.** Un dispositivo de protección contra cortocircuitos debe ser provisto en el lado de la carga o como parte integral de la desconexión de la acometida, y deberá proteger a todos los conductores de fase que dependan de él. El dispositivo de protección debe ser capaz de detectar e interrumpir cualquier corriente eléctrica que supere su punto de disparo o de fusión y que pueda producirse en la instalación. Se debe considerar que un fusible de capacidad nominal continua que no supere al triple de la capacidad de conducción de corriente del conductor o un interruptor automático con un valor de disparo que no supere en seis veces la capacidad de conducción de corriente de los conductores, ofrece protección adecuada contra cortocircuitos.

> **NOTA:** Para capacidad de conducción de corriente de conductores de 2001 V nominales en adelante, véanse las Tablas 310-69 a 310-86.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben cumplir los siguientes requisitos:

**a) Tipo de equipo.** Los equipos utilizados para proteger los conductores de entrada de acometida, deben cumplir los requisitos indicados en el Artículo 710 Parte C.

**b) Dispositivos de sobrecorriente en cubiertas.** La limitación de 80% de la capacidad nominal de un dispositivo de sobrecorriente en una cubierta o envolvente para cargas continuas, no se debe aplicar a dichos dispositivos si están instalados en acometidas que funcionen a más de 600 V.

**230-209. Dispositivos de sobretensión eléctrica.** En cada conductor de fase de la acometida aérea no-puesto a tierra, se permite instalar dispositivos de sobretensión eléctrica de acuerdo con los requisitos indicados en el Artículo 280.

**230-210. Equipo de acometida. Disposiciones generales.** El equipo de acometida, incluidos los transformadores de medición, debe cumplir lo establecido en el Artículo 710 Parte B.

**230-211. Tableros en envolventes metálicos.** Los tableros en envolventes metálicos deben consistir en una estructura metálica sólida y una cubierta envolvente de chapa metálica. Cuando se instale sobre suelo combustible, debe ir debidamente protegido.

**230-212. Acometidas de más de 15 000 V.** Cuando la tensión eléctrica entre conductores sea superior a 15000 V, debe entrar, ya sea a través de cubiertas metálicas o en una bóveda de transformadores, que cumplan los requisitos establecidos en 450-41 a 450-48.

## ARTÍCULO 240 - PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

**240-1. Alcance.** Las Partes A a la G de este Artículo cubren los requisitos generales para la protección contra sobrecorriente y los dispositivos de protección contra sobrecorriente para no más de 600 V nominales. La parte H cubre la protección contra sobrecorriente de instalaciones de más de 600 V nominales.

> **NOTA:** La protección contra sobrecorriente de los conductores y de equipo se instala de modo que abra el circuito si la corriente eléctrica alcanza un valor que pudiera causar una temperatura excesiva o peligrosa de los conductores o de su aislamiento que den posibilidad de un incendio. Véase 110-9, requisitos de interrupción, y 110-10, requisitos de protección contra fallas a tierra.

### A. Disposiciones generales

**240-2. Protección del equipo.** El equipo debe protegerse contra sobrecorrientes de acuerdo con cada Artículo de esta NOM, que trata específicamente de cada tipo de equipo como se indica en la siguiente lista:

| | **Artículo** |
|---|---|
| Acometidas | 230 |
| Anuncios luminosos y alumbrado de realce | 600 |
| Aparatos eléctricos | 422 |
| Bombas contra incendios | 695 |

| | |
|---|---|
| Capacitores | 460 |
| Celdas electrolíticas | 668 |
| Circuitos Clase I, Clase II y Clase III para control remoto, señalización y de potencia limitada | 725 |
| Circuitos derivados | 210 |
| Convertidores de fase | 455 |
| Ductos con barras (Electroductos) | 364 |
| Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de ruedas | 620 |
| Equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente | 424 |
| Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve | 426 |
| Equipo eléctrico fijo para calentamiento de tuberías para líquidos y recipientes | 427 |
| Equipos de aire acondicionado y de refrigeración | 440 |
| Equipos de calentamiento por inducción y por pérdidas dieléctricas | 665 |
| Estudios de cine, televisión y lugares similares | 530 |
| Equipos de grabación de sonido y similares | 640 |
| Equipos de rayos X | 660 |
| Generadores | 445 |
| Grúas y polipastos | 610 |
| Instalaciones y lugares de atención de la salud | 517 |
| Lugares de reunión | 518 |
| Luminarias, portalámparas, lámparas y receptáculos | 410 |
| Maquinaria industrial | 670 |
| Máquinas de soldar eléctricas | 630 |
| Motores, circuitos de motores y sus controladores | 430 |
| Órganos tubulares | 650 |
| Sistemas de distribución programada | 780 |
| Sistemas de emergencia | 700 |
| Sistemas de señalización para protección contra incendios | 760 |
| Sistemas solares fotovoltaicos | 690 |
| Tableros de distribución y paneles de alumbrado y control | 384 |
| Teatros, áreas de audiencia en cines y estudios de TV y lugares similares | 520 |
| Transformadores y bóvedas de transformadores | 450 |

**240-3. Protección de los conductores.** Los conductores que no sean cordones flexibles y cables de aparatos eléctricos, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de conducción de corriente, tal como se especifica en 310-15, excepto los casos permitidos o exigidos por los siguientes apartados:

**a) Riesgo de pérdida de energía.** No será necesaria la protección de los conductores contra sobrecarga, cuando la apertura del circuito podría crear un riesgo, por ejemplo en los circuitos magnéticos de una grúa de transporte de materiales o de bombas contra incendios, pero sí deben llevar protección contra cortocircuitos.

**b) Dispositivos de 800 A nominales o menos.** Se permite usar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del valor nominal inmediato superior a la capacidad de conducción de corriente de los conductores que proteja, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

**1)** Que los conductores protegidos no formen parte de un circuito derivado con varias salidas para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija;

**2)** que la capacidad de conducción de corriente de los conductores no corresponda con la capacidad nominal de un fusible o interruptor, sin ajuste para disparo por sobrecarga encima de su valor nominal (pero está permitido que tenga otros ajustes de disparo o valores nominales).

**3)** que el valor nominal inmediato superior seleccionado no supere 800 A.

**c) Dispositivos de más de 800 A.** Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente tenga una intensidad máxima de disparo de más de 800 A nominales, la capacidad de conducción de corriente de los conductores que protege debe ser igual o mayor que la capacidad nominal del dispositivo, tal como se define en 240-6.

**d) Conductores en derivación.** Se permite que los conductores en derivación estén protegidos contra sobrecorriente según se indica en 210-19 (c), 240-21, 364-11, 364-12 y 430-53(d).

**e) Conductores para circuitos de aparatos eléctricos a motor.** Se permite que los conductores de los circuitos de aparatos eléctricos a motor estén protegidos contra sobrecorriente según se establece en las Partes B y D del Artículo 422.

**f) Conductores para circuitos de motores y de control de motores.** Se permite que los conductores de circuitos de motores y de control de motores estén protegidos contra sobrecorriente según se indica en las Partes C, D, E y F del Artículo 430.

**g) Conductores de alimentación de convertidores de fase.** Se permite que los conductores de alimentación de los convertidores de fase para cargas motorizadas y no-motorizadas, estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en 455-7.

**h) Conductores de circuitos para equipos de refrigeración y aire acondicionado.** Se permite que los conductores de los circuitos de equipo de refrigeración y aire acondicionado estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en las Partes C y F del Artículo 440.

**i) Conductores del secundario de los transformadores.** Los conductores del secundario de un transformador monofásico (excepto los de dos conductores) y polifásicos (excepto los de conexión delta-delta tres conductores), no se consideran protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario. Los conductores alimentados desde el secundario de un transformador monofásico con dos conductores (una sola tensión eléctrica) o trifásico con conexión delta-delta con tres conductores (una tensión eléctrica), se permite que se protejan mediante el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario (lado del suministro) del transformador, siempre que esa protección cumpla lo establecido en 450-3 y no supere el valor resultante de multiplicar la capacidad de conducción de corriente del conductor del secundario por la relación de transformación.

**j) Conductores de los circuitos de capacitores.** Se permite que los conductores de los circuitos de capacitores estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en 460-8(b) y 460-25(a) a (d).

**k) Conductores de los circuitos para máquinas de soldar eléctricas.** Se permite que los conductores de circuitos para máquinas de soldar estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en 630-12, 630-22 y 630-32.

**240-4. Protección de los cordones flexibles y cables de aparatos eléctricos.** Los cordones flexibles, incluidos los de Tinsel y las extensiones, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de conducción de corriente, tal como se establece en las Tablas 400-5(a) y 400-5(b). Los cables de aparatos eléctricos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con su capacidad de conducción de corriente, tal como se establece en la Tabla 402-5(a). Se permite como medio aceptable para proporcionar esta protección el dispositivo suplementario contra sobrecorriente que establece 240-10.

***Excepción 1:*** *Cuando un cordón flexible o Tinsel aprobado y utilizado con un aparato específico aprobado y listado o una lámpara portátil, se conecte a un circuito derivado del Artículo 210 según lo siguiente:*

*Circuitos de 20 A, cordón de Tinsel o cordón de 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) y mayor.*
*Circuitos de 30 A, cordón de 1,307 $mm^2$(16 AWG) y mayor.*
*Circuitos de 40 A, cordón de 20 A y mayor.*
*Circuitos de 50 A, cordón de 20 A y mayor.*

***Excepción 2:*** *Cuando el cable del aparato se conecte a un circuito derivado de 120, 127 V o más como se indica en el Artículo 210, de acuerdo con lo siguiente:*

*Circuitos de 20 A, 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) hasta 15,2 m de largo.*
*Circuitos de 20 A, 1,307 $mm^2$(16 AWG) hasta 30,5 m de largo.*
*Circuitos de 20 A, 2,082 $mm^2$ (14 AWG) y mayor.*
*Circuitos de 30 A, 2,082 $mm^2$ (14 AWG) y mayor.*
*Circuitos de 40 A, 3,307 $mm^2$ (12 AWG) y mayor.*
*Circuitos de 50 A, 3,307 $mm^2$ (12 AWG) y mayor.*

***Excepción 3:*** *Cuando un cordón flexible usado con extensiones aprobadas y listadas, se conecte a un circuito derivado del Artículo 210 según lo siguiente:*

*Circuitos de 20 A, 1,307 $mm^2$(16 AWG) y mayor.*

**240-6. Capacidades nominales de corriente eléctrica normalizadas**

**a) Fusibles e interruptores de disparo fijo.** Para selección de fusibles y de interruptores de disparo inverso, se deben considerar los siguientes valores normalizados de corriente eléctrica nominal: 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000 y 6000 A. Se consideran como tamaños normalizados los fusibles de 1,3,6,10 y 601 A. Se permite el uso de fusibles e interruptores automáticos de tiempo inverso con valores de corriente nominal diferentes a lo valores indicados en este inciso.

**b) Interruptores de disparo ajustable.** La capacidad nominal de corriente eléctrica normalizada de los interruptores de disparo ajustable, del tipo con retardo de tiempo largo (capacidad nominal en A o por sobrecarga) que tengan medios externos de ajuste, debe ser el del máximo ajuste posible.

***Excepción:*** *Los interruptores automáticos que tengan tapas removibles selladas sobre los medios de ajuste o que estén situados detrás de las puertas atornilladas de las envolventes de los equipos o detrás de las puertas cerradas accesibles sólo a personas calificadas, podrán tener un nivel de disparo igual al correspondiente ajuste de tiempo largo.*

**NOTA:** No se intenta prohibir el uso de fusibles e interruptores de tiempo inverso de capacidades no normalizadas.

**240-8. Fusibles o interruptores automáticos de circuitos en paralelo.** Los fusibles, interruptores de circuitos o combinaciones de ambos no se deben conectar en paralelo.

***Excepción:*** *Los interruptores automáticos o fusibles montados en paralelo en fábrica y aprobados y listados como una sola unidad.*

**240-9. Dispositivos térmicos.** Los relés térmicos y otros dispositivos no diseñados para abrir corrientes eléctricas de cortocircuito, no se deben usar para la protección de conductores contra sobrecorrientes producidas por

cortocircuitos o fallas a tierra, pero se permitirá su uso para proteger contra sobrecargas a los conductores de los circuitos de motores si están protegidos como se indica en 430-40.

**240-10. Protección suplementaria contra sobrecorriente.** Cuando se utilice protección suplementaria contra sobrecorriente en luminarias, aparatos eléctricos y otro equipo o para los circuitos y componentes internos de equipo, no se debe usar como sustituta de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados ni en lugar de la protección de los circuitos derivados tal como especifica el Artículo 210. Los dispositivos suplementarios de sobrecorriente no tienen que ser necesariamente de fácil acceso.

**NOTA:** El uso de dispositivos de corriente residual se reconoce como medida adicional de protección contra choque eléctrico por contactos directos y se permite como medio adicional de protección contra contacto indirecto.

**240-11. Definición de dispositivo de protección de sobrecorriente limitador de corriente eléctrica.** Un dispositivo de protección contra sobrecorriente tipo limitador de corriente eléctrica es aquél que, cuando interrumpe corrientes dentro de su gama de funcionamiento, puede reducir la corriente eléctrica que pasa por el circuito en falla hasta una cantidad sustancialmente inferior a la que se conseguiría en el mismo circuito si el limitador fuese sustituido por un conductor macizo de impedancia comparable.

**240-12. Coordinación de los sistemas eléctricos.** Cuando se requiera una interrupción ordenada para minimizar el riesgo o riesgos para las personas y para el equipo, se permite un sistema de coordinación basado en las dos condiciones siguientes:

**1)** Protección coordinada contra cortocircuitos.

**2)** Indicación de sobrecarga mediante sistemas o dispositivos de supervisión.

**NOTA:** La coordinación se define como la localización adecuada de una falla para limitar los cortes a los equipos afectados, realizada mediante dispositivos selectivos de protección contra fallas. El sistema de supervisión puede hacer que esa situación produzca una alarma que permita tomar medidas correctoras o cerrar ordenadamente el circuito, minimizando así los riesgos para las personas y daño para el equipo.

**240-13. Protección de los equipos por falla a tierra.** Se debe proteger a los equipos contra fallas a tierra de acuerdo con lo establecido en 230-95 para instalaciones eléctricas sólidamente conectadas a tierra y en estrella, de más de 150 V a tierra pero que no superen 600 V entre fases, para cada dispositivo individual utilizado como medio de desconexión a la red del edificio o estructura que sea de 1000 A nominales o más.

***Excepción 1:*** *Las disposiciones de esta Sección no se aplican a los medios de desconexión de procesos industriales continuos, en los que la parada inesperada podría aumentar los riesgos o producir otros nuevos.*

**Excepción 2:** Las disposiciones de protección contra fallas a tierra de esta Sección no se aplican a las bombas contra incendios.

**B. Localización**

**240-20. Conductores no puestos a tierra**

**a) Dispositivo de protección contra sobrecorriente.** Un fusible o la unidad de disparo por sobrecorriente de un interruptor, debe estar conectado en serie con cada conductor de fase. Una combinación de transformador de corriente y relé de sobrecorriente se considera equivalente a la unidad de disparo por sobrecorriente.

**NOTA:** Para los circuitos de motores, véanse las Partes C, D, F y J del Artículo 430.

**b) Interruptor automático como dispositivo de sobrecorriente.** Los interruptores automáticos deben abrir todos los conductores de fase del circuito, a no ser que permitan otra cosa los siguientes Apartados:

**1)** Excepto con las limitaciones establecidas en 210-4(b), se permiten los interruptores automáticos individuales unipolares con las manijas de disparo unidas o sin unir, como protección de cada uno de los conductores de los circuitos derivados multiconductores que suministran corriente eléctrica únicamente a cargas monofásicas.

**2)** En sistemas puestos a tierra se permiten interruptores automáticos individuales unipolares, con las manijas de disparo aprobadas como protección de cada uno de los conductores de fase, para cargas conectadas entre fases en circuitos monofásicos o en circuitos de c.c. de tres conductores.

**3)** Para cargas entre fases en sistemas de tres fases cuatro conductores o dos fases cinco conductores que tienen el neutro puesto a tierra y sin conductores que funcionen a tensiones eléctricas superiores a los permitidos en 210-6, se permiten interruptores automáticos individuales unipolares con manijas de disparo aprobados como protección de cada conductor de fase.

**c) Sistemas de distribución en anillo.** Como sustitutos de los fusibles o de interruptores automáticos, se permiten los dispositivos aprobados y listados que ofrezcan una protección equivalente contra sobrecorriente en sistemas de distribución en anillo.

**240-21. Localización en el circuito.** El dispositivo de sobrecorriente se debe conectar a cada conductor de fase del circuito, del siguiente modo:

**a) Alimentadores y circuitos derivados.** Los conductores de los alimentadores y de los circuitos derivados deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente conectados en el punto en el que los conductores reciben la energía, excepto lo que se permita a continuación.

**b) Derivaciones no-superiores a 3 m de largo.** Se permite conectar conductores en derivación, sin protección contra sobrecorriente en el punto de derivación, a un alimentador o al secundario de un transformador, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

**1)** La longitud de los conductores en derivación no debe ser mayor de 3 m.

**2)** La capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación sea:

**a**. No-inferior a la suma de cargas calculadas del circuito alimentado por los conductores en derivación, y

**b**. No-inferior a la capacidad nominal del dispositivo alimentado por los conductores en derivación o no-menor que la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente en el punto de la terminal de los conductores en derivación.

**3)** Los conductores en derivación no deben ir más allá del tablero de distribución, centro de carga, medio de desconexión o dispositivos de control a los que suministran energía.

**4)** Excepto en el punto de conexión con el circuito alimentador, los conductores en derivación van en una canalización que debe ir desde la derivación hasta el envolvente de cualquier tablero de distribución cerrado, panel de control y alumbrado o hasta la parte posterior de un tablero de distribución abierto.

**5)** Para instalaciones de campo en las que los conductores en derivación salgan de la envolvente o bóveda en que se hace la derivación, la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente en el lado del suministro de los conductores en derivación, no debe ser superior a 1000% de la capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación.

**NOTA:** Para paneles de circuitos de alumbrado y aparatos eléctricos véase 384-16(a) y (d).

**c) Derivaciones de alimentadores no-superiores a 8 m de largo.** Se permite conectar conductores en derivación, sin protección contra sobrecorriente en el punto de derivación, a un alimentador, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

**1)** La longitud de los conductores en derivación no sea mayor de 8 m.

**2)** La capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación no sea menor a 1/3 de la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador de suministro.

**3)** Los conductores en derivación terminen en un solo interruptor automático o en un solo juego de fusibles que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación. Este dispositivo debe permitir instalar cualquier número de dispositivos adicionales de sobrecorriente en el lado de la carga.

**4)** Los conductores en derivación estén debidamente protegidos contra daño físico o en una canalización.

**d) Derivaciones de alimentadores para un transformador (el primario más el secundario no deben medir más de 8 m de largo).** Está permitido conectar conductores en derivación del alimentador del primario de un transformador, sin dispositivo de protección contra sobrecorriente en la derivación, cuando se cumplan las siguientes condiciones:

**1)** La capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación no sea menor a 1/3 de la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador de suministro.

**2)** Los conductores que reciben corriente eléctrica del secundario del transformador deben tener una capacidad de conducción de corriente tal que, cuando se multiplica por la relación de transformación, resulte como mínimo 1/3 de la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege a los conductores de alimentación.

**3)** La longitud total del conductor del primario más la del secundario, excluyendo cualquier parte del conductor del primario que esté protegida a su corriente eléctrica nominal, no sea superior a 7,62 m.

**4)** Los conductores del primario y del secundario estén adecuadamente protegidos contra daño físico.

**5)** Los conductores del secundario terminen en un solo interruptor o en un juego de fusibles que limiten la corriente eléctrica de la carga a un valor no-superior a la capacidad de conducción de corriente del conductor permitida en 310-15.

**e) Derivaciones de más de 8 m de largo.** Se permite que conductores de más de 8 m de largo se deriven de un alimentador, en plantas industriales, con paredes de más de 10,67 m de alto, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que los sistemas serán atendidos únicamente por persona calificadas. Los conductores en derivación sin dispositivo de protección contra sobrecorriente en la derivación, podrán tener no-más de 8 m en la horizontal y no-más de 30 m de longitud total, cuando se cumplan las siguientes condiciones:

**1)** La capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación no sea menor a 1/3 de la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador de suministro.

**2)** Los conductores en derivación terminen en un solo interruptor automático o un solo juego de fusibles que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación. Este dispositivo debe permitir instalar cualquier número de dispositivos adicionales de sobrecorriente en el lado de la carga.

**3)** Los conductores de la derivación estén debidamente protegidos contra daño físico o en una canalización.

**4)** Los conductores en derivación sean continuos de un extremo a otro, sin empalmes.

**5)** Los conductores en derivación sean de tamaño nominal de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) de cobre o de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) de aluminio.

**6)** Los conductores en derivación no atraviesen paredes, pisos o techos.

**7)** La derivación esté hecha a no menos de 9 m del piso.

**f) Conexiones en derivación de los circuitos derivados.** Se permite considerar protegidas a las conexiones en derivación a salidas individuales y a los conductores de un circuito que suministre energía a una sola estufa doméstica, por el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado, cuando cumplan los requisitos indicados en 210-19, 210-20 y 210-24.

**g) Derivaciones de electroductos.** Se permite que los electroductos y derivaciones de electroductos se protejan contra sobrecorriente como se indica en 364-10 a 364-13.

**h) Derivaciones en circuitos de motores.** Se permite que los conductores en derivación de los alimentadores y de los circuitos derivados de motores sean protegidos contra sobrecorriente como se indica en 430-28 y 430-53, respectivamente.

**i) Conductores desde los terminales de un generador.** Se permite que los conductores desde los terminales de un generador estén protegidos contra sobrecorriente como se indica en 445-5.

**j) Conductores del secundario de un transformador de sistemas derivados independientes para instalaciones industriales.** Se permite que los conductores estén conectados al secundario de un transformador de un sistema derivado independiente para instalaciones industriales, sin protección contra sobrecorriente en ese punto, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

**1)** La longitud de los conductores en derivación no sea mayor de 8 m.

**2)** La capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación no sea menor a 1/3 de la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador de suministro.

**3)** Todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente estén agrupados.

**4)** Los conductores del secundario estén adecuadamente protegidos contra daño físico.

**m) Derivaciones de alimentadores exteriores.** Se permiten hacer conexiones en derivación en exteriores a partir de alimentador o del secundario de un transformador sin protección contra sobrecorriente en el punto de derivación, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

**1)** Los conductores estén debidamente protegidos contra daño físico.

**2)** Los conductores en derivación terminen en un solo interruptor automático o en un solo juego de fusibles que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores en derivación. Este dispositivo debe permitir instalar cualquier número de dispositivos adicionales de sobrecorriente en el lado de la carga.

**3)**Los conductores de la derivación estén instalados en el exterior, excepto en el punto terminal.

**4)** El dispositivo de sobrecorriente de los conductores forme parte integrante de un medio de desconexión o esté situado inmediatamente al mismo.

**5)** Los medios de desconexión de los conductores estén instalados en un lugar fácilmente accesible, ya sea fuera del edificio o estructura o en el punto más cercano de entrada de los conductores.

**n) Conductores de acometida.** Se permite que los conductores en derivación de la acometida se protejan con dispositivos de sobrecorriente como se indica en 230-91.

**240-22. Conductores puestos a tierra.** Ningún dispositivo de sobrecorriente se debe conectar en serie a un conductor que esté intencionadamente puesto a tierra.

***Excepción 1:*** *Cuando el dispositivo de sobrecorriente abra todos los conductores del circuito, incluido el puesto a tierra, y esté diseñado para que ningún polo pueda funcionar independientemente.*

***Excepción 2:*** *Para protección de los motores contra sobrecarga, según se exige en 430-36 y 430-37.*

**240-23. Cambio de tamaño nominal del conductor puesto a tierra.** Cuando se produzca un cambio de tamaño nominal del conductor de fase, se permitirá hacer un cambio similar en el tamaño nominal del conductor puesto a tierra.

**240-24. Ubicación en el sistema de alambrado de usuarios**

**a) Fácilmente accesibles.** Los dispositivos de sobrecorriente deben ser fácilmente accesibles.

***Excepción 1:*** *Los electroductos, según se permite en 364-12.*

***Excepción 2:*** *Los dispositivos de protección suplementaria contra sobrecorriente, tal como se describe en 240-10.*

***Excepción 3:*** *Los dispositivos de sobrecorriente de la acometida, como se describe en 225-(b)(9) y 230-92.*

***Excepción 4:*** *Los dispositivos de sobrecorriente instalados cerca de motores, aparatos eléctricos u otros equipos a los que suministren energía, podrán ser accesibles por medios portátiles.*

**b) Fácil acceso de los ocupantes.** En un edificio, todos los ocupantes deben tener fácil acceso a todos los dispositivos de sobrecorriente que protejan a los alimentadores del edificio.

***Excepción 1:*** *En las construcciones con varios ocupantes en los que el servicio y el mantenimiento de la instalación eléctrica corren a cargo de la administración del edificio y esa instalación esté bajo supervisión continua de la administración del edificio, se permite que los dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida y de los circuitos que suministran energía a más de uno de los ocupantes sean accesibles únicamente al personal autorizado por la administración.*

***Excepción 2:*** *En las habitaciones de huéspedes de hoteles y moteles para su ocupación transitoria y que estén bajo la supervisión continua de la administración del edificio, se permite que los dispositivos de sobrecorriente sean accesibles únicamente al personal autorizado por la administración.*

**c) No expuestos a daño físico.** Los dispositivos de sobrecorriente deben estar situados donde no queden expuestos a daño físico.

**NOTA:** Véase 110-11, Agentes deteriorantes.

**d) Alejados de materiales fácilmente combustibles.** Los dispositivos de sobrecorriente no deben estar colocados cerca de materiales fácilmente combustibles, como en muebles guardarropa.

**e) Fuera de los cuartos de baño.** En unidades de vivienda y en habitaciones de huéspedes de hoteles y moteles, los dispositivos de sobrecorriente que no sean los de protección suplementaria contra sobrecorriente, no deben estar situados en los cuartos de baño tal como se define en el Artículo 100.

**C. Envolventes**

**240-30. General.** Los dispositivos de sobrecorriente deben estar encerrados en envolventes o cajas para cortacircuitos.

***Excepción 1:*** *Cuando formen parte de un conjunto que ofrezca una protección equivalente.*

***Excepción 2:*** *Cuando vayan montados en tableros de distribución, paneles de alumbrado y control o tableros de control tipo abierto que estén en cuartos o cubiertas libres de humedad y de materiales fácilmente combustibles y que sean accesibles sólo a personal calificado.*

***Excepción 3:*** *Se permite que la manija de accionamiento de un interruptor sea accesible sin necesidad de abrir ninguna puerta o tapa.*

**240-32. Lugares húmedos o mojados.** Las cubiertas para dispositivos de sobrecorriente en lugares húmedos o mojados deben cumplir lo establecido en 373-2(a).

**240-33. Posición vertical.** Las cubiertas de dispositivos de sobrecorriente se deben montar en posición vertical.

***Excepción:*** *Cuando eso sea imposible y se cumpla con lo indicado en 240-81.*

**D. Desconexión y resguardo**

**240-40. Medios de desconexión para los fusibles.** Se deben instalar medios de desconexión en el lado de suministro de todos los fusibles en circuitos de más de 150 V a tierra y en los fusibles de cartucho de cualquier tensión eléctrica, cuando sean accesibles a personal no-calificado, de modo que cada circuito protegido con fusible se pueda desconectar independientemente de la fuente de energía eléctrica.

***Excepción 1:*** *Un dispositivo instalado como limitador de corriente en el lado de la alimentación del medio de desconexión de la acometida, tal como se permite en 230-82.*

***Excepción 2:*** *Se permite un solo medio de desconexión en el lado de la alimentación de más de un conjunto de fusibles, como establece en 430-112 para motores en grupo y en 424-22 para equipo fijo de calefacción eléctrica.*

**240-41. Partes que puedan formar arco eléctrico o moverse de repente.** Las partes que puedan formar arco eléctrico o moverse de repente deben cumplir con las siguientes disposiciones:

**a) Localización.** Los fusibles e interruptores deben estar situados o blindados de manera que las personas que los manipulen no se quemen ni sufran otro tipo de daño.

**b) Partes que se mueven de repente.** Las manijas o palancas de los interruptores y otras partes similares que se pueden mover de repente de modo que pudieran herir a las personas que hubiera en la cercanía, deben estar resguardadas o separadas.

**E. Fusibles a presión, portafusibles y adaptadores**

**240-50. Disposiciones generales**

**a) Tensión eléctrica máxima.** No se deben utilizar fusibles a presión ni portafusibles en circuitos de más de 127 V entre conductores.

***Excepción:*** *En circuitos alimentados por una instalación que tenga el neutro a tierra y ningún otro conductor a más de 150 V a tierra.*

**b) Marcas.** Todos los fusibles, portafusibles y adaptadores deben llevar una marca con su capacidad nominal.

**c) De forma hexagonal.** Los fusibles a presión de 15 A nominales y menores deben identificarse por la forma hexagonal de la ventanilla, tapa u otra parte prominente que los distinga de los fusibles de mayor capacidad nominal.

**d) Sin partes energizadas.** Los fusibles a presión, portafusibles y adaptadores no deberán tener partes energizadas expuestas, después de que hayan quedado instalados.

**e) De base roscada.** La base roscada de un portafusibles se debe conectar al lado de la carga del circuito.

**240-51. Fusibles con base Edison**

**a) Clasificación.** Los fusibles con base de tipo Edison se deben clasificar a no-más de 127 V y 30 A o menos.

**b) Sólo como recambios.** Los fusibles a presión con base de tipo Edison se deben usar sólo como recambios en las instalaciones existentes, cuando no haya evidencias de que se modificaron.

**240-53. Fusibles de Tipo S.** Los fusibles de tipo S deben ser a presión y cumplir con las disposiciones a continuación.

**a) Clasificación.** Los fusibles de Tipo S se deben clasificar a no-más de 127 V y de 0 a 15 A, de 16 a 20 A o de 21 a 30 A.

**b) No intercambiables.** Los fusibles de Tipo S de las capacidades nominales descritas en el anterior Apartado (a) no se deben intercambiar con fusibles de menor capacidad nominal. Deben estar diseñados de manera que no se puedan utilizar en portafusibles distintos de los de Tipo S o que tengan instalado un adaptador de Tipo S.

**240-54. Fusibles, adaptadores y portafusibles de Tipo S**

**a) Para montar en portafusibles con base Edison.** Los adaptadores de Tipo S se deben poder instalar en portafusibles con base Edison.

**b) Sólo para montar con fusibles de Tipo S.** Los portafusibles y adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que el propio portafusibles o un portafusibles con un adaptador de Tipo S insertado, sólo se pueda usar con un fusible de Tipo S.

**c) No desmontables.** Los adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que, una vez instalados en un portafusibles, no se puedan desmontar.

**d) No manipulables.** Los fusibles, portafusibles y adaptadores de Tipo S deben estar diseñados de modo que resulte difícil manipularlos o puentearlos.

**e) Intercambiables.** Las dimensiones de los fusibles, portafusibles y adaptadores de Tipo S se deben normalizar para que se puedan intercambiar, independientemente del fabricante.

**F. Fusibles y portafusibles de cartucho**

**240-60. Disposiciones generales**

**a) Tensión eléctrica máxima - De 300 V.** Los fusibles y portafusibles de cartucho del tipo de 300 V no se deben usar en circuitos de más de 300 V entre conductores.

***Excepción:*** *En circuitos monofásicos de fase a neutro alimentados desde sistemas de tres fases cuatro conductores con el neutro sólidamente puesto a tierra y en los que la tensión eléctrica de fase a neutro no supere 300 V.*

**b) No intercambiables-portafusibles de cartucho de 0-6000 A.** Los portafusibles deben estar diseñados de modo que resulte difícil poner un fusible de cualquier clase en un portafusibles diseñado para una menor corriente eléctrica o para una mayor tensión eléctrica que la de la clase a la que pertenezca el fusible. Los portafusibles de fusibles limitadores de corriente eléctrica no deben permitir la inserción de fusibles que no sean limitadores de corriente eléctrica.

**c) Marcas.** Los fusibles deben estar claramente marcados, mediante impresión en el cuerpo del fusible o mediante etiqueta pegada al cuerpo, que indique lo siguiente: (1) corriente eléctrica nominal; (2) tensión eléctrica nominal; (3) corriente de interrupción máxima para todos los que no sean de 10000 A; (4) "limitadores de corriente eléctrica" cuando lo sea y (5) la marca o nombre del fabricante.

***Excepción:*** *En los fusibles utilizados como protección suplementaria no es necesario que aparezca la corriente de interrupción máxima.*

**240-61. Clasificación.** Los fusibles y portafusibles de cartucho se deben clasificar por su tensión y corriente eléctricas nominales. Se permite usar fusibles de 600 V nominales o menos a tensiones eléctricas iguales o inferiores a su tensión eléctrica nominal.

**G. Interruptores automáticos de circuito**

**240-80. Modo de funcionamiento.** Los interruptores automáticos de circuitos deben ser de disparo libre y se deben poder abrir o cerrar manualmente. Se permitirá su modo normal de funcionamiento, por ejemplo eléctrico o neumático, si además cuentan con medios para su accionamiento manual.

***Excepción:*** *Lo establecido en 230-76(2) para los interruptores automáticos de circuitos utilizados como medios de desconexión de la acometida.*

**240-81. Indicación.** Los interruptores automáticos de circuitos deben indicar claramente si están en posición abierta "desconectado" o cerrada "conectado".

Cuando las manijas de los interruptores automáticos de circuitos se accionen verticalmente en vez de rotacional u horizontalmente, la posición de circuito cerrado debe ser con la manija hacia arriba.

**240-82. No manipulables.** Un interruptor automático de circuito debe estar diseñado de modo que cualquier alteración de su punto de disparo (calibración) o del tiempo necesario para su funcionamiento, exija desmontar el dispositivo o romper un sello para realizar ajustes distintos a los previstos.

**240-83. Marcas**

**a) Duraderas y visibles.** Los interruptores automáticos de circuitos deben estar marcados con su capacidad de corriente eléctrica nominal de forma duradera y visible después de instalarlos. Se permite que tales marcas sean visibles quitando una tapa o protección.

**b) Localización.** Los interruptores automáticos de circuitos de 100 A nominales o menos y 600 V nominales o menos deberán llevar su capacidad de corriente eléctrica nominal moldeada, estampada, grabada o marcada de algún modo similar en la manija de operación o en cualquier parte de su escudo.

**c) Corriente de interrupción.** Todos los interruptores automáticos de circuitos con corriente de interrupción distinta de 5000 A deben llevar visible el valor de su corriente de interrupción.

***Excepción:*** *No es necesaria corriente de interrupción en los interruptores automáticos de circuitos utilizados como protección suplementaria.*

Si se utiliza un interruptor en un circuito que tenga una corriente eléctrica de falla superior a la marcada en su corriente de interrupción máxima, si éste es conectado del lado de la carga de un dispositivo aceptable con mayor intervalo de intensidad nominal, se debe marcar esta mayor corriente de interrupción máxima en serie, en todos los equipos de utilización, tales como tableros de distribución y paneles de alumbrado y control.

**d) Usados como desconectadores.** Los interruptores automáticos de circuitos usados como medios de desconexión en instalaciones de lámparas fluorescentes de 120 V, 127 y 277 V deben estar identificados con las letras "SWD".

**e) Marcado de la tensión eléctrica.** Los interruptores se deben marcar con una tensión eléctrica nominal no-inferior a la tensión nominal del sistema, que sea indicativa de su capacidad de interrumpir corrientes eléctricas de falla entre fases o entre fase y tierra.

**240-85. Aplicaciones.** Se permite la instalación de un interruptor con tensión eléctrica nominal de 240 V o 480 V, en un circuito en el que la tensión eléctrica nominal entre dos conductores cualesquiera no supere la tensión nominal del

interruptor automático. Un interruptor de dos polos no debe ser usado para proteger circuitos de tres fases conectados en delta con una esquina puesta a tierra, si el interruptor no lleva las marcas 1F- 3H que indiquen dicha capacidad.

Se permite la instalación de un interruptor con capacidad separada por una diagonal como 120/240 V, 220Y/127 V, 440Y/254 480Y/277 V, en un circuito en el que la tensión eléctrica nominal de cualquier conductor a tierra no exceda el valor inferior de los dos valores de tensión y la correspondiente entre dos fases cualesquiera no supere la mayor del interruptor.

**H. Protección contra sobrecorriente a más de 600 V nominales**

**240-100. Alimentadores.** Los alimentadores deben tener un dispositivo de protección contra cortocircuito en cada conductor de fase o cumplir el Artículo 710, Parte C. El equipo utilizado para proteger los conductores de suministro debe cumplir los requisitos indicados en 710-20 y 710-21. El dispositivo o dispositivos de protección deben ser capaces de detectar e interrumpir corrientes eléctricas de todos los valores que se puedan producir en la instalación por encima de su ajuste de disparo o punto de fusión. En ningún caso la capacidad de corriente eléctrica nominal continua del fusible debe ser mayor que tres veces la capacidad de conducción de corriente del conductor. El ajuste del elemento de disparo con retardo de tiempo de un interruptor o el mínimo ajuste de disparo de un fusible accionado electrónicamente, no debe ser mayor a seis veces la capacidad de conducción de corriente del conductor.

***Excepción:*** *Véase 695-3, Excepciones 1 y 2.*

Se permitirá que los conductores en derivación de un alimentador sean protegidos por el dispositivo de sobrecorriente del alimentador cuando dicho dispositivo proteja también a los conductores en derivación.

> **NOTA:** Se deben coordinar el tiempo de funcionamiento del dispositivo protector, la corriente eléctrica de corto circuito y el conductor utilizado, para evitar daños o temperaturas peligrosas en los conductores o a su aislamiento si se produjera un cortocircuito.

**240-101. Circuitos derivados.** Los circuitos derivados deben tener un dispositivo protector contra cortocircuito en cada conductor de fase o cumplir lo indicado en el Artículo 710, Parte C. El equipo utilizado para proteger los conductores de suministro debe cumplir los requisitos establecidos en 710-20 y 710-21. El dispositivo o dispositivos de protección deben ser capaces de detectar e interrumpir corrientes eléctricas de todos los valores que se puedan producir en la instalación por encima de su ajuste de disparo o punto de fusión.

## ARTÍCULO 250 - PUESTA A TIERRA

### A. Disposiciones generales

**250-1. Alcance.** Este Artículo cubre los requisitos generales para la puesta a tierra y sus puentes de unión en las instalaciones eléctricas y, además, los requisitos específicos que se indican a continuación:

**a)** En sistemas, circuitos y equipos en los que se exige, se permite o donde no se permite que estén puestos a tierra.

**b)** El conductor del circuito que es puesto a tierra en sistemas puestos a tierra.

**c)** Ubicación de las conexiones a tierra.

**d)** Tipos y tamaños nominales de los conductores, puentes de unión y electrodos de conexión para puesta a tierra.

**e)** Métodos de puesta a tierra y puentes de unión.

**f)** Condiciones en las que se puede sustituir a los resguardos, separaciones o aislamiento por la puesta a tierra.

> **NOTA 1:** Los sistemas se conectan a tierra para limitar las sobretensiones eléctricas debidas a descargas atmosféricas, transitorios en la red o contacto accidental con líneas de alta tensión, y para estabilizar la tensión eléctrica a tierra durante su funcionamiento normal. Los equipos se conectan a tierra de modo que ofrezcan un camino de baja impedancia para las corrientes eléctricas de falla, y que faciliten el funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en caso de falla a tierra.
>
> **NOTA 2:** Los materiales conductores que rodean a conductores o equipo eléctricos o que forman parte de dicho equipo, se conectan a tierra para limitar la tensión a tierra de esos materiales y para facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en caso de falla a tierra. Véase 110-10.

**250-2. Aplicación de otros Artículos.** En otros Artículos relativos a casos particulares de instalación de conductores y equipo, hay otros requisitos adicionales a los de este Artículo o que modifican a los mismos:

| | Artículo | Sección |
|---|---|---|
| Acometidas | 230 | |
| Albercas, fuentes e instalaciones similares | 680 | |
| Anuncios luminosos y alumbrado de realce | 600 | |
| Antenas de televisión comunitarias y sistemas de distribución de radio | | 820-33, 820-40 |
| Aparatos eléctricos | | 422-16 |
| Aparatos eléctricos y equipo de alumbrado | | 410-17, 410-18, 410-19, 410-21, 410-105(b) |
| Areas peligrosas (clasificadas) | | 500-517 |
| Cables y cordones flexibles | | 400-22, 400-23 |
| Canalizaciones prealambradas | | 365-9 |
| Capacitores | | 460-10, 460-27 |
| Casas móviles, casas prefabricadas y sus estacionamientos | 550 | |
| Celdas electrolíticas | 668 | |
| Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 para control remoto, señalización y de potencia limitadas | 800 | 725-6 |
| Circuitos de comunicación | | 210-5, 210-6, 210-7 |
| Circuitos derivados | | |
| Circuitos y equipos que operan a menos de 50 V | | |
| Conductores para alambrado en general | 720<br>310 | |
| Construcciones agrícolas | | 547-8 |
| Construcciones flotantes | | 553-8, 553-10, 553-11 |
| Desconectadores | | 380-12 |
| Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de ruedas | 620 | 230-63 |
| Equipos de acometida | 665 | 427-21, 427-29 |
| Equipos de calentamiento por inducción y por pérdidas dieléctricas | | 427-48, |
| Equipo eléctrico fijo para calentamiento de tuberías y recipientes | | 426-27 |
| Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve | | 424-14 |
| Equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente | | 640-4 |
| Equipos de grabación de sonido y similares | | 645-15 |
| Equipos de procesamiento de datos y de cómputo electrónico | 810 | |
| Equipos de radio y televisión | 660 | 517-77 |
| Equipos de rayos X | | 530-20, 530-66 |
| Estudios de cine, televisión y lugares similares | | |
| Grúas y polipastos | 610 | |
| Instalaciones en lugares de atención de la salud | 517 | |
| Instalaciones con tensiones eléctricas nominales mayores de 600 V | | 710-4(b)(1) |
| Maquinaria industrial | 670 | |
| Máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente | | 675-11(c), 675-12, 675-13, 675-14675-15 |
| Marinas y muelles | | 555-7 |
| Motores, circuitos de motores y sus controladores | 430 | |
| Órganos tubulares | 650 | |
| Tableros de distribución y paneles de alumbrado y control | | 384-20 |
| Luminarias, portalámparas, lámparas y receptáculos | | 410-58, 210-7 |
| Salidas, dispositivos, cajas de jalado y de empalmes, cajas de paso y accesorios | | 370-4, 370-25 |
| Sistemas de distribución programada | | 780-3 |
| Sistemas intrínsecamente seguros | | 504-50 |
| Sistemas de señalización para protección contra incendios | | 760-6 |
| Sistemas solares fotovoltaicos | | 690-41, 690-42, 690-43, 690-45 690-47 |
| Tableros de distribución y paneles de alumbrado y control | | 384-3(d), 384-11 |
| Teatros, áreas de audiencia en cines y estudios de televisión y lugares similares | | 520-81 |
| Transformadores y bóvedas de transformadores | | 450-10 |
| Uso e identificación de los conductores puestos a tierra | 200 | |
| Vehículos de recreo y sus estacionamientos | 551 | |

**B. Puesta a tierra de circuitos y sistemas eléctricos**

**250-3. Sistemas de corriente eléctrica continua (c.c.)**

**a) Sistemas de corriente eléctrica continua de dos conductores.** Los sistemas de c.c. de dos conductores que suministren energía al sistema de alambrado de usuarios, deben estar puestos a tierra.

***Excepción 1:*** *Un sistema equipado con un detector de toma de tierra y que suministre energía sólo a equipos industriales en zonas limitadas.*

***Excepción 2:*** *Un sistema que funcione a 50 V o menos entre conductores.*

***Excepción 3:*** *Un sistema que funcione a más de 300 V entre conductores.*

***Excepción 4:*** *Un sistema de c.c. derivado de un rectificador y alimentado desde un sistema de c.a. que cumpla con 250-5.*

***Excepción 5:*** *Los circuitos de c.c. de alarma contra incendios con una corriente eléctrica máxima de 0,030 A, como se especifica en el Artículo 760 Parte C.*

**b) Sistemas de corriente eléctrica continua de tres conductores.** Se debe poner a tierra el conductor neutro de todos los sistemas de c.c. de tres conductores que suministren energía al sistema de alambrado de usuarios.

**250-5. Circuitos y sistemas de c.a. que se deben poner a tierra.** Los circuitos y sistemas de c.a. se deben poner a tierra, según se establece en los siguientes incisos:

> **NOTA:** Un ejemplo de sistema que se puede poner a tierra es un transformador en delta con conexiones en un vértice. Para el conductor que se debe poner a tierra, véase 250-25 (4).

**a) Circuitos de c.a. de menos de 50 V.** Los circuitos de c.a. de menos de 50 V se deben poner a tierra en cualquiera de las siguientes circunstancias:

**1)** Cuando estén alimentados por transformadores, si el sistema de suministro del transformador excede de 150 V a tierra.

**2)** Cuando estén alimentados por transformadores si el sistema que alimenta al transformador no está puesto a tierra.

**3)** Cuando estén instalados como conductores aéreos fuera de los inmuebles.

**b) Sistemas de c.a. de 50 a 1000 V.** Los sistemas de c.a. de 50 a 1000 V que suministren energía a instalaciones y a sistemas de alambrado de usuarios, deben estar puestos a tierra en cualquiera de las siguientes circunstancias:

**1)** Cuando el sistema puede ser puesto a tierra de modo que la tensión eléctrica máxima a tierra de los conductores no-puestos a tierra no exceda 150 V.

**2)** Cuando en un sistema de tres fases y cuatro conductores conectado en estrella el neutro se utilice como conductor del circuito.

**3)** Cuando en un sistema de tres fases y cuatro conductores conectado en delta el punto medio del devanado de una fase se utilice como conductor del circuito.

**4)** Cuando un conductor de acometida puesto a tierra no esté aislado, según las excepciones de 230-22, 230-30 y 230-41.

***Excepción 1:*** *Los sistemas eléctricos usados exclusivamente para suministrar energía a hornos eléctricos industriales para fundición, refinado, templado y usos similares.*

***Excepción 2:*** *Los sistemas derivados independientes utilizados exclusivamente para rectificadores que alimenten sólo a motores industriales de velocidad variable.*

***Excepción 3:*** *Eléctrica nominal del primario sea inferior a 1000 V, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:*

***a.*** *Que el sistema se use exclusivamente para circuitos de control.*

***b.*** *Que las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas atienden la instalación.*

***c.*** *Que haya continuidad de la energía en el control.*

***d.*** *Se instalan detectores de falla a tierra en el sistema de control.*

***Excepción 4:*** *Los sistemas aislados, tal como lo permiten los Artículos 517 y 668.*

> **NOTA:** El uso de detectores adecuados de tierra en instalaciones sin aterrizar, puede ofrecer mayor protección.

***Excepción 5:*** *Los sistemas con neutro a tierra a través de una alta impedancia en el que la impedancia a tierra, generalmente una resistencia, limite al mínimo el valor de la corriente eléctrica de falla a tierra. Se permiten sistemas con neutro a tierra a través de una alta impedancia en instalaciones trifásicas de c.a. de 480 a 1000 V, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:*

***a.*** *Que las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas atienden la instalación.*

***b.*** *Que se requiera continuidad en la energía.*

***c.*** *Que se instalen detectores de falla a tierra en el sistema.*

***d.*** *Que el sistema no alimente cargas de línea a neutro.*

**c) Sistemas c.a. de 1 kV y más.** Los sistemas de c.a. que suministren energía a equipos móviles o portátiles, se deben poner a tierra como se especifica en 250-154. Si suministra energía a otros equipos que no sean portátiles, se

permite que tales sistemas se pongan a tierra. Cuando esos sistemas estén puestos a tierra, deben cumplir las disposiciones de este Artículo que les sean aplicables.

**d) Sistemas derivados separadamente.** Un sistema de alambrado de usuario cuya alimentación se deriva de los devanados de un generador, transformador o convertidor y no tenga conexión eléctrica directa, incluyendo un conductor del circuito sólidamente puesto a tierra, para alimentar conductores que se originan en otro sistema, sí se debe poner a tierra según lo anteriormente indicado en (a) o (b). Se debe poner a tierra como se indica en 250-26.

**NOTA 1:** Una fuente alterna de energía de c.a., por ejemplo un generador, no es un sistema derivado separadamente si el neutro está sólidamente interconectado al neutro de la instalación que parte de una acometida.

**NOTA 2:** Para los sistemas que no son derivados separadamente y que no se exige que estén puestos a tierra como se especifica en 250-26, véase en 445-5 el tamaño nominal mínimo de los conductores que deben transportar la corriente eléctrica de falla.

**250-6. Generadores portátiles y montados en vehículos**

**a) Generadores portátiles.** No se exige que la armazón de un generador portátil se ponga a tierra, y sí se permite que sirva como electrodo de puesta a tierra de una instalación alimentada por el generador, con las siguientes condiciones:

**1)** Que el generador alimente sólo al equipo montado en el propio generador o al equipo conectado a través de cordón y clavija en receptáculos montados en el generador, o ambas cosas.

**2)** Que las partes metálicas no conductoras del equipo y las terminales puestas a tierra de los receptáculos se conecten a la armazón del generador.

**b) Generadores montados en vehículos.** Se permite que el chasis del vehículo sirva como electrodo de puesta a tierra del sistema alimentado por el generador montado en el vehículo, con las siguientes condiciones:

**1)** Que el armazón del generador esté conectado al chasis del vehículo, y

**2)** Que el generador alimente sólo a equipo montado sobre el vehículo o a equipo conectado a través de cordón y clavija en receptáculos montados en el vehículo o en el generador o a un equipo montado en el vehículo y otro conectado con cordón y clavija en receptáculos montados en el vehículo o en el generador.

**3)** Que las partes metálicas no conductoras del equipo y de las terminales puestas a tierra de los receptáculos se conecten al armazón del generador.

**4)** Que el sistema cumpla todas las demás disposiciones de este Artículo.

**c) Conexión del conductor neutro (Puente de unión).** Un conductor neutro se debe conectar al armazón del generador cuando el generador sea un componente de un sistema derivado separadamente. No se exige la conexión al armazón del generador de ningún otro conductor, excepto el neutro.

**NOTA:** Para la puesta a tierra de generadores portátiles que alimenten a instalaciones fijas, véase 250-5(d).

**250-7. Circuitos que no se deben poner a tierra**. No se deben poner a tierra los siguientes circuitos:

**a) Grúas.** Los circuitos de grúas eléctricas que funcionen sobre fibras combustibles en locales Clase III, como establece 503-13.

**b) Instituciones de salud (clínicas y hospitales).** Los circuitos que establece el Artículo 517.

**c) Celdas electrolíticas.** Los circuitos que establece el Artículo 668.

### C. Ubicación de las conexiones de puesta a tierra de los sistemas

**250-21. Corrientes eléctricas indeseables en los conductores de puesta a tierra**

**a) Arreglo del sistema para evitar corrientes eléctricas indeseables.** La puesta a tierra de sistemas eléctricos, conductores de circuitos, apartarrayos y partes conductoras de equipo y materiales normalmente sin energía, se debe hacer y disponer de modo que se evite el flujo de corrientes eléctricas indeseables por los conductores de puesta a tierra o por la trayectoria de puesta a tierra.

**b) Modificaciones para evitar corrientes eléctricas indeseables.** Si la instalación de varias conexiones de tierra produce un flujo de corrientes eléctricas indeseables, se permite hacer una o más de las siguientes modificaciones, siempre que se cumplan los requisitos de 250-51:

**1)** Cortar una o más de dichas conexiones a tierra, pero no todas.

**2)** Cambiar la posición de las conexiones a tierra.

**3)** Interrumpir la continuidad del conductor o de la trayectoria conductora de las conexiones a tierra.

**4)** Tomar otras medidas adecuadas.

**c) Corriente eléctrica temporal que no se considera indeseable.** A efectos de lo especificado en los anteriores incisos, no se consideran corrientes eléctricas indeseables a las temporales que se produzcan accidentalmente, como las debidas a fallas a tierra, y que se presentan sólo mientras los conductores de puesta a tierra cumplen sus funciones de protección previstas.

**d) Limitaciones a las alteraciones permitidas.** Las disposiciones de esta Sección no se deben tomar como permiso de utilización de equipo electrónico en instalaciones o circuitos derivados de c.a. que no estén puestos a tierra como lo exige este Artículo. Las corrientes eléctricas que originan ruidos o errores en los datos de equipos electrónicos no se consideran como las corrientes eléctricas indeseables de las que trata esta Sección.

**250-22. Punto de conexión de sistemas de c.c.** Los sistemas de c.c. que se ponen a tierra deben tener sus conexiones de puesta a tierra en una o más de sus fuentes de alimentación. No deben hacerse en acometidas individuales ni en ningún otro punto del sistema de alambrado del usuario.

***Excepción:*** *Cuando la fuente de alimentación del sistema de c.c. esté situada en el sistema de alambrado del usuario, se debe hacer una puesta a tierra (1) en la fuente de alimentación o en el primer medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente del sistema o (2) mediante cualquier otro medio que ofrezca una protección equivalente al sistema y que utilice equipos aprobados e identificados para ese uso.*

**250-23. Puesta a tierra de sistemas de c.a. alimentados desde una acometida**

**a) Puesta a tierra del sistema.** Un sistema de alambrado de usuarios que se alimenta por medio de una acometida de c.a. conectada a tierra debe tener en cada acometida un conductor conectado a un electrodo de puesta a tierra que cumpla lo establecido en la Parte H del Artículo 250. El conductor debe estar conectado al conductor puesto a tierra de la acometida en cualquier punto accesible del lado de la carga de la acometida aérea o lateral hasta, e incluyendo, la terminal o barra a la que esté conectado el conductor puesto a tierra de la acometida en el medio de desconexión de la acometida. Cuando el transformador de alimentación de la acometida esté situado fuera del edificio, se debe hacer como mínimo otra conexión de tierra desde el conductor puesto a tierra de la acometida hasta el electrodo de puesta a tierra, ya sea en el transformador o en cualquier otro punto fuera del edificio. No se debe hacer ninguna puesta a tierra a ningún conductor puesto a tierra de circuitos en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida.

**NOTA:** Véase 230-21.

***Excepción 1:*** *Un conductor para electrodo de puesta a tierra se debe conectar al conductor puesto a tierra de un sistema derivado separadamente según, lo establecido en 250-26(b).*

***Excepción 2:*** *Se debe hacer una conexión a un conductor de puesta a tierra en cada edificio independiente cuando lo requiera la Sección 250-24.*

***Excepción 3:*** *En las estufas, estufas montadas en barras, hornos montados en la pared, secadoras de ropa y equipo de medición, según lo permite 250-61.*

***Excepción 4:*** *En las acometidas con doble conexión a la red (doble terminación) en un envolvente común o agrupadas en envolventes distintos con una conexión al secundario, se permite una sola conexión al electrodo de puesta a tierra del punto de conexión de los conductores puestos a tierra de cada fuente de alimentación.*

***Excepción 5:*** *Cuando el puente de unión principal descrito en 250-53(b) y 250-79 sea un cable o una barra instalado (a) desde la barra o conexión del neutro a la terminal de tierra del equipo de la acometida, se permite que el electrodo de puesta a tierra se conecte a la terminal de tierra del equipo al que vaya conectado el puente de unión principal.*

***Excepción 6:*** *Lo que se establece en 250-27 para conexiones a tierra de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia.*

**b) Conductor puesto a tierra conectado al equipo de la acometida.** Cuando un sistema de c.a. de menos de 1000 V se conecte a tierra en cualquier punto, el conductor puesto a tierra se debe llevar hasta cada medio de desconexión de acometida y conectarlo al envolvente de cada uno de ellos. Este conductor se debe llevar junto con los conductores de fase y no debe ser inferior al conductor de puesta a tierra requerido en la Tabla 250-94 y, además, para los conductores de fase de acometidas de más de 1100 kcmils (cobre) o 1750 kcmils (aluminio), la tamaño nominal del conductor puesto a tierra no debe ser inferior a 12,5% del tamaño nominal mayor de los conductores de fase de las acometidas. Cuando los conductores de fase de entrada a la acometida vayan en paralelo, el tamaño nominal del conductor puesto a tierra se debe calcular sobre la base de una sección transversal equivalente para conductores en paralelo, como se indica en esta Sección.

**NOTA:** Para la puesta a tierra de conductores conectados en paralelo, véase 310-4.

***Excepción 1:*** *No se exige que el conductor puesto a tierra sea de mayor área de sección transversal que el del mayor conductor de fase de entrada a la acometida que no vaya puesto a tierra.*

***Excepción 2:*** *Lo que establece la Sección 250-27 para conexiones a tierra de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia.*

***Excepción 3:*** *Cuando haya más de un medio de desconexión de la acometida en un conjunto aprobado y listado como equipo de acometida, debe llevarse un conductor puesto a tierra hasta ese conjunto y conectarse al envolvente del equipo.*

**250-24. Suministro de energía desde la misma acometida a dos o más edificios o estructuras**

**a) Sistemas puestos a tierra.** Cuando se suministre energía desde la misma acometida de c.a. a dos o más edificios o estructuras, el sistema puesto a tierra en cada edificio o estructura debe tener un electrodo de puesta a tierra como se describe en la Parte H, conectado al envolvente metálico del medio de desconexión del edificio, y al conductor puesto a tierra de la instalación de c.a., a la entrada del medio de desconexión del edificio. Cuando el conductor de puesta a tierra del equipo, descrito en 250-91(b), no vaya junto con los conductores del circuito de suministro, el tamaño nominal del conductor puesto a tierra de la instalación de c.a. a la entrada del medio de desconexión, no debe ser inferior al tamaño nominal especificado en la Tabla 250-95 para los conductores de puesta a tierra de equipo.

***Excepción 1:*** *No será necesario un electrodo de puesta a tierra en edificios o estructuras independientes cuando sólo tengan un circuito derivado y en el edificio o estructura no haya equipo que requiera ser puesto a tierra.*

***Excepción 2:*** *No será necesario conectar el conductor puesto a tierra de un circuito al electrodo de puesta a tierra en un edificio o estructura independiente, si se tiende un conductor de puesta a tierra de equipo junto con los conductores del circuito para poner a tierra cualquier equipo metálico no energizado normalmente, sistemas interiores de tubería metálica y estructuras metálicas del edificio, y si el conductor de puesta a tierra del equipo va conectado al electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de otro edificio o estructura, como se describe en la Parte H. Si no hay electrodos y el edificio o estructura recibe el suministro de más de un circuito derivado, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra que cumpla los requisitos de la Parte H. En establos, la parte del conductor de puesta a tierra del equipo que va subterránea hasta el medio de desconexión debe ser de cobre aislado o forrado.*

**NOTA:** En cuanto a los requisitos especiales para puesta a tierra de edificios agrícolas, véase la Excepción de 547-8(a)

**b) Sistemas no-puestos a tierra.** Cuando dos o más inmuebles o estructuras estén alimentados por un sistema no-puesto a tierra desde un solo equipo de acometida, cada inmueble o estructura debe tener un electrodo de puesta a tierra, como se especifica en la Parte H, conectado a la envolvente metálica de los medios de desconexión del inmueble o estructura.

***Excepción 1:*** *No será necesario un electrodo de puesta a tierra en edificios o estructuras independientes cuando sólo tengan un circuito derivado y en el edificio o estructura no haya equipo que requiera ser puesto a tierra.*

***Excepción 2:*** *No se requiere electrodo de puesta tierra ni conexión del electrodo de puesta a tierra a la envolvente metálica del medio de desconexión del edificio o estructura, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:*

***a.*** *Se instale un conductor de puesta a tierra de equipo con los conductores del circuito hasta el medio de desconexión del edificio o estructura para poner a tierra cualquier equipo metálico no destinado a la conducción de corriente, sistemas de tuberías metálicas interiores y estructuras metálicas del edificio.*

***b.*** *No existan electrodos de puesta a tierra como se describen en la Parte H.*

***c.*** *El edificio o estructura reciba energía sólo de un circuito derivado.*

***d.*** *En establos, la parte del conductor de puesta a tierra del equipo que vaya subterránea hasta el medio de desconexión, debe ser de cobre aislado o forrado.*

**NOTA:** Véase la Excepción de 547-8(a), para los requisitos especiales de puesta a tierra en edificios agrícolas.

**c) Medios de desconexión situados en diversos sistemas de alambrado de usuarios.** Cuando haya uno o más medios de desconexión que suministren energía a uno o más edificios o estructuras bajo la misma administración y esos medios de desconexión estén situados fuera de esos edificios o estructuras según lo establecido en 225-8(b), Excepciones 1 y 2, se deben cumplir las siguientes condiciones:

**1)** No se debe realizar la conexión del conductor puesto a tierra del circuito al electrodo de puesta a tierra en un edificio o estructura independiente.

**2)** Se debe tender un conductor de puesta a tierra para equipo metálico no energizado normalmente, para sistemas interiores de tubería metálica y para estructuras metálicas de edificios, junto con los conductores del circuito hasta un edificio o estructura independiente y para conectar a los electrodos de puesta a tierra existente descritos en la Parte H o, si no existieran esos electrodos, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra que cumpla los requisitos de la Parte H, cuando se suministre energía desde un edificio o estructura independiente a más de un circuito derivado.

**3)** La conexión del conductor de puesta a tierra del equipo al conductor del electrodo de puesta a tierra a un edificio o estructura independiente, se debe hacer en una caja de conexión, panel de alumbrado y control o elemento similar situado inmediatamente dentro o fuera del otro edificio o estructura.

***Excepción 1:*** *No será necesario un electrodo de puesta a tierra en edificios o estructuras independientes cuando sólo tengan un circuito derivado y en el edificio o estructura no haya equipo que requiera ser puesto a tierra.*

***Excepción 2:*** *En establos, la parte del conductor de puesta a tierra del equipo que vaya subterránea hasta el medio de desconexión, debe ser de cobre aislado o forrado.*

**d) Conductor de puesta a tierra.** El tamaño nominal del conductor de puesta a tierra hasta el electrodo o electrodos de puesta a tierra, no debe ser inferior a lo indicado en la Tabla 250-95 y su instalación debe cumplir con lo establecido en 250-92(a) y (b).

***Excepción 1:*** *No se exige que el conductor de puesta a tierra tenga un tamaño nominal mayor que el mayor de los conductores no-puestos a tierra del suministro.*

***Excepción 2:*** *Cuando se conecte a electrodos, como se indica en 250-83(c) o (d), no se exige que la parte del conductor de puesta a tierra que constituya la única conexión entre el electrodo o electrodos y el conductor de puesta a tierra o puesto a tierra o la envolvente metálica del medio de desconexión del edificio, sea de mayor tamaño nominal de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) en cobre o que 21,15 $mm^2$ (4 AWG) en aluminio.*

**250-25. Conductor que se debe poner a tierra en sistemas de c.a.** En sistemas de c.a. en sistemas de alambrado de usuarios, el conductor que se debe poner a tierra es el que se especifica a continuación:

**1)** Sistemas monofásicos de dos conductores: un conductor.
**2)** Sistemas monofásicos de tres conductores: el neutro.
**3)** Sistemas de varias fases con un común a todas las fases: el conductor común.
**4)** Sistemas de varias fases en las que se deba poner a tierra una fase: el conductor de una fase.
**5)** Sistemas de varias fases en las que una fase se utilice como la (2) anterior: el neutro.

Los conductores puestos a tierra deben identificarse como se especifica en el Artículo 200.

**250-26. Puesta a tierra de los sistemas de c.a. derivados separadamente.** Una instalación de c.a. derivada separadamente que deba ser puesta a tierra, debe hacerse según se especifica a continuación:

**a) Puente de unión.** Se debe instalar un puente de unión, de tamaño nominal que cumpla lo establecido en 250-79 (d) para los conductores de fase derivados para conectar los conductores de puesta a tierra del equipo del sistema derivado al conductor puesto a tierra. Excepto como se permite en las Excepciones 4 o 5 de 250-23(a), esta conexión se debe hacer en cualquier punto del sistema derivado separadamente, desde su fuente hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente del sistema o en la fuente del sistema derivado separadamente que no tenga medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente.

***Excepción 1:*** *El tamaño nominal del puente de unión de un sistema que suministre energía a un circuito de Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y que se derive de un transformador de no-más de 1000 VA nominal, no debe ser inferior al de los conductores de la fase derivada y en ningún caso inferior a 2,08 mm$^2$ (14 AWG).*

***Excepción 2:*** *Lo establecido en 250-27, 250-153 y 250-5(b), Excepción 5 para los requisitos de puesta a tierra de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia.*

**b) Conductor al electrodo de puesta a tierra.** Se debe emplear un conductor de tamaño nominal acorde con lo establecido en 250-94 para conectar el conductor puesto a tierra del sistema derivado con el electrodo de puesta a tierra, como se especifica a continuación en (c), para los conductores de fase del sistema derivado. Excepto lo que se permita en 250-23(a), Excepción 4, esta conexión se debe hacer en cualquier punto del sistema derivado separadamente, desde su fuente hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente del sistema o en la fuente del sistema derivado separadamente que no tenga medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente.

***Excepción 1:*** *No es necesario un conductor hasta el electrodo de puesta a tierra en un sistema que suministre energía a circuitos de la Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y se derive de un transformador de no-más de 1000 VA nominales, siempre que el conductor puesto a tierra del sistema se conecte a la estructura o al envolvente del transformador por medio de un puente de unión de tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en 250-26, Excepción 1 para el anterior caso (a), y la estructura o el envolvente del transformador estén conectadas a tierra por cualquiera de los medios especificados en 250-57.*

***Excepción 2:*** *Lo establecido en 250-27, 250-153 y 250-5(b), Excepción 5, para los requisitos de puesta a tierra de sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia.*

**c) Electrodo de puesta a tierra.** El electrodo de puesta a tierra debe ser lo más accesible posible y estar preferiblemente en la misma zona que la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra al sistema. Cuando no se disponga de los electrodos especificados en los anteriores incisos (1) o (2), el electrodo de puesta a tierra debe ser (1) el elemento metálico de la estructura o edificio más cercano puesto a tierra eficazmente o (2) la tubería metálica de agua puesta a tierra eficazmente que esté más cerca o (3) los electrodos especificados en 250-81 y 250-83.

**NOTA:** Para las conexiones de los sistemas derivados independientes, véase 250-80(a).

**d) Métodos de puesta a tierra.** En todos los demás aspectos, los métodos de puesta a tierra deben cumplir los requisitos establecidos en otras partes de esta NOM.

**250-27. Conexiones de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una impedancia.** Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia, tal como se permite en la Excepción 5 de 250-5(b), deben cumplir las siguientes condiciones:

**a) Ubicación de la impedancia de puesta a tierra.** La impedancia de puesta a tierra debe instalarse entre el conductor del electrodo (o sistema de electrodos) de puesta a tierra y el neutro del sistema. Cuando no haya neutro disponible, la impedancia de puesta a tierra se debe instalar entre el conductor del electrodo (o sistema de electrodos) de puesta tierra y el neutro derivado de un transformador de puesta a tierra.

**b) Conductor neutro.** El conductor procedente del punto neutro de un transformador o de un generador hasta su punto de conexión con la impedancia de puesta a tierra, debe estar completamente aislado.

El conductor neutro debe tener una capacidad de conducción de corriente no-inferior a la corriente eléctrica máxima nominal de la impedancia de puesta a tierra. En ningún caso el conductor neutro debe ser inferior a 8,37 mm$^2$ (8 AWG) en cobre o a 13,3 mm$^2$ (6 AWG) en aluminio.

**c) Conexión del neutro del sistema.** El neutro del sistema no se debe poner a tierra excepto a través de la impedancia de puesta a tierra.

**NOTA:** La impedancia se elige normalmente para que limite la intensidad de una corriente eléctrica de falla a tierra, a un valor igual o ligeramente superior a la carga capacitiva del sistema. Ese valor de impedancia debe limitar también las sobretensiones transitorias a valores seguros.

**d) Trayectoria del conductor neutro.** Se permite instalar el conductor que conecta el punto neutro de un transformador o de un generador a una impedancia de puesta a tierra en una canalización independiente. No es necesario que este conductor se instale junto a los conductores de fase hasta el primer medio de desconexión o dispositivo contra sobrecorriente del sistema.

**e) Puente de unión del equipo.** El puente de unión del equipo (la conexión entre los conductores de puesta a tierra del equipo y la impedancia de puesta a tierra) debe ser un conductor sin empalmes que corra desde el primer medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente del sistema hasta el lado puesto a tierra de la impedancia de puesta a tierra.

**f) Ubicación del conductor al electrodo de puesta a tierra.** El conductor al electrodo de puesta a tierra se debe conectar en cualquier punto a partir del lado puesto a tierra de la impedancia de tierra a la conexión de puesta a tierra del equipo en la acometida o en el primer medio de desconexión del sistema.

**D. Puesta a tierra de envolventes y canalizaciones**

**250-32. Envolventes y canalizaciones de la acometida.** Se deben poner a tierra los envolventes y canalizaciones metálicos de los conductores y el equipo de la acometida.

***Excepción:*** *Un codo metálico instalado en una instalación subterránea de tubo (conduit) rígido no-metálico que esté aislado de posibles contactos con cualquier parte del codo por una cubierta de 457 mm, mínimo.*

**250-33. Envolventes y canalizaciones para otros conductores.** Se deben poner a tierra los envolventes y canalizaciones metálicos para los conductores que no son de la acometida.

***Excepción 1:*** *No es necesario poner a tierra las canalizaciones y las cubiertas metálicas de conductores que se añaden a instalaciones existentes de línea abierta, y los cables de cubierta no-metálica que no constituyen toma de tierra del equipo, si no tienen más de 8 m, si están libres de posibles contactos con tierra, metales puestos a tierra, rejillas metálicas u otro material conductor y protegidos contra el contacto de las personas.*

***Excepción 2:*** *No es necesario poner a tierra las partes cortas de canalizaciones o cubiertas metálicas utilizadas como soporte o protección de cables contra daños físicos.*

***Excepción 3:*** *No es necesario poner a tierra los envolventes cuando no se exija en 250-43(i).*

***Excepción 4:*** *Un codo metálico instalado en una instalación subterránea de tubo (conduit) rígido no-metálico que esté aislado de posibles contactos con cualquier parte del codo por una separación mínima de 45 cm.*

**E. Puesta a tierra de los equipos**

**250-42. Equipo fijo o conectados de forma permanente.** Las partes metálicas expuestas y no-conductoras de corriente eléctrica del equipo fijo que no estén destinadas a transportar corriente, deben ponerse a tierra si se presenta cualquiera de las circunstancias mencionadas en los siguientes incisos:

**a) Distancias horizontales y verticales.** Si están a menos de 2,5 m en vertical o de 1,50 m en horizontal de tierra u objetos metálicos puestos a tierra y que puedan entrar en contacto con personas.

**b) Lugares mojados o húmedos.** Cuando estén instaladas en lugares mojados o húmedos y no estén aisladas.

**c) Contacto eléctrico.** Cuando estén en contacto eléctrico con metales.

**d) Locales peligrosos (clasificados).** Cuando estén en un local peligroso (clasificado) de los cubiertos en los Artículos 500 a 517.

**e) Método de alambrado.** Cuando estén alimentados por medio de cables con forro metálico, recubiertos de metal, en canalizaciones metálicas u otro método de instalación que pueda servir de puesta a tierra del equipo, excepto lo que se permita en 250-33 para tramos cortos de envolventes metálicos.

**f) De más de 150 V a tierra.** Cuando el equipo funcione con cualquier terminal a más de 150 V a tierra.

***Excepción 1:*** *Las cubiertas de desconectadores o interruptores automáticos de circuitos que se utilicen para medios que no sean de equipo de acometida y sólo sean accesibles a personal calificado.*

***Excepción 2:*** *Carcasas metálicas de aparatos eléctricos de calefacción exentas por permiso especial, en cuyo caso las carcasas deben estar permanente y eficazmente aisladas de tierra.*

***Excepción 3:*** *Equipo de distribución, como por ejemplo tanques de transformadores y de capacitores, montados en postes de madera y a una altura superior a 2,5 m sobre el nivel del suelo.*

***Excepción 4:*** *No es necesario poner a tierra equipo aprobado y listado como protegido por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente marcado.*

**250-43. Equipo fijo o conectado de forma permanente.** Se deben poner a tierra, independientemente de su tensión eléctrica nominal, las partes metálicas expuestas y no-conductoras de corriente eléctrica del equipo descrito a continuación ((a) a (j)), y las partes metálicas no destinadas a conducir corriente eléctrica del equipo y de envolventes descritas en (k) y (l):

**a) Armazones y estructuras de tableros de distribución.** Los armazones y estructuras de tableros de distribución en los que esté instalado equipo de interrupción.

***Excepción:*** *Los armazones de tableros de distribución de c.c. a dos conductores que estén eficazmente aislados de tierra.*

**b) Órganos de tubos.** Las estructuras y carcasas de motores y generadores de órganos de tubos que funcionen con motor eléctrico.

***Excepción:*** *Cuando el generador esté eficazmente aislado de tierra y de su motor.*

**c) Armazones de motores.** Las armazones de motores, como se establece en 430-12.

**d) Cubiertas de los controladores de motores.** Las cubiertas de los controladores de motores**.**

***Excepción 1:*** *Envolventes conectados a equipo portátil no-puesto a tierra.*

***Excepción 2:*** *Las tapas continuas de interruptores de acción rápida.*

**e) Grúas y elevadores.** Equipo eléctrico de grúas y elevadores.

**f) Estacionamientos públicos, teatros y estudios cinematográficos.** El equipo eléctrico de los estacionamientos públicos, teatros y estudios cinematográficos.

**g) Anuncios luminosos.** Los anuncios luminosos, alumbrado de realce y equipo asociado, como establece el Artículo 600.

**h) Equipo de proyección de películas.** El equipo de proyección de películas.

**i) Circuitos de control remoto, señalización y alarma contra incendios de energía limitada.** El equipo alimentado por circuitos de energía limitada de Clase 1 y los de control remoto y señalización de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 y los circuitos de alarma contra incendios, se deben poner a tierra cuando así lo exija la Parte B de este Artículo.

**j) Luminarias.** Las luminarias, tal como se establece en la Parte E del Artículo 410.

**k) Bombas de agua operadas por motor.** Las bombas de agua operadas por motor, incluso las de tipo sumergible.

**l) Ademes metálicos de pozos.** Cuando se use una bomba sumergible con ademe metálico dentro de un pozo, el ademe se debe conectar al conductor de puesta a tierra del circuito de la bomba.

**250-44. Equipo no-eléctrico.** Se deben poner a tierra las partes metálicas del equipo no-eléctrico descrito en los siguientes incisos:

**a) Grúas y elevadores.** Las estructuras y rieles metálicos de las grúas y de elevadores.

**b) Cabinas de elevadores.** Estructuras de cabinas de elevadores no-eléctricos a las que vayan conectados conductores eléctricos.

**c) Elevadores eléctricos.** Los cables metálicos manuales de elevación de elevadores eléctricos.

**d) Separaciones metálicas.** Las separaciones metálicas, rejillas y otros elementos metálicos similares alrededor de equipo de 1 kV y más entre conductores, excepto en subestaciones o bóvedas que sean únicamente accesibles a la compañía suministradora.

**e) Casas móviles y vehículos recreativos.** Las casas móviles y los vehículos recreativos, como se establece en los Artículos 550 y 551.

> **NOTA:** Cuando haya partes metálicas en edificios que puedan quedar electrificadas y entrar en contacto con las personas, una adecuada conexión y puesta a tierra ofrecerán protección adicional.

**250-45. Equipo conectado con cordón y clavija.** En cualquiera de las condiciones descritas abajo, se deben poner a tierra las partes metálicas no-conductoras de corriente eléctrica y expuestas de equipo conectado por cordón y clavija, las cuales pudieran energizarse:

**a) En lugares peligrosos (clasificados).** En los lugares peligrosos (clasificados) (véase los Artículos 500 a 517).

**b) De más de 150 V a tierra.** Cuando funcionen a más de 150 V a tierra.

***Excepción 1:*** *Los motores, cuando estén protegidos.*

***Excepción 2:*** *Las carcasas metálicas de aparatos eléctricos de calefacción, exentas por permiso especial, en cuyo caso las carcasas deben estar permanente y eficazmente aisladas de tierra.*

***Excepción 3:*** *No es necesario poner a tierra equipo aprobado y listado como protegido por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente marcado.*

**c) En construcciones residenciales.** En las construcciones residenciales: (1) los refrigeradores, congeladores y aparatos eléctricos de aire acondicionado; (2) las lavadoras, secadoras, lavavajillas, eliminadores de residuos de cocina, bombas de sumideros y equipo eléctrico de acuarios; (3) las herramientas manuales a motor, las herramientas fijas a motor, las herramientas ligeras industriales a motor; (4) los aparatos eléctricos a motor de los siguientes tipos: limpiadoras de pisos que se basen en agua, podadoras de césped, esparcidores de nieve y lavadores móviles; (5) los portalámparas portátiles.

***Excepción:*** *Las herramientas y aparatos eléctricos aprobados y listados como protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente marcado.*

**d) En construcciones no-residenciales.** En las construcciones no-residenciales: (1) los refrigeradores, congeladores y aparatos eléctricos de aire acondicionado; (2) las lavadoras, secadoras, lavavajillas, computadoras electrónicas y equipo de proceso de datos, bombas de sumideros y equipo eléctrico de acuarios; (3) las herramientas manuales a motor, las herramientas fijas a motor, las herramientas ligeras industriales a motor; (4) los aparatos eléctricos a motor de los siguientes tipos: podadoras, esparcidores de nieve y lavadores móviles; (5) los aparatos eléctricos conectados con cordón y clavija utilizados en locales húmedos o mojados por personas que permanecen de pie sobre el suelo o sobre suelos metálicos o que trabajan dentro de depósitos o calderas metálicas; (6) las herramientas que se puedan utilizar en lugares mojados o conductores y (7) los portalámparas portátiles.

***Excepción 1:*** *No es necesario que las herramientas y portalámparas portátiles que se puedan utilizar en lugares mojados o conductores se conecten a tierra cuando reciben energía a través de un transformador de aislamiento con el secundario no-puesto a tierra y de no más de 50 V.*

***Excepción 2:*** *Las herramientas manuales, herramientas a motor, herramientas fijas aprobadas a motor, herramientas industriales ligeras y aparatos eléctricos aprobados y listados como protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente marcado.*

**250-46. Separación de los conductores de los pararrayos.** Las canalizaciones, envolventes, estructuras y otras partes metálicas de equipo eléctrico que no transporten normalmente corriente eléctrica, se deben mantener alejadas 1,8 m como mínimo de los conductores de bajada de las varillas pararrayos o deberán interconectarse cuando la distancia a los conductores sea inferior a 1,8 m.

**NOTA:** Para el uso de las varillas de los pararrayos, véase 250-86. Véanse también separación de los conductores de los pararrayos, en 800-13 y 820-10(e)(3).

**F. Métodos de puesta a tierra**

**250-50. Conexiones de los conductores de puesta a tierra de equipo.** Las conexiones de los conductores de puesta a tierra del equipo en la fuente de suministro de los sistemas derivados independientes, se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 250-26(a). Las conexiones de los conductores de puesta a tierra del equipo de la acometida, se deben hacer según los siguientes incisos:

**a) En sistemas puestos a tierra.** La conexión se debe hacer conectando el conductor de puesta a tierra de equipo, al conductor de la acometida puesto a tierra y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

**b) En sistemas no-puestos a tierra.** La conexión se debe hacer conectando el conductor de puesta a tierra de equipo, al conductor del electrodo de puesta a tierra.

***Excepción a (a) y (b):*** *Para cambiar los receptáculos sin terminal de puesta a tierra por receptáculos con terminal de puesta a tierra y para ampliaciones de circuitos derivados sólo de instalaciones ya existentes que no tengan conductor de puesta a tierra de equipo en el circuito derivado, se permite que el conductor de puesta a tierra de los receptáculos con toma de tierra se conecte a un punto accesible de la instalación del electrodo de puesta a tierra, como se indica en 250-81 o a cualquier punto accesible del conductor del electrodo de puesta a tierra.*

**NOTA:** Para el uso de receptáculos con interruptor de circuitos con protección por falla a tierra, véase 210-7(d).

**250-51. Trayectoria efectiva de puesta a tierra.** La trayectoria a tierra desde los circuitos, equipo y cubiertas metálicas de conductores debe ser: (1) permanente y eléctricamente continua; (2) de capacidad suficiente para conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica de falla que pueda producirse, y (3) de una impedancia suficientemente baja como para limitar la tensión eléctrica a tierra y facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección del circuito. El terreno natural no se debe utilizar como el único conductor de puesta a tierra de equipo.

**250-53. Trayectoria de puesta a tierra hasta el electrodo de puesta a tierra en la acometida**

**a) Conductor al electrodo de puesta a tierra.** Se debe usar un conductor para conectar al electrodo de puesta a tierra, los conductores de puesta a tierra de equipo, los envolventes de equipo de acometida y, si el sistema está puesto a tierra, el conductor de puesta a tierra de la acometida.

***Excepción:*** *Lo que establece 250-27 para conexiones a instalaciones con neutro a tierra de alta impedancia.*

**NOTA:** Para la puesta a tierra de los sistemas de corriente eléctrica alterna, véase 250-23(a).

**b) Puente de unión principal.** Para sistemas puestos a tierra se debe usar un puente de unión principal, sin empalmes, para conectar el conductor de puesta a tierra de equipo y el envolvente de desconexión de la acometida al conductor de puesta a tierra del sistema en cada punto de desconexión de la acometida.

***Excepción 1:*** *Cuando haya más de un medio de desconexión de la acometida en un conjunto aprobado y listado para usarse como equipo de acometida, es necesario tender un conductor puesto a tierra hasta el equipo y conectarlo al envolvente.*

***Excepción 2:*** *Lo que se establece en 250-27 y 250-123 para sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia.*

**250-54. Electrodo común de puesta a tierra.** Cuando se conecta un sistema de c.a. a un electrodo de puesta a tierra en, o a un edificio, tal como lo especifican 250-23 y 250-24, ese mismo electrodo se debe usar para poner a tierra los envolventes y el equipo en o a ese edificio. Cuando al mismo edificio lleguen dos acometidas independientes y haya que conectarlas a un electrodo de puesta a tierra, se debe usar el mismo electrodo.

Dos o más electrodos de tierra eléctricamente unidos entre sí se deben considerar a este respecto, un solo electrodo.

**250-55. Cable subterráneo de acometida.** Cuando la acometida a un inmueble se realiza desde un sistema subterráneo basado en cables con cubierta metálica continua, la cubierta o armadura del cable de acometida conectada al sistema subterráneo o al tubo de acometida debe ser puesto a tierra en el inmueble, al igual que la tubería interior.

**250-56. Tramos cortos de una canalización.** Cuando se requiera poner a tierra tramos aislados de una canalización metálica o del blindaje de un cable, se deberá hacer según 250-57.

**250-57. Equipo fijo o conectado por un método de alambrado permanente (fijo): puesta a tierra.** Cuando se requiera poner a tierra las partes metálicas no-conductoras de equipo, canalizaciones u otros envolventes, se debe hacer por uno de los siguientes métodos:

***Excepción:*** *Cuando el equipo, las canalizaciones y envolventes estén puestos a tierra a través del conductor del circuito puesto a tierra, tal como lo permiten 250-24, 250-60 y 250-61.*

**a)** Tipos de conductores de puesta a tierra de equipo. Todos los permitidos por 250-91(b).

**b)** Con los conductores del circuito. Mediante el conductor de puesta a tierra de equipo instalado dentro de la misma canalización, cable o cordón o tendido de cualquier otro modo con los conductores del circuito. Se permiten conductores de puesta a tierra de equipo desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra cubiertos o aislados individualmente deben tener un acabado exterior continuo, verde liso o verde con una o más franjas amarillas.

***Excepción 1:*** *Se permite que, durante la instalación, un conductor aislado o cubierto de tamaño nominal superior a 13,3 mm$^2$ (6 AWG), de cobre o de aluminio, se identifique permanentemente como conductor de puesta a tierra en sus dos extremos y en todos los puntos en los que el conductor esté accesible. Esta identificación se debe hacer por uno de los siguientes medios:*

***a.*** *Quitando el aislamiento o el recubrimiento en toda la parte expuesta.*

***b.*** *Pintando de verde el aislamiento o el recubrimiento expuesto, o*

***c.*** *Marcando el aislamiento o el recubrimiento expuesto con una cinta o etiquetas adhesivas de color verde.*

***Excepción 2:*** *Se permite que, en los circuitos de c.c., el conductor de puesta a tierra de equipo se instale independiente de los conductores del circuito.*

***Excepción 3:*** *Como se requiere en la Excepción de 250-50(a) y (b), se permite que el conductor de puesta a tierra de equipo se instale independiente de los conductores del circuito.*

***Excepción 4:*** *Cuando las condiciones de mantenimiento y de supervisión aseguren que la instalación está atendida sólo por personal calificado, se permite identificar permanentemente durante la instalación uno o más conductores aislados en un cable multipolar como conductores de puesta a tierra de equipo, en cada extremo y en todos los puntos en los que el conductor esté accesible, por los siguientes medios:*

***a.*** *Quitando el aislamiento o el recubrimiento en toda la parte expuesta.*

***b.*** *Pintando de verde el aislamiento o el recubrimiento expuesto.*

***c.*** *Marcando el aislamiento o el recubrimiento expuesto con una cinta o etiquetas adhesivas de color verde.*

**NOTA 1:** Para los puentes de unión de equipo, véase 250-79.

**NOTA 2:** Para el uso de cordones con equipo fijo, véase 400-7.

**250-58. Equipo considerado eficazmente puesto a tierra.** En las condiciones especificadas en los siguientes incisos, se considera que las partes metálicas no-conductoras de equipo están eficazmente puestas a tierra.

**a) Equipos sujetos a soportes metálicos puestos a tierra.** Los equipo eléctricos sujetos y en contacto eléctrico con bastidores o con estructuras metálicas diseñados para su soporte y puestos a tierra por uno de los medios indicados en 250-57. No se debe usar la estructura metálica de un edificio como conductor de puesta a tierra de equipo de c.a.

**b) Estructura de ascensores metálicos.** Las estructuras de ascensores metálicos sujetos a cables metálicos que los elevan, unidos o que circulan sobre carretes o tambores metálicos de las máquinas de los ascensores puestos a tierra por alguno de los métodos indicados en 250-57.

**250-59. Equipos conectados con cordón y clavija.** Cuando haya que conectarlas a tierra, las partes metálicas no-conductoras de equipo conectado con cordón y clavija se deben poner a tierra por alguno de los métodos indicados a continuación:

**a) A través de la envolvente metálica.** A través de la envolvente metálica de los conductores que suministran energía a dicho equipo, si se usa una clavija con terminal de puesta a tierra y tiene un contacto fijo para puesta a tierra, para poner a tierra la envolvente y si la envolvente metálica de los conductores se sujeta al contacto de la clavija y al equipo mediante conectadores aprobados.

***Excepción:*** *Se permite un contacto de tierra auto-armable en receptáculos con toma de tierra utilizados en el extremo del cordón de aparatos eléctricos portátiles, accionados a mano o en herramientas manuales.*

**b) A través del conductor de puesta a tierra de equipo.** A través del conductor de puesta a tierra de equipo instalado junto con los conductores de alimentación en un cable o cordón flexible debidamente terminado en una clavija terminal de puesta a tierra, y un contacto de tierra fijo. Se permite que haya un conductor de puesta a tierra sin aislar, pero, si se aísla, el forro debe ser de acabado exterior continuo y color verde, o verde con una o más tiras amarillas.

***Excepción:*** *Se permite un contacto de tierra auto-armable en clavijas con terminal de puesta a tierra utilizada en el extremo del cordón de aparatos eléctricos portátiles, accionados a mano o aparatos eléctricos y herramientas manuales.*

**c) A través de un cable o alambre independiente.** A través de un cable flexible o alambre independiente, desnudo o aislado, protegido en la medida de lo posible contra daño físico, cuando forme parte del equipo.

**250-60. Carcasas de estufas y secadoras de ropa.** Esta Sección se debe aplicar sólo a los circuitos derivados ya instalados. Los circuitos de nueva instalación deben cumplir lo establecido en 250-57 y 250-59. Las carcasas de

estufas eléctricas, hornos montados en la pared, secadoras de ropa y salidas o cajas de empalmes que formen parte del circuito de esos aparatos, se deben poner a tierra según se especifica en 250-57 o 250-59 o se pueden poner a tierra en el conductor de un circuito puesto a tierra (excepto en las casas móviles y vehículos recreativos), si se cumplen además todas las condiciones establecidas a continuación:

**a)** El circuito de suministro es monofásico a tres conductores, 120/240 V; o 220Y/127 V, 208Y/120 V, tres fases cuatro conductores en estrella.

**b)** El conductor puesto a tierra no es inferior a 5,26 $mm^2$ (10 AWG) en cobre o a 13,3 $mm^2$ (6 AWG) en aluminio.

**c)** El conductor puesto a tierra está aislado; o el conductor puesto a tierra sin aislar forma parte de un cable de acometida Tipo SE y el circuito derivado se origina en el equipo de acometida.

**d)** Los contactos de puesta a tierra de receptáculos con terminal de puesta a tierra suministrados como parte del equipo están puenteados con el equipo.

**250-61. Uso del conductor puesto a tierra para poner a tierra equipo**

**a) Lado de suministro de equipo.** Se permite que el conductor puesto a tierra sirva para poner a tierra las partes metálicas y no-conductoras de equipo, canalizaciones y otras envolventes en cualquiera de los siguientes lugares:

**1)** En el lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida.

**2)** En el lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida para distintos edificios, como se establece en 250-24.

**3)** En el lado de alimentación del medio de desconexión o del dispositivo de sobrecorriente de la acometida de un sistema derivado separadamente.

**b) Lado de la carga de equipo.** No se debe usar un conductor puesto a tierra para poner a tierra las partes metálicas no-conductoras de equipo que haya en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida o en el lado de la carga del medio de desconexión o del dispositivo de sobrecorriente de un sistema derivado separadamente que no tenga un medio de desconexión principal de la red.

***Excepción 1:*** *Las carcasas de estufas, hornos montados en la pared, estufas montadas en barras y secadoras de ropa en las condiciones permitidas por 250-60 para instalaciones ya existentes.*

***Excepción 2:*** *Lo que permite 250-54 para edificios independientes.*

***Excepción 3:*** *Se permite poner a tierra los envolventes para medidores conectándolos al conductor puesto a tierra del circuito en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida, si:*

***a.*** *No hay instalado un dispositivo de protección contra fallas a tierra, y*

***b.*** *Todos los medidores están situados cerca del medio de desconexión de la acometida.*

***c.*** *El tamaño nominal del conductor puesto a tierra del circuito no es inferior a lo especificado en la Tabla 250-95 para los conductores de puesta a tierra de equipo.*

***Excepción 4:*** *Lo que exigen 710-72(e)(1) y 710-74.*

***Excepción 5:*** *Se permite poner a tierra los sistemas de c.c. del lado de la carga del medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente, según Excepción de 250-22.*

**250-62. Conexiones para circuitos múltiples.** Cuando se requiera poner a tierra un equipo que esté alimentado mediante conexiones independientes a más de un circuito o en sistemas puestos a tierra de sistemas de alambrado de usuarios, debe haber un medio de puesta a tierra en cada una de esas conexiones, como se especifica en 250-57 y 250-59.

**G. Puentes de unión**

**250-70. Disposiciones generales.** Cuando sea necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica que pudiera producirse por falla a tierra, se deben hacer los puentes de unión pertinentes.

**250-71. Equipo de la acometida**

**a) Puente de unión del equipo de la acometida.** Las partes metálicas no-conductoras de equipo que se indican en los siguientes incisos, se deben conectar entre sí:

**1)** Excepto lo que se permita en 250-55, las canalizaciones de acometida, charolas, estructuras de electroductos, armadura o blindaje de los cables.

**2)** Todos los envolventes de equipo de acometida que contengan conductores, conexión de medidores, cajas o similares, interpuestos en la canalización o blindaje.

**3)** Cualquier canalización metálica o envolvente por los que se lleve un conductor al electrodo de puesta a tierra, tal como se permite en 250-92(a). Las conexiones se deben hacer en cada extremo y en todas las canalizaciones, cajas y envolventes que existan entre el equipo de acometida y el electrodo de puesta a tierra.

**b) Puente de unión con otros sistemas.** En la acometida debe haber como mínimo un medio accesible fuera de los envolventes para conectar los puentes de unión y de tierra de otros sistemas, como mínimo formada por uno de los siguientes medios:

**1)** Canalizaciones metálicas de la acometida expuestas.

**2)** El conductor al electrodo de puesta a tierra, expuesto.

**3)** Un dispositivo aprobado para la conexión externa de un conductor de unión o de puesta a tierra, de cobre u otro elemento resistente a la corrosión, a la canalización o al equipo de la acometida.

A efectos de la existencia de un medio accesible para la conexión de sistemas, se considera equipo de acometida a los medios de desconexión de un edificio o estructura independiente, tal como se permite en 250-54, y los medios de desconexión de las casas móviles permitidos en la Excepción 1 de 550-23(a).

**NOTA 1:** Un ejemplo de dispositivo aprobado mencionado en el párrafo anterior (3), es un conductor de cobre de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) con un extremo conectado a la canalización o al equipo de acometida y más de 152 mm del otro extremo accesible por la parte exterior.

**NOTA 2:** Para las conexiones y puesta a tierra de circuitos de comunicaciones, radio, televisión y televisión por cable (CATV), véanse 800-40 y 820-40.

**250-72. Método de para puentes de unión del equipo de la acometida.** La continuidad eléctrica del equipo de acometida debe estar asegurada por uno de los métodos especificados en los siguientes incisos:

**a) Conductor puesto a tierra de acometida.** Conectar el equipo al conductor de acometida puesto a tierra por alguno de los métodos indicados en 250-113.

**b) Conexiones roscadas.** Cuando haya tubo *(conduit)* metálicos tipo pesado o semipesado, las uniones mediante rosca o tubos roscados en los envolventes, se deben apretar con llave.

**c) Conexiones y conectadores sin rosca.** Para los puentes que requiere esta Sección, no se deben usar tuercas ni monitores normalizados para las conexiones y conectadores sin rosca de tubo *(conduit)* metálico tipos pesado, semipesado y ligero. Deben usarse tuercas y conexiones aprobadas para este fin

**d) Puentes de unión.** Los puentes de unión que cumplan los demás requisitos de este Artículo se deben usar en tomas concéntricas o excéntricas perforadas o hechos de cualquier otra forma que no afecten la conexión eléctrica a tierra.

**e) Otros dispositivos.** Otros dispositivos aprobados, como contratuercas y monitores para puesta a tierra.

**250-73. Cable de acometida con blindaje o cinta metálica.** El blindaje o cinta metálica de un cable de acometida que tenga un conductor de acometida puesto a tierra y no-aislado, en contacto eléctrico continuo con su blindaje o cinta metálica, se considera como puesto a tierra.

**250-74. Conexión de la terminal de puesta a tierra de un receptáculo a la caja.** Se debe realizar una conexión de la terminal de puesta a tierra de un receptáculo a la caja de conexiones efectivamente puesta a tierra.

***Excepción 1:*** *Cuando la caja vaya montada en una superficie con contacto metálico directo entre el soporte y la propia caja, se permite que la tierra del contacto se haga a la caja. Esta excepción no se aplica a los receptáculos montados en las tapas, a no ser que la caja y la tapa estén aprobados y listados como un conjunto que proporcione una continuidad satisfactoria a tierra entre la caja y el receptáculo.*

***Excepción 2:*** *Se permite que los dispositivos o soportes de contacto diseñados, aprobados y listados para este fin formen, junto con los tornillos que los sujetan, el circuito de tierra entre el soporte del dispositivo y la caja montada en la pared.*

***Excepción 3:*** *Las cajas en el piso diseñadas y aprobadas para ofrecer una continuidad satisfactoria a tierra entre la caja y el dispositivo.*

***Excepción 4:*** *Cuando sea necesario para reducir el ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas) en el circuito de puesta a tierra, se permite un receptáculo en el que la terminal de puesta a tierra esté aislada intencionadamente de los medios de montaje del contacto. Se debe poner a tierra el receptáculo por medio de un conductor aislado que vaya con los conductores del circuito. Este conductor de puesta a tierra puede pasar a través de uno o más paneles de alumbrado y control sin necesidad de conectarlo a las terminales de puesta a tierra de los mismos, como se permite en 384-20, excepto que termine dentro del mismo edificio o estructura, directamente en la terminal de un conductor de puesta a tierra de equipo de la correspondiente acometida o del sistema derivado.*

**NOTA:** El uso de un conductor de puesta a tierra aislado para equipo no exime del requisito de poner a tierra la canalización y la caja.

**250-75. Puente de unión de otras estructuras.** Las canalizaciones metálicas, soportes para cables tipo charola, blindajes de cables, forros de cables, envolventes, tableros, herrajes y otras partes metálicas que no lleven normalmente corriente eléctrica y que puedan servir como conductores de puesta a tierra con o sin conductores suplementarios de tierra de equipo, se deben conectar eficazmente cuando sea necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad del circuito para conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica que pudiera producirse por falla a tierra en el mismo. Se deben quitar de las roscas, puntos y superficies de contacto todas las pinturas, barnices o recubrimientos similares no-conductores o conectarlos por medio de herrajes diseñados de manera que hagan tal eliminación innecesaria.

***Excepción:*** *Cuando sea necesario para reducir el ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas) en el circuito de puesta a tierra, se permite que un envolvente en el que haya equipo instalado y al que se alimente desde un circuito derivado, esté aislado de una canalización que contenga cables que alimenten sólo a este equipo, por medio de uno o más herrajes de canalizaciones no-metálicas aprobadas y listadas situadas en el punto de conexión de la canalización con el envolvente. La canalización metálica debe cumplir lo establecido en este Artículo y debe ir complementada por un conductor aislado interno instalado de acuerdo con lo indicado en la Excepción 4 de 250-74, para que sirva de conexión de puesta a tierra del envolvente del equipo.*

**NOTA:** El uso de un conductor de puesta a tierra aislado para equipo no exime del requisito de poner a tierra la canalización y la caja.

**250-76. Puentes de unión en instalaciones a más de 250 V.** En circuitos a más de 250 V a tierra, que contengan conductores que no sean los de la acometida, se debe asegurar la continuidad eléctrica de las canalizaciones metálicas y de cables con cubierta metálica por medio de uno o más de los métodos especificados para las acometidas en 250-72(b) a (e).

***Excepción:*** *Cuando no haya tapas de las cajas de empalmes de mayor tamaño nominal, concéntricas o excéntricas o cuando se hayan probado tapas concéntricas o excéntricas y el envolvente esté aprobado y listado para ese uso, se permiten los siguientes medios:*

***a.*** *Uniones y conectadores sin rosca para cables con forro metálico.*

***b.*** *Tuerca y contratuerca en un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, una dentro y otra fuera de la caja o envolvente.*

***c.*** *Herrajes con lengüetas que asienten firmemente el envolvente, como los conectadores para tubo (conduit) metálico tipo ligero, conectadores para tubo (conduit) metálico flexible y conectadores de cables con una tuerca dentro de cajas y envolventes.*

***d.*** *Otros herrajes aprobados y listados.*

**250-77. Puente de unión de canalizaciones metálicas con juntas de expansión.** Los herrajes de dilatación y las partes telescópicas de las canalizaciones metálicas se deben hacer eléctricamente continuas mediante puentes de unión u otros medios.

**250-78. Puentes de unión en lugares peligrosos (clasificados).** Independientemente de la tensión eléctrica del sistema eléctrico, se debe asegurar la continuidad eléctrica de las partes metálicas no-conductoras de equipo, canalizaciones y otros envolventes en los lugares peligrosos (clasificados) que define el Artículo 500, por cualquiera de los medios especificados para las acometidas en 250-72 y que estén aprobados para los métodos de instalación utilizados.

**250-79. Puente de unión principal y puente del equipo**

**a) Material.** Los puentes de unión principal y del equipo deben ser de cobre o de otro material resistente a la corrosión. Un puente de unión principal o un puente de unión según lo exigido en 250-26(a) puede ser un cable, alambre, tornillo o similar adecuado.

**b) Construcción.** Cuando el puente de unión con la red sea un solo tornillo, éste se debe identificar mediante un color verde que sea visible con el tornillo instalado.

**c) Sujeción.** Los puentes de unión principal y de equipo se deben sujetar según se establece en 250-113 para los circuitos y equipo y en 250-115 para los electrodos de tierra.

**d) Tamaño nominal de los puentes del equipo y de unión principal en el lado de suministro de la acometida.** El puente de unión no debe ser de menor tamaño nominal que lo establecido en la Tabla 250-94 para los conductores del electrodo de puesta a tierra. Cuando los conductores de fase de entrada a la acometida sean de cobre de más de 557,38 $mm^2$ (1100 kcmils) o de aluminio de 886,75 $mm^2$ (1750 kcmils), el puente de unión debe tener un tamaño nominal no-inferior a 12,5% que el mayor conductor de fase excepto que, cuando los conductores de fase y el puente de unión sean de distinto material (cobre o aluminio), el tamaño nominal mínimo del puente de unión se debe calcular sobre la hipótesis del uso de conductores de fase del mismo material que el puente de unión y con una capacidad de conducción de corriente equivalente a la de los conductores de fase instalados. Cuando se instalen conductores de entrada a la acometida en paralelo en dos o más cables o canalizaciones, el puente de unión de equipo, si está instalado junto con esos cables o canalizaciones, debe instalarse en paralelo. El tamaño nominal del puente de unión de cada canalización o cable se debe calcular a partir del de los conductores de la acometida en cada cable o canalización.

El puente de unión de la canalización del conductor de un electrodo de puesta a tierra o cable blindado, como se indica en 250-92(b), debe ser del mismo tamaño nominal o mayor que el correspondiente conductor del electrodo de puesta a tierra. En sistemas de corriente eléctrica continua, el tamaño nominal del puente de unión no debe ser inferior al del conductor de puesta a tierra del sistema, tal como se especifica en 250-93.

**e) Tamaño nominal del puente de unión del lado de la carga de la acometida.** El puente de unión de equipo del lado de la carga de los dispositivos de sobrecorriente de la acometida no debe ser inferior al tamaño nominal que se indica en la Tabla 250-95. Se permite conectar con un solo puente de unión común continuo dos o más canalizaciones o cables, si el puente tiene un tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95 para el mayor de los dispositivos de sobrecorriente que protege a los circuitos conectados al mismo.

***Excepción:*** *No es necesario que el puente de unión para equipo sea de mayor tamaño nominal que los conductores de los circuitos que suministran energía a los mismos, pero no debe ser inferior a 2,082 $mm^2$ (14 AWG).*

**f) Instalación del puente de unión de equipo.** Se permite instalar el puente de unión de equipo dentro o fuera de una canalización o de un envolvente. Si se instala fuera, la longitud del puente no debe ser mayor de 1,8 m y debe ir junto con la canalización o envolvente. Cuando se instale dentro de la canalización, el puente de unión de equipo debe cumplir los requisitos establecidos en 250-114 y 310-12(b).

**250-80. Puentes de unión de sistemas de tubería y de acero estructural expuesto**

**a) Tubería metálica para agua.** Un sistema de tubería interior metálica para agua se debe conectar al envolvente del equipo de acometida, al conductor de acometida puesto a tierra, al conductor del electrodo de puesta a tierra cuando tenga tamaño nominal suficiente o a uno o más de los electrodos de tierra de la instalación. El puente de unión debe tener un tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-94 y estar instalado según 250-92(a) y (b). Los puntos de unión del puente deben ser accesibles.

***Excepción:*** *En edificios de varios departamentos en los que el sistema interior de tubería metálica para agua de cada departamento esté aislado metálicamente de los demás por medio de tubería no-metálica, se permite que la tubería interior para agua de cada departamento vaya unida al panel de alumbrado y control o al envolvente del tablero de distribución de ese departamento (distinto del equipo de acometida). El tamaño nominal del puente de unión debe ser como se establece en la Tabla 250-95.*

Cuando exista un sistema derivado separadamente con electrodo de puesta a tierra, como se especifica en 250-26(c)(3), se debe conectar al conductor de puesta a tierra de cada sistema derivado en el punto más cercano posible del sistema de tubería interior metálica para agua de la zona a la que suministra energía el sistema derivado separadamente. El puente de unión debe tener un tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-94 y estar instalado según 250-92(a) y (b). Los puntos de unión del puente deben ser accesibles.

**b) Otros sistemas de tubería metálica.** Los sistemas interiores de tubería metálica que pueden quedar energizadas, deben conectarse al envolvente del equipo de acometida, al conductor de acometida puesto a tierra, al conductor del electrodo de puesta a tierra cuando tenga tamaño nominal suficiente o a uno o más de los electrodos de tierra de la instalación. El puente de unión debe tener un tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95, usando la capacidad nominal del circuito que pueda energizar la tubería.

Se permite utilizar como puente de unión el conductor de puesta a tierra de equipo del circuito que pueda energizar la tubería.

> **NOTA:** Se puede tener mayor seguridad, si se une entre sí toda la tubería metálica y conductos de aire del edificio.

**c) Acero estructural.** El acero estructural interior expuesto que se conecta para formar la estructura de acero de un edificio, que no se conecta intencionadamente a tierra y que puede quedar energizado, se debe conectar al envolvente del equipo de acometida, al conductor puesto a tierra de la acometida, al conductor del electrodo de puesta a tierra cuando tenga tamaño nominal suficiente o a uno o más de los electrodos de tierra de la instalación. El puente de unión debe tener un tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-94 e instalarse de acuerdo con lo establecido en 250-92(a) y (b). Los puntos de unión del puente deben ser accesibles.

### H. Sistema de electrodos de puesta a tierra

**250-81. Sistema de electrodos de puesta a tierra.** Si existen en la propiedad, en cada edificio o estructura perteneciente a la misma, los elementos (a) a (d) que se indican a continuación y cualquier electrodo prefabricado instalado de acuerdo con lo indicado en 250-83(c) y (d), se deben conectar entre sí para formar el sistema de electrodos de puesta a tierra. Los puentes de unión se deben instalar de acuerdo con lo indicado en 250-92(a) y (b), deben dimensionarse según lo establecido en 250-94 y deben conectarse como se indica en 250-115.

Se permite que el conductor del electrodo de puesta a tierra sin empalmes llegue hasta cualquier electrodo de puesta a tierra disponible en el sistema de electrodos de puesta a tierra. Debe dimensionarse de acuerdo con el conductor para electrodo de puesta a tierra exigido entre todos los electrodos disponibles.

***Excepción 1:*** *Se permite empalmar el conductor del electrodo de puesta a tierra mediante conectadores a presión aprobados y listados para este fin o mediante el proceso de soldadura exotérmica.*

La tubería metálica interior para agua situada a más de 1,5 m del punto de entrada en el edificio, no se debe utilizar como parte de la instalación del electrodo de puesta a tierra o como conductor para conectar electrodos que formen parte de dicha instalación.

***Excepción 2:*** *En las construcciones industriales y comerciales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado atiende la instalación y la tubería metálica interior para agua que se vaya a utilizar como conductor esté expuesta en toda su longitud.*

> **NOTA:** Para los requisitos especiales de conexión y puesta a tierra en edificios agrícolas, véase 547-8.

**a) Tubería metálica subterránea para agua.** Una tubería metálica subterránea para agua en contacto directo con la tierra a lo largo de 3 m o más (incluidos los ademes metálicos de pozos efectivamente conectados a la tubería) y con continuidad eléctrica (o continua eléctricamente mediante puenteo de las conexiones alrededor de juntas aislantes, o secciones aislantes de tubos) hasta los puntos de conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y de los puentes de unión. La continuidad de la tierra o de la conexión del puente de unión al interior de la tubería no se debe hacer a través de medidores de consumo de agua, filtros o equipo similares. Una tubería metálica subterránea para agua se debe complementar mediante un electrodo adicional del tipo especificado en 250-81 o 250-83. Se permite que este electrodo suplementario vaya conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra, el conductor de la acometida puesto a tierra, la canalización de la acometida conectada a tierra o cualquier envolvente de la acometida puesto a tierra.

Cuando este electrodo suplementario sea prefabricado como se establece en 250-83(c) o (d), se permite que la parte del puente de unión que constituya la única conexión con dicho electrodo suplementario no sea mayor que un cable de cobre de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) o un cable de aluminio de 21,15 $mm^2$ (4 AWG).

***Excepción:*** *Se permite que el electrodo suplementario vaya conectado al interior de la tubería metálica para agua en cualquier punto que resulte conveniente, como se explica en la Excepción 2 de 250-81*

**b) Estructura metálica del edificio.** La estructura metálica del edificio, cuando esté puesta a tierra eficazmente.

**c) Electrodo empotrado en concreto.** Un electrodo empotrado como mínimo 50 mm en concreto, localizado en y cerca del fondo de un cimiento o zapata que esté en contacto directo con la tierra y que conste como mínimo de 6 m de una o más varillas de acero desnudo o galvanizado o revestido de cualquier otro recubrimiento eléctricamente conductor, de no-menos de 13 mm de diámetro o como mínimo 6,1 m de conductor de cobre desnudo de tamaño nominal no-inferior a 21,15 $mm^2$ (4 AWG)

**d) Anillo de tierra.** Un anillo de tierra que rodee el edificio o estructura, en contacto directo con la tierra y a una profundidad bajo la superficie no-inferior a 800 mm que conste como mínimo en 6 m de conductor de cobre desnudo de tamaño nominal no-inferior a 33,62 $mm^2$ (2 AWG).

**250-83. Electrodos especialmente construidos.** Cuando no se disponga de ninguno de los electrodos especificados en 250-81, se debe usar uno o más de los electrodos especificados en los incisos a continuación. Cuando sea posible, los electrodos construidos especialmente se deben enterrar por debajo del nivel de humedad permanente. Los electrodos especialmente construidos deben estar libres de recubrimientos no-conductores, como pintura o esmalte. Cuando se use más de un electrodo para el sistema de puesta a tierra, todos ellos (incluidos los que se utilicen como varillas de pararrayos) no deben estar a menos de 1,8 m de cualquier otro electrodo o sistema de puesta a tierra. Dos o más electrodos de puesta a tierra que estén efectivamente conectados entre sí, se deben considerar como un solo sistema de electrodos de puesta a tierra.

**a) Sistema de tubería metálica subterránea de gas.** No se debe usar como electrodo de puesta a tierra un sistema de tubería metálica subterránea de gas.

**b) Otras estructuras o sistemas metálicos subterráneos cercanos.** Otras estructuras o sistemas metálicos subterráneos cercanos, como tubería y tanques subterráneos.

**c) Electrodos de varilla o tubería.** Los electrodos de varilla y tubo no deben tener menos de 2,4 m de longitud, deben ser del material especificado a continuación y estar instalados del siguiente modo:

**1)** Los electrodos consistentes en tubería o tubo *(conduit)* no deben tener un tamaño nominal inferior a 19 mm (diámetro) y, si son de hierro o acero, deben tener su superficie exterior galvanizada o revestida de cualquier otro metal que los proteja contra la corrosión.

**2)** Los electrodos de varilla de hierro o de acero deben tener como mínimo un diámetro de 16 mm. Las varillas de acero inoxidable inferiores a 16 mm de diámetro, las de metales no-ferrosos o sus equivalentes, deben estar aprobadas y tener un diámetro no-inferior a 13 mm.

**3)** El electrodo se debe instalar de modo que tenga en contacto con el suelo un mínimo de 2,4 m. Se debe clavar a una profundidad no-inferior a 2,4 m excepto si se encuentra roca, en cuyo caso el electrodo se debe clavar a un ángulo oblicuo que no forme más de 45º con la vertical, o enterrar en una zanja que tenga como mínimo 800 mm de profundidad. El extremo superior del electrodo debe quedar a nivel del piso, excepto si el extremo superior del electrodo y la conexión con el conductor del electrodo de puesta a tierra están protegidos contra daño físico, como se especifica en 250-117.

**d) Electrodos de placas.** Los electrodos de placas deben tener en contacto con el suelo un mínimo de 0,2 $m^2$ de superficie. Los electrodos de placas de hierro o de acero deben tener un espesor mínimo de 6,4 mm. Los electrodos de metales no-ferrosos deben tener un espesor mínimo de 1,52 mm.

**e) Electrodos de aluminio.** No está permitido utilizar electrodos de aluminio.

**250-84. Resistencia de los electrodos fabricados.** Un electrodo único que consista en una varilla, tubería o placa y que no tenga una resistencia a tierra de 25 Ω o menos, se debe complementar con un electrodo adicional de cualquiera de los tipos especificados en 250-81 o 250-83. Cuando se instalen varios electrodos de barras, tubos o placas para cumplir los requisitos de esta Sección se deben colocar a una distancia mínima de 1,83 m entre sí y deben estar efectivamente conectados entre sí.

**NOTA:** La instalación en paralelo de varillas de más de 2,4 m aumenta la eficiencia si se separan más de 1,8 m.

**250-86. Varillas de pararrayos.** No se deben usar conductores de puesta a tierra de los pararrayos ni tubos, varillas u otros electrodos fabricados utilizados para poner a tierra las bajadas de los pararrayos, en sustitución de los electrodos de tierra indicados en 250-83 para la puesta a tierra de sistemas eléctricos y de equipo. Esta disposición no impide cumplir los requisitos de conexión de los electrodos de puesta a tierra de diversos sistemas.

**NOTA 1:** Para la separación de los electrodos de los pararrayos, véase 250-46. Para la conexión de electrodos, véanse 800-40(d), 810-21(j) y 820-40(d).

**NOTA 2:** Si se interconectan todos los electrodos de puesta a tierra de distintos sistemas, limitan la diferencia de potencial entre ellos y entre sus correspondientes sistemas de alambrado.

**I. Conductores del electrodo de puesta a tierra**

**250-91. Materiales.** Los materiales del conductor del electrodo de puesta a tierra se especifican en los siguientes incisos:

**a) Conductor del electrodo de puesta a tierra.** El conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre o aluminio. El material elegido debe ser resistente a la corrosión que se pueda producir en la instalación, y debe estar adecuadamente protegido contra la corrosión. El conductor debe ser macizo o cableado, aislado, forrado o desnudo y debe ser de un solo tramo continuo, sin empalmes ni uniones.

***Excepción 1:*** *Se permiten empalmes en barras conductoras.*

***Excepción 2:*** *Cuando haya una acometida con más de un envolvente, como se permite en la Excepción 2 de 230-40, está permitido conectar derivaciones al conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada una de estas derivaciones debe llegar hasta el interior del envolvente. El tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar de acuerdo con lo indicado en 250-94, pero los conductores de la derivación pueden tener un tamaño nominal de acuerdo con los conductores del electrodo de puesta a tierra especificados en 250-94, según el conductor de mayor tamaño nominal que entre en los respectivos envolventes. Los conductores de la derivación se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra de modo que este conductor no contenga ningún empalme o unión.*

***Excepción 3:*** *Se permite empalmar el conductor del electrodo de puesta a tierra por medio de conectadores de presión del tipo irreversible aprobados y listados para ese fin o mediante un proceso de soldadura exotérmica.*

**b) Tipos de conductores para la puesta a tierra de equipo.** El conductor de puesta a tierra de equipo tendido con los conductores del circuito o canalizado con ellos, debe ser de uno de los siguientes tipos o una combinación de varios de ellos: (1) un conductor de cobre u otro material resistente a la corrosión. Este conductor debe ser macizo o cableado, aislado, cubierto o desnudo y formar un cable o barra de cualquier forma; (2) un tubo *(conduit)* metálico tipo pesado; (3) un tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado; (4) un tubo *(conduit)* metálico tipo ligero; (5) un tubo *(conduit)* metálico flexible, si tanto el tubo *(conduit)* como sus accesorios están aprobados y listados para puesta a tierra; (6) la armadura de un cable de tipo AC; (7) el blindaje de cobre de un cable con blindaje metálico y aislamiento mineral; (8) el blindaje metálico de los conductores con blindaje metálico y los conductores de puesta a tierra que sean cables de tipo MC; (9) los soportes para cables tipo charola, tal como se permite en 318-3(c) y 318-7; (10) cableductos, tal como se permite en 365-2(a); (11) otras canalizaciones metálicas con continuidad eléctrica, aprobadas para usarse para puesta a tierra.

***Excepción 1:*** *Cuando los conductores de un circuito, como los contenidos en este Artículo, estén protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 20 A nominales o menos, se permiten como medios de puesta a tierra de esos circuitos a tubo (conduit) metálico flexible y tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos de tamaños nominales de 10 a 35 mm, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:*

***a.*** *Que la longitud sumada del tubo (conduit) metálico flexible y del tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos en el mismo tramo de retorno de tierra, no sea superior a 1,8 m.*

***b.*** *Que el tubo (conduit) termine en accesorios aprobados y listados para puesta a tierra.*

***Excepción 2:*** *Cuando los conductores de un circuito contenidos en ellos estén protegidos por dispositivos de sobrecorriente de más de 20 A nominales, pero que no excedan de 60 A, se permite utilizar como medios de puesta a tierra de esos circuitos al tubo (conduit) metálico flexible y hermético a los líquidos aprobado y listado en diámetros nominales 19 a 32 mm, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:*

***a.*** *Que la longitud total del tubo (conduit) metálico flexible del tramo de retorno de tierra, no sea superior a 1,8 m.*

***b.*** *Que no haya otro tubo (conduit) metálico flexible o tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos de tamaños nominales de 10 a 35 mm que sirva como conductor de puesta a tierra de equipo en el mismo tramo de retorno de tierra.*

***c.*** *Que el tubo (conduit) termine en accesorios aprobados y listados para puesta a tierra.*

**c) Puesta a tierra suplementaria.** Se permiten electrodos suplementarios de puesta a tierra para aumentar los conductores de puesta a tierra de equipo especificados en 250-91(b), pero el terreno natural no se debe utilizar como el único conductor de puesta a tierra de equipo.

**250-92. Instalación.** Los conductores de puesta a tierra se deben instalar como se especifica en los siguientes incisos:

**a) Conductor del electrodo de puesta a tierra.** Un conductor del electrodo de puesta a tierra o su envolvente debe sujetarse firmemente a la superficie sobre la que va instalado. Un conductor de cobre o aluminio de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o superior se debe proteger si está expuesto a daño físico severo. Se puede llevar un conductor de puesta a tierra de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) que no esté expuesto a daño físico, a lo largo de la superficie del edificio sin tubería o protección metálica, cuando esté sujeto firmemente al edificio; si no, debe ir en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado, ligero, en tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado o un cable armado. Los conductores de puesta a tierra de tamaño nominal inferior a 13,3 $mm^2$ (6 AWG) deben alojarse en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado, ligero, en tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado o en cable armado

No se deben usar como conductores de puesta a tierra, conductores aislados o desnudos de aluminio que estén en contacto directo con materiales de albañilería o terreno natural o si están sometidos a condiciones corrosivas. Cuando se utilicen a la intemperie, los conductores de puesta a tierra de aluminio no se deben instalar a menos de 45 cm del terreno natural.

**b) Envolventes para conductores del electrodo de puesta a tierra.** Las envolventes metálicas del conductor del electrodo de puesta a tierra deben ser eléctricamente continuas desde el punto de conexión a los envolventes o equipo hasta el electrodo de puesta a tierra, y deben estar sujetas firmemente a las abrazaderas o herrajes de tierra. Las envolventes metálicas que no sean continuas físicamente desde el envolvente o equipo hasta el electrodo de puesta a tierra, se deben hacer eléctricamente continuas mediante un puente de unión de sus dos extremos al conductor de puesta a tierra. Cuando se utilice una canalización como protección del conductor de puesta a tierra, su instalación debe cumplir los requisitos del Artículo correspondiente a las canalizaciones.

**c) Conductor de puesta a tierra de equipo.** Un conductor de puesta a tierra de equipo se debe instalar como sigue:

**1)** Cuando consista en una canalización, un soporte para cables tipo charola, armadura o forro de cables o cuando sea un conductor dentro de una canalización o cable, se debe instalar cumpliendo las disposiciones aplicables de esta NOM usando accesorios para uniones y terminales que estén aprobados para usarlos con el tipo de canalización o cable utilizados. Todas las conexiones, uniones y accesorios se deben fijar firmemente con los medios adecuados.

**2)** Cuando haya un conductor independiente de tierra de equipo, como establece la Excepción de 250-50(a) y (b) y la Excepción 2 de 250-57(b) se debe instalar de acuerdo con lo indicado en el inciso (a) anterior en lo que respecta a las limitaciones del aluminio y a la posibilidad de daño físico.

***Excepción:*** *No es necesario que los cables inferiores a 13,3 mm$^2$ (6 AWG) se alojen dentro de una canalización o armadura cuando se instalen por los espacios huecos de una pared o cuando vayan instalados de modo que no sufran daño físico.*

**250-93. Tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra para c.c.** En los siguientes incisos se fijan los tamaños nominales de los conductores del electrodo de puesta a tierra de una instalación de c.c.

**a) No debe ser de tamaño nominal inferior al del neutro.** Cuando un sistema eléctrico de c.c. consista en un circuito balanceado de tres conductores o un devanado de equilibrio con protección contra sobrecorriente, como se establece en 445-4(d), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño nominal inferior al del neutro.

**b) No debe ser de tamaño nominal inferior al del conductor más grande.** En instalaciones de c.c. distintas a las del anterior inciso (a), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño nominal inferior al del conductor de mayor tamaño nominal del suministro de energía.

**c) No debe ser inferior a 8,367 mm$^2$ (8 AWG).** En ningún caso el conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser inferior a 8,367 mm$^2$ (8 AWG) de cobre o de 13,3 mm$^2$ (6 AWG) de aluminio.

***Excepciones a los anteriores (a) a (c):***

***a.*** *Cuando esté conectado a electrodos fabricados como se indica en 250-83(c) o (d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea superior a 13,3 mm$^2$ (6 AWG) de cobre o 21,15 mm$^2$ (4 AWG) de aluminio.*

***b.*** *Cuando esté conectado a un electrodo empotrado en concreto, como se indica en 250-81(c), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea superior a 13,3 mm$^2$ (6 AWG) de cobre o 21,15 mm$^2$ (4 AWG) de aluminio.*

***c.*** *Cuando esté conectado a un anillo de tierra como se indica en 250-81(d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituya la única conexión con dicho electrodo sea de mayor tamaño nominal que el conductor utilizado en el anillo de tierra.*

**250-94. Tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra en instalaciones de c.a.** El tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra de una instalación de c.a. puesta o no puesta a tierra, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-94.

***Excepción:***

***a.*** *Cuando esté conectado a electrodos fabricados como se indica en la sección 250-83(c) o (d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituye la única conexión con dicho electrodo, sea superior a 13,3 mm$^2$ (6 AWG) de cobre o 21,15 mm$^2$ (4 AWG) de aluminio.*

***b.*** *Cuando esté conectado a un electrodo empotrado en concreto, como se indica en 250-81(c), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituye la única conexión con dicho electrodo sea superior a 13,3 mm$^2$ (6 AWG) de cobre o 21,15 mm$^2$ (4 AWG) de aluminio.*

***c.*** *Cuando esté conectado a un anillo de tierra como se indica en 250-81(d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituye la única conexión con dicho electrodo sea de mayor tamaño nominal que el conductor utilizado en el anillo de tierra.*

**Tabla 250- 94. Conductor del electrodo de tierra de instalaciones de c.a.**

| Tamaño nominal del mayor conductor de entrada a la acometida o sección equivalente de conductores en paralelo mm$^2$ (AWG o kcmil) | | Tamaño nominal del conductor al electrodo de tierra mm$^2$ (AWG o kcmil) | |
|---|---|---|---|
| Cobre | Aluminio | Cobre | Aluminio |
| 33,62 (2) o menor | 53,48 (1/0) o menor | 8,367 (8) | 13,3 (6) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 42,41 o 53,48 (1 o 1/0) | 67,43 o 85,01 (2/0 o 3/0) | 13,3 (6) | 21,15 (4) |
| 67,43 o 85,01 (2/0 o 3/0) | 4/0 o 250 kcmil | 21,15 (4) | 33,62 (2) |
| Más de 85,01 a 177,3 (3/0 a 350) | Más de 126,7 a 253,4 (250 a 500) | 33,62 (2) | 53,48 (1/0) |
| Más de 177,3 a 304,0 (350 a 600) | Más de 253,4 a 456,04 (500 a 900)l | 53,48 (1/0) | 85,01 (3/0) |
| Más de 304 a 557,38 (600 a 1100) | Más de 456,04 a 886,74 (900 a 1750) | 67,43 (2/0) | 107,2 (4/0) |
| Más de 557,38 (1100) | Más de 886,74 (1750) | 85,01 (3/0) | 126,7 (250) |

**250-95. Tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo.** El tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo, de cobre o aluminio, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-95.

Cuando haya conductores en paralelo en varias canalizaciones o cables, como se permite en 310-4, el conductor de puesta a tierra de equipo, cuando exista, debe estar instalado en paralelo. Cada conductor de puesta a tierra de equipo instalado en paralelo debe tener un tamaño nominal seleccionado sobre la base de la corriente eléctrica nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que proteja los conductores del circuito en la canalización o cable, según la Tabla 250-95.

Cuando se usen varios grupos de conductores de entrada a la acometida, como permite la Sección 230-40 Excepción 2, la sección transversal equivalente del mayor conductor de entrada a la acometida se debe calcular por la mayor suma de las secciones transversales de los conductores de cada grupo.

Cuando no haya conductores de entrada a la acometida, la sección transversal del conductor al electrodo de puesta a tierra se debe calcular por la sección transversal equivalente del mayor conductor de entrada a la acometida de acuerdo con la corriente eléctrica de carga calculada.

Véanse las restricciones de instalación en 250-92(a).

**NOTA:** Para el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra de una instalación de c.a. conectado con el equipo de la acometida, véase 250-23(b).

Cuando el tamaño nominal de los conductores se ajuste para compensar caídas de tensión eléctrica, los conductores de puesta a tierra de equipo, cuando deban instalarse, se deberán ajustar proporcionalmente según el área en $mm^2$ de su sección transversal.

Cuando sólo haya un conductor de puesta a tierra de equipo con varios circuitos en el mismo tubo *(conduit)* o cable, su tamaño nominal debe seleccionarse de acuerdo con el dispositivo de sobrecorriente de mayor corriente eléctrica nominal de protección de los conductores en el mismo tubo *(conduit)* o cable.

Si el dispositivo de sobrecorriente consiste en un interruptor automático de disparo instantáneo o un protector de motor contra cortocircuitos, como se permite en 430-52, el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra de equipo se puede seleccionar de acuerdo con la capacidad nominal del dispositivo de protección del motor contra sobrecorriente, pero no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-95.

***Excepción 1:*** *Un conductor de puesta a tierra de equipo no-inferior a 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) de cobre y no menor al tamaño nominal de los conductores del circuito y que forme parte de cables de aparatos eléctricos, según se establece en 240-4.*

***Excepción 2:*** *No es necesario que el conductor de puesta a tierra de equipo sea de mayor tamaño nominal que el de los conductores de los alimentadores de equipo.*

***Excepción 3:*** *Cuando se use como conductor de puesta a tierra de equipo un tubo (conduit) o armadura o blindaje de cable, como se establece en 250-51, 250-57(a) y 250-91(b).*

Tabla 250-95. Tamaño nominal mínimo de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos

| Capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. (A) | **Tamaño nominal $mm^2$ (AWG o kcmil)** | |
|---|---|---|
| | Cable de cobre | Cable de aluminio |

| | | |
|---|---|---|
| 15 | 2,082 (14) | --- |
| 20 | 3,307 (12) | --- |
| 30 | 5,26 (10) | --- |
| 40 | 5,26 (10) | --- |
| 60 | 5,26 (10) | --- |
| 100 | 8,367 (8) | 13,3 (6) |
| 200 | 13,3 (6) | 21,15 (4) |
| 300 | 21,15 (4) | 33,62 (2) |
| 400 | 33,62 (2) | 42,41 (1) |
| 500 | 33,62 (2) | 53,48 (1/0) |
| 600 | 42,41 (1) | 67,43 (2/0) |
| 800 | 53,48 (1/0) | 85,01 (3/0) |
| 1000 | 67,43 (2/0) | 107,2 (4/0) |
| 1200 | 85,01 (3/0) | 126,7 (250) |
| 1600 | 107,2 (4/0) | 177,3 (350) |
| 2000 | 126,7 (250) | 202,7 (400) |
| 2500 | 177,3 (350) | 304 (600) |
| 3000 | 202,7 (400) | 304 (600) |
| 4000 | 253,4 (500) | 405,37 (800) |
| 5000 | 354,7 (700) | 608 (1200) |
| 6000 | 405,37 (800) | 608 (1200) |

Véase limitaciones a la instalación en 250-92(a)

**Nota:** Para cumplir lo establecido en 250-51, los conductores de tierra de los equipos podrían ser de mayor tamaño que lo especificado en este Tabla.

**250-97. Alumbrado de realce.** Las partes metálicas aisladas y por las que no pasa corriente eléctrica normalmente de las instalaciones de alumbrado de realce, se permite que estén puenteadas mediante un conductor de 2,082 $mm^2$ (14 AWG) de cobre protegido contra daño físico, cuando un conductor que cumple con lo establecido en 250-95 se use como conductor de puesta a tierra de todo el grupo.

**250-99. Continuidad del conductor de puesta a tierra de equipo**

**a) Conexiones removibles.** Cuando se usen conexiones removibles, como las que se usan en equipo removible o en clavijas y sus respectivos receptáculos, el conductor de puesta a tierra de equipo debe ser diseñado, para que sea la primera que conecta y la última que desconecta a este conductor.

***Excepción:*** *Equipo, receptáculos, bases y conectadores interconectados que impiden el paso de corriente eléctrica sin continuidad de la puesta a tierra del equipo.*

**b) Desconectadores.** En el conductor de puesta a tierra de equipo de la instalación de un sistema de alambrado de usuarios, no se debe instalar ningún medio de desconexión o de interrupción, manual o automático.

***Excepción:*** *Cuando la apertura del desconectador o cortacircuitos desconecte todas las fuentes de alimentación.*

**J. Conexiones de los conductores de puesta a tierra**

**250-112. Al electrodo de puesta a tierra.** La conexión de un conductor del electrodo de puesta a tierra con el electrodo correspondiente, debe ser accesible y estar hecha de tal manera que asegure una puesta a tierra eficaz y permanente. Cuando sea necesario asegurar esta conexión a una instalación de tubería metálica utilizada como electrodo de puesta a tierra, se debe hacer un puente de unión efectivo alrededor de las juntas y secciones aisladas y alrededor de cualquier equipo que se pueda desconectar para su reparación y sustitución. Los conductores del puente de unión deben ser lo suficientemente largos como para permitir el desmontaje de dichos equipos, manteniendo la integridad de la conexión.

***Excepción:*** *No es necesario que sea accesible una conexión en un envolvente o enterrada con un electrodo de puesta a tierra empotrado en concreto, hundido o enterrado.*

**250-113. A los conductores y equipo.** Los conductores de puesta a tierra y los cables de puentes de unión se deben conectar mediante soldadura exotérmica, conectadores a presión aprobados y listados, abrazaderas u otros medios también aprobados y listados. No se deben usar medios o herrajes de conexión que sólo dependan de soldadura. Para conectar los conductores de puesta a tierra a los envolventes no se deben usar pijas.

**250-114. Continuidad y conexión de los conductores de puesta a tierra de equipo a cajas.** Cuando entren en una caja o tablero dos o más conductores de puesta a tierra de equipo, todos esos conductores se deben empalmar o unir dentro de la caja o a la caja, con accesorios adecuados a ese uso. No se deben hacer conexiones que dependan únicamente de soldadura. Los empalmes se deben hacer según se indica en 110-14(b), excepto el aislamiento, que no es necesario. La instalación de las conexiones de tierra se debe hacer de forma tal que la desconexión o desmontaje de una conexión, aparato eléctrico u otro dispositivo que reciba energía desde la caja, no impida ni interrumpa la continuidad a tierra.

***Excepción:*** *No es necesario que el conductor de puesta a tierra de equipo, tal como se permite en la Excepción 4 de 250-74, esté conectado a los otros conductores de puesta a tierra de equipo ni a la caja.*

**a) Cajas metálicas.** Se debe hacer una conexión entre el conductor o conductores de puesta a tierra de equipo y la caja metálica, por medio de un tornillo de tierra que no debe utilizarse para otro uso o de un dispositivo aprobado y listado para puesta a tierra.

**b) Cajas no metálicas.** Cuando lleguen a una caja de empalmes no-metálica uno o más conductores de puesta a tierra de equipo, se deben instalar de manera que se puedan conectar a cualquier herraje o dispositivo de la caja que se deba poner a tierra.

**250-115. Conexión a los electrodos.** El conductor de puesta a tierra de equipo se debe conectar al electrodo de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica, zapatas, conectadores a presión, abrazaderas u otros medios aprobados y listados. No se deben usar conexiones que dependan únicamente de la soldadura. Las abrazaderas de tierra deben estar aprobadas y listadas para el material del electrodo de puesta a tierra y para el conductor del electrodo de puesta a tierra y, cuando se usen en tubería, varillas u otros electrodos enterrados, deben estar también aprobadas y listadas para su uso enterradas directamente en el terreno natural. No se debe conectar al electrodo de puesta a tierra con la misma abrazadera o accesorio más de un conductor, excepto si la abrazadera o accesorio está aprobada(o) y listada(o) para usarla con varios conductores. La conexión debe hacerse por uno de los métodos explicados en los siguientes incisos:

**a) Abrazadera sujeta con pernos.** Abrazadera aprobada de latón o bronce fundido o hierro dulce o maleable.

**b) Accesorios y abrazaderas para tubería.** Un accesorio, abrazadera u otro mecanismo aprobado, sujeto con pernos a la tubería o a sus conexiones.

**c) Abrazadera de tierra de tipo solera.** Una abrazadera de tierra aprobada y listada de tipo solera, con una base de metal rígido que asiente en el electrodo y con una solera de un material y dimensiones que no sea probable que cedan durante o después de la instalación.

**d) Otros medios.** Otros medios sustancialmente iguales a los descritos y aprobados.

**250-117. Protección de las uniones.** Las abrazaderas u otros accesorios para puesta a tierra deben estar aprobados para su uso general sin protección o protegerse contra daño físico, como se indica en los siguientes incisos:

**a) Sin daños probables.** Se deben instalar en lugares donde no sea probable que sufran daño.

**b) Con una cubierta protectora.** Dentro de una cubierta protectora metálica, de madera o equivalente.

**250-118. Superficies limpias.** Se deben eliminar de las roscas y de otras superficies de contacto de equipo que se conecten a tierra, las capas no-conductoras (como pinturas, barnices y lacas), para asegurar la continuidad eléctrica, o conectarlos por medio de accesorios hechos de tal modo que hagan innecesaria dicha operación.

**250-119. Identificación de las terminales de los dispositivos de puesta a tierra.** Las terminales de conexión de los conductores de puesta a tierra de equipo se deben identificar (1) mediante un tornillo terminal de cabeza hexagonal pintada de verde, que no se pueda quitar fácilmente; (2) mediante una tuerca terminal hexagonal pintada de verde, que no se pueda quitar fácilmente o (3) mediante un conectador a presión pintado de verde. Si la terminal del conductor de puesta a tierra no es visible, se debe marcar el orificio de entrada del cable de tierra con la palabra "verde" o "puesta a tierra", con las letras "V" o "T" o con el símbolo de puesta a tierra No. 5019 de la Comisión Electrotécnica Internacional o de cualquier otro modo en color verde.

Símbolo de puesta a tierra IEC No. 5019

### K. Transformadores de instrumentos, relés, etcétera

**250-121. Circuitos para transformadores de instrumentos.** Los circuitos del secundario de transformadores de corriente y de potencial para instrumentos de medición deben ponerse a tierra cuando el devanado del primario vaya conectado a circuitos de 300 V o más a tierra. Se deben poner a tierra en los tableros de distribución, independientemente del valor de la tensión eléctrica.

***Excepción:*** *Los circuitos en los que el devanado del primario va conectado a circuitos de menos de 1000 V sin partes o cables expuestos ni accesibles más que a personas calificadas.*

**250-122. Carcasas de los transformadores de instrumentos.** Las carcasas o armazones de transformadores de instrumentos se deben poner a tierra siempre que sean accesibles a personas no-calificadas.

***Excepción:*** *Carcasas o armazones de transformadores de instrumentos cuyos primarios no tengan más de 150 V a tierra y que se utilicen exclusivamente para alimentar medidores.*

**250-123. Carcasas de instrumentos, medidores y relés a menos de 1000 V.** Los instrumentos, medidores y relés que funcionen con devanados o partes a menos de 1000 V, se deben poner a tierra como se especifica en los siguientes incisos:

**a) Fuera de los tableros de distribución.** Los instrumentos, medidores y relés que funcionen con devanados o partes que no estén situados en tableros de distribución y que funcionen con devanados o partes a 300 V o más a tierra y accesibles a personas no-calificadas, deben tener las carcasas y otras partes metálicas expuestas conectadas a tierra.

**b) En los tableros de distribución de frente muerto.** Los instrumentos, medidores y relés (ya sea que funcionen conectados con transformadores de corriente y potencial o conectados directamente a su circuito), en tableros de distribución de frente muerto, deben tener sus carcasas puestas a tierra.

**c) En los tableros de distribución de frente vivo.** Los instrumentos, medidores y relés (ya sea que funcionen conectados con transformadores de corriente y potencial o conectados directamente a su circuito), en tableros de distribución que tengan partes energizadas en la parte frontal de los mismos, no deben tener sus carcasas puestas a tierra. Cuando la tensión eléctrica a tierra exceda de 150 V, debe haber tapetes de hule u otro material aislante para las personas que manipulen el tablero de distribución.

**250-124. Carcasas de instrumentos, contadores y relés que funcionan a 1 kV y más.** Cuando los instrumentos, medidores y relés contengan partes conductoras a 1 kV o más a tierra, se deben separar elevándolas o protegiéndolas por medio de barreras adecuadas puestas a tierra en las partes metálicas o cubiertas aislantes o protectores aislantes. Sus carcasas no se deben poner a tierra.

***Excepción:*** *Las carcasas de detectores electrostáticos de tierra cuando las partes internas del instrumento puestas a tierra vayan conectadas a la carcasa del instrumento y puestas a tierra y el detector esté aislado mediante elevación.*

**250-125. Conductor de puesta a tierra de los instrumentos.** El conductor de puesta a tierra de los circuitos derivados de transformadores de instrumentos y de las carcasas de los instrumentos, no debe ser menor de 3,307 $mm^2$ (12 AWG) de cobre. Se considera que las carcasas de transformadores de instrumentos, contadores y relés que vayan montados directamente sobre superficies o envolventes metálicos puestos a tierra o paneles de instrumentos metálicos puestos a tierra, están también puestas a tierra y no se requiere usar un conductor adicional.

**L. Puesta a tierra de sistemas y circuitos de alta tensión (600 V o más)**

**250-150. Disposiciones generales.** Cuando se pongan a tierra instalaciones de alta tensión eléctrica (600 V o más), deben cumplir todas las disposiciones aplicables de las anteriores Secciones de este Artículo y con las siguientes, en cuanto complementen y modifiquen a las anteriores.

**250-151. Sistema con neutro derivado.** Se permite usar para puesta a tierra de sistemas de alta tensión eléctrica al neutro derivado de un transformador de puesta a tierra.

**250-152. Sistemas con neutro sólidamente puestos a tierra**

**a) Conductor neutro.** El nivel mínimo de aislamiento de conductores neutros de sistemas sólidamente puestos a tierra, debe ser de 600 V.

***Excepción 1:*** *Se permite usar conductores de cobre desnudos como neutro de la acometida y como neutro de la parte directamente enterrada de alimentadores.*

***Excepción 2:*** *Se permite usar conductores desnudos como neutro de las instalaciones aéreas.*

**NOTA:** Véase 225-4 acerca de los conductores que estén a menos de 3,05 m de cualquier edificio o estructura.

**b) Puestas a tierra múltiples.** Se permite que el neutro de un sistema con neutro sólidamente puesto a tierra, esté puesto a tierra en más de un punto en el caso de:

**1)** Acometidas.
**2)** Partes directamente enterradas de los alimentadores cuyo neutro sea de cobre desnudo.
**3)** Instalaciones aéreas.

**c) Conductor de puesta a tierra del neutro.** Se permite que el conductor de puesta a tierra del neutro sea un conductor desnudo si está aislado de los conductores de fase y protegido contra daño físico.

**250-153. Sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia.** Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia deben cumplir lo establecido en los siguientes incisos.

**a) Ubicación.** La impedancia de puesta a tierra se debe insertar en el conductor de puesta a tierra entre el electrodo (o sistema de electrodos) de puesta a tierra del sistema de suministro y el punto neutro del transformador o del generador de suministro.

**b) Identificación y aislamiento.** Cuando se emplee el conductor neutro de un sistema con neutro puesto a tierra a través de impedancia, se debe identificar así y aislarlo totalmente con el mismo nivel de aislamiento que los conductores de fase.

**c) Conexión con el neutro del sistema.** El neutro de la instalación no se debe poner a tierra si no es a través de la impedancia de puesta a tierra del neutro.

**d) Conductores de puesta a tierra de equipo.** Se permite que los conductores de puesta a tierra de equipo sean cables desnudos y deben ser conectados al conductor del electrodo de puesta a tierra y al conductor de puesta a tierra del equipo de la acometida, prolongándolos hasta el sistema de tierra del sistema.

**250-154. Puesta a tierra de sistemas de suministro a equipo móvil o portátil.** Los sistemas que suministren energía a equipo portátil o móvil en alta tensión, distintos de las subestaciones provisionales, deben cumplir con los siguientes incisos.

**a) Equipo móvil o portátil.** El equipo móvil o portátil en alta tensión se debe alimentar desde un sistema que tenga su neutro puesto a tierra a través de una impedancia. Cuando se utilice para alimentar equipo móvil o portátil una instalación de alta tensión conectada en delta, se debe obtener un neutro derivado del sistema.

**b) Partes expuestas no-conductoras de corriente eléctrica normalmente.** Las partes expuestas de equipo móvil o portátil por las que no pase corriente eléctrica normalmente, se deben conectar mediante un conductor de puesta a tierra de equipo al punto de puesta a tierra de la impedancia del neutro del sistema.

**c) Corriente eléctrica por falla de tierra.** La tensión eléctrica que se crea entre las carcasas de equipo móvil o portátil y tierra cuando pase la corriente eléctrica máxima de falla a tierra, no debe superar 100 V.

**d) Detección y relés de falla a tierra.** Se deben instalar dispositivos de detección y relés de falla a tierra que desconecten automáticamente cualquier componente de una instalación de alta tensión en la que se haya producido una falla a tierra. Se debe vigilar permanentemente la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipo para ver si descarga automáticamente la alta tensión de alimentación que se produce en el equipo móvil o portátil, si se pierde la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipo.

**e) Aislamiento.** El electrodo de puesta a tierra al que va conectada la impedancia del neutro del sistema de equipo móvil o portátil, debe ser independiente e ir separado 6,1 m como mínimo, de cualquier otro electrodo de puesta a tierra de sistemas o equipo y no debe haber conexión directa entre los electrodos de tierra, como tuberías enterradas, cercas u otros.

**f) Cable y conectadores de acoplamiento.** El cable y los conectadores de alta tensión para interconectar equipo móvil o portátil, debe cumplir con lo establecido en la Parte C del Artículo 400 (cable) y en 710-45 (conectadores).

**250-155. Puesta a tierra de equipo.** Todas las carcasas de equipo fijo, móvil o portátil y de sus correspondientes cercas, alojamientos, envolventes y estructuras de soporte por las que no pase corriente eléctrica normalmente, se deben poner a tierra.

***Excepción 1:*** *Cuando estén aisladas de tierra y situadas de modo que impidan que cualquier persona pueda entrar en contacto con tierra a través de dichas partes metálicas cuando pase corriente eléctrica por el equipo.*

***Excepción 2:*** *Equipo de distribución montado en postes, como se establece en la Excepción 3 de 250-42*

Los conductores de puesta a tierra que no formen parte integrante de un cable ensamblado en fábrica, no deben ser de un tamaño nominal menor a 13,3 $mm^2$ (6 AWG) de cobre o 21,15 $mm^2$ (4 AWG) de aluminio.

## ARTÍCULO 280 APARTARRAYOS

### A. Disposiciones generales

**280-1. Alcance.** Este Artículo cubre los requisitos generales, de instalación y de conexión de apartarrayos conectados a sistemas de alambrados de usuarios.

**280-2. Definición.** Un apartarrayos es un dispositivo protector que limita las sobretensiones transitorias descargando o desviando la sobrecorriente así producida, y evitando que continúe el paso de la corriente eléctrica, capaz de repetir esta función.

**280-3. Número necesario.** Cuando se utilice como un elemento en un punto del circuito, el apartarrayos se debe conectar a cada conductor de fase. Se permite que una misma instalación de apartarrayos proteja a varios circuitos interconectados, siempre que ningún circuito quede expuesto a sobretensiones cuando esté desconectado de los apartarrayos.

**280-4. Elección del apartarrayos**

**a) Para circuitos de menos de 1000 V.** La capacidad nominal de los apartarrayos debe ser igual o mayor que la tensión eléctrica continua de fase a tierra a la frecuencia de suministro que se pueda producir en el punto de aplicación.

Los apartarrayos instalados en circuitos de menos de 1000 V deben estar aprobados y listados para ese fin.

**b) En circuitos de 1 kV y más, tipo carburo de silicio.** La capacidad nominal de los apartarrayos tipo carburo de silicio no debe ser inferior a 125% de la tensión eléctrica máxima continua de fase a tierra disponible en el punto de aplicación.

> **NOTA:** La elección adecuada de apartarrayos de óxido metálico se debe basar en consideraciones de la tensión eléctrica máxima continua y del valor y duración de las sobretensiones en el lugar donde se vaya a instalar, y de cómo puedan afectar al apartarrayos las fallas de fase a tierra, los métodos de puesta a tierra del sistema, las sobretensiones por operación de interruptores y otras causas. Es conveniente consultar las instrucciones de los fabricantes para la aplicación y selección de apartarrayos en cada caso particular.

### B. Instalación de los apartarrayos

**280-11. Localización.** Está permitido instalar apartarrayos en interiores o exteriores, pero deben ser inaccesibles a personas no-calificadas, y lo más cerca posible del equipo. Véase 280-27

***Excepción:*** *Los apartarrayos aprobados y listados para su instalación en lugares accesibles.*

En instalaciones en vía pública, deben instalarse apartarrayos en los puntos normalmente abiertos. Cuando se trate de sistemas subterráneos, el apartarrayos debe ser de frente muerto.

**280-12. Tendido de los cables de los apartarrayos.** El conductor utilizado para conectar el apartarrayos a la red o cables y a tierra no debe ser más largo de lo necesario, y se deben evitar curvas innecesarias.

### C. Conexión de los apartarrayos

**280-21. Instalados en acometidas de menos de 1000 V.** Los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de tamaño nominal inferior a 2,082 $mm^2$ (14 AWG) en cobre ni menor a 13,3 $mm^2$ (6 AWG) en aluminio. El conductor de puesta a tierra de apartarrayos se debe conectar a uno de los siguientes elementos: (1) al conductor puesto a tierra de la acometida; (2) al conductor del electrodo de puesta a tierra; (3) al electrodo de puesta a tierra de la acometida o (4) a la terminal de puesta a tierra de equipo de acometida. En los elementos (2) y (3) anteriores, el conductor de puesta a tierra debe ser de cobre.

**280-22. Instalados en el lado de la carga en instalaciones de menos de 1000 V.** Los conductores de conexión de apartarrayos a la red y a tierra no deben ser de tamaño nominal inferior a 2,082 $mm^2$ (14 AWG) en cobre ni menores a 13,3 $mm^2$ (6 AWG) en aluminio. Se permite conectar un apartarrayos entre dos conductores cualesquiera (de fase,

puesto a tierra o conductor de puesta a tierra). El conductor de puesta a tierra y el puesto a tierra sólo se deben conectar entre sí cuando funcione el apartarrayos normalmente durante una sobretensión.

**280-23. Circuitos de 1 kV en adelante: conductores de los apartarrayos.** Los conductores entre apartarrayos y la red y entre aquéllos y la conexión de puesta a tierra, no deben ser inferiores a 13,3 $mm^2$ (6 AWG) de cobre o aluminio.

**280-24. Circuitos de 1 kV en adelante: conexiones.** Los conductores de puesta a tierra de apartarrayos que protegen a un transformador cuyo secundario suministre energía a un sistema de distribución, se deben conectar como se indica en los siguientes incisos.

**a) Conexiones metálicas.** Se debe hacer una conexión metálica con el conductor puesto a tierra en el secundario o al conductor de puesta a tierra del equipo en el secundario, considerando que además de la conexión directa puesta a tierra del apartarrayos:

**1)** El conductor puesto a tierra en el secundario tenga además una conexión de puesta a tierra con una tubería metálica continua enterrada para agua. No obstante, en zonas urbanas donde haya por lo menos cuatro conexiones con tubería de agua al neutro y no-menos de cuatro de dichas conexiones por cada 1,6 km de longitud del neutro, se permite hacer la conexión metálica con el neutro del secundario, sin tener que hacer la conexión directa a tierra del apartarrayos;

**2)** El conductor puesto a tierra en el secundario del sistema forme parte de un sistema con múltiples puestas a tierra del neutro en el cual el neutro del primario tiene al menos cuatro conexiones a tierra por cada 1,6 km, adicionalmente a la puesta a tierra en cada acometida.

**b) A través de un entrehierro o dispositivo.** Cuando el conductor de puesta a tierra del apartarrayos no esté conectado como se indica anteriormente en (a) o cuando el secundario no esté puesto a tierra como se indica anteriormente en (a), pero sí como se indica en 250-81 y 250-83, se debe hacer una conexión a través de un entrehierro u otro dispositivo aprobado y listado, como sigue:

**1)** En sistemas con primario no-puesto a tierra o con un solo punto de puesta a tierra, el entrehierro u otro dispositivo aprobado y listado debe tener una tensión eléctrica de ruptura a 60 Hz como mínimo del doble de la tensión eléctrica del circuito primario, pero no necesariamente más de 10 kV, y debe haber como mínimo otro punto de puesta a tierra del conductor de puesta a tierra del secundario, a una distancia no-menor de 6 m del electrodo de puesta a tierra del apartarrayos.

**2)** En sistemas cuyo neutro del primario tenga varios puntos de puesta a tierra, el entrehierro u otro dispositivo aprobado y listado debe tener una tensión eléctrica de ruptura a 60 Hz no-superior a 3 kV y debe haber como mínimo otro punto de puesta a tierra del conductor de puesta a tierra del secundario a una distancia no-inferior a 6 m del electrodo de puesta a tierra del apartarrayos.

**c) Con permiso especial.** Sólo se puede hacer una conexión del conductor de puesta a tierra del apartarrayos y del neutro del secundario, que no sea como las indicadas en los anteriores (a) y (b), mediante permiso especial de la empresa suministradora.

**280-25. Toma de tierra.** Excepto lo indicado en este Artículo, las conexiones de puesta a tierra de los apartarrayos se deben hacer como se indica en el Artículo 250. Los conductores de puesta a tierra no deben ir en una envolvente metálica a no ser que estén conectados equipotencialmente a ambos extremos de dicha envolvente.

**280-26. Sistemas aéreos en anillo y en transiciones.** Deben instalarse apartarrayos en el punto abierto de sistemas aéreos en anillo y en transiciones de línea aérea a subterránea.

**280-27. Instalación en interiores.** Cuando se instalen apartarrayos en el interior de edificios, deben ubicarse fuera de pasillos y alejados de otros equipos, así como de materiales inflamables.

**280-28. Resguardo.** Los apartarrayos y sus accesorios deben resguardarse, ya sea por su elevación o por su localización en sitios inaccesibles a personas no-calificadas; o bien, protegidos por defensas o barandales, similares a los que se mencionan en 710-35.

**280-29. Conexión de puesta a tierra**

**a) Conductores de puesta a tierra.** Los apartarrayos deben ser puestos a tierra lo más directamente posible y deben cumplir con el tamaño nominal mínimo señalado en 280-23.

**b) Conexión de puesta a tierra de partes metálicas de apartarrayos.** Cuando no sea factible el resguardo de los apartarrayos como se indica en 280-28, su estructura y partes metálicas que no conducen corriente eléctrica, deben ser puestos a tierra.

**c) Apartarrayos instalados en terminales de cables subterráneos.** Cuando se instalen en terminales de cables subterráneos con cubiertas metálicas, éstas deben conectarse al mismo sistema de tierra de los apartarrayos.

## CAPÍTULO 3 (4.3) MÉTODOS DE ALAMBRADO Y MATERIALES

### ARTÍCULO 300 - MÉTODOS DE ALAMBRADO
### A. Disposiciones generales

**300-1. Alcance**

**a) Todas las instalaciones.** Las disposiciones de este Artículo aplican a todas las instalaciones y métodos de alambrado, salvo las excepciones siguientes:

***Excepción 1:*** *Sistemas intrínsecamente seguros referidos en el Artículo 504.*

***Excepción 2:*** *Circuitos clase 1, clase 2 y clase 3 referidos en el Artículo 725.*

***Excepción 3:*** *Circuitos de señalización para protección contra incendios referidos en el Artículo 760.*

***Excepción 4:*** *Cables de fibra óptica indicados en el Artículo 770.*

***Excepción 5:*** *Sistemas de comunicaciones referidos en el Artículo 800.*

***Excepción 6:*** *Equipo de radio y televisión referidos en el Artículo 810.*

***Excepción 7:*** *Sistemas de distribución comunitaria de antena de radio y televisión indicados en el Artículo 820.*

**b) Partes integrales de equipo.** Las disposiciones de este Artículo no se aplican a los conductores que sean parte integral de equipo, tales como motores, controladores, centros de control de motores o equipos de control ensamblados en fábrica.

**300-2. Limitaciones**

**a) Tensión eléctrica.** Los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3 se aplican para tensión eléctrica nominal de 600 V o menor donde no esté específicamente limitado en alguna Sección del Capítulo 3. Cuando esté específicamente permitido en otras partes de esta NOM, los métodos de instalación pueden aplicarse para tensiones nominales mayores a 600 V.

**b) Temperatura.** La temperatura máxima del conductor debe estar de acuerdo con lo indicado en 310-10.

**300-3. Conductores**

**a) Conductores individuales.** Los cables monoconductores especificados en la Tabla 310-13 sólo deben instalarse con un método de alambrado reconocido en el Capítulo 3.

**b) Conductores del mismo circuito.** Todos los conductores del mismo circuito, el conductor puesto a tierra y todos los conductores de puesta a tierra del equipo, cuando sean usados, deben instalarse dentro de la misma canalización, soporte para cables tipo charola, zanja, cable o cordón.

***Excepción 1:*** *Para (b), los conductores individuales de cable tipo MI con una cubierta no-metálica, instalados de acuerdo con lo indicado en 330-16, se permite que se instalen en cables separados.*

***Excepción 2:*** *Para (b), los paneles de alumbrado y control tipo columna que empleen ductos auxiliares y cajas para jalado de los conductores con terminales para los conductores neutros.*

***Excepción 3:*** *para (a) y( b), como se permite en 250-57(b), 250-79(f), 300-5(i), 300-20(b), 318-8(d) y 339-3(a)(2).*

***Excepción 4:*** *Como se permite en 310-4 para conductores en paralelo.*

**c) Conductores de sistemas diferentes**

**1) Tensión eléctrica nominal hasta 600 V.** Los conductores de tensión eléctrica nominal hasta 600 V, tanto de circuitos de c.a. como de c.c., pueden ocupar la misma canalización, envolvente de alambrado de equipo o cable. Todos los conductores deben tener un aislamiento adecuado para la tensión eléctrica máxima nominal del circuito de cualquier conductor dentro de la canalización, envolvente o cable. Todos los conductores que no estén blindados deben tener un aislamiento nominal igual o como mínimo la máxima tensión eléctrica del circuito aplicada a cualquier conductor dentro de la canalización, envolvente o cable.

***Excepción:*** *Para sistemas solares fotovoltaicos de acuerdo con lo indicado en 690-4(b).*

**NOTA:** Para conductores de las clases 2 y 3 véase 725-54(a)(1).

**2) Tensión eléctrica nominal mayor a 600 V.** Los conductores para tensiones eléctricas nominales mayores a 600 V no deben ocupar el mismo envolvente de alambrado de equipo, cable o canalización que los conductores para tensiones nominales iguales o menores a 600 V.

**NOTA:** Véase 300-32 para conductores de sistemas diferentes, de la tensión eléctrica nominal mayor de 600 V.

***Excepción 1:*** *Se permite que el cableado secundario para lámparas de descarga eléctrica hasta 1000 V, ocupen la misma canalización o envolvente de alumbrado de realce de los conductores del circuito derivado, si se encuentra aislado para la tensión eléctrica del secundario en cuestión.*

***Excepción 2:*** *Se permite que las terminales primarias de balastros de lámparas de descarga eléctrica aislados para la tensión eléctrica primaria del balastro, ocupen la misma canalización o envolvente de alumbrado de realce de los conductores del circuito derivado, cuando estén contenidos en la cubierta individual del cableado.*

***Excepción 3:*** *Se permite que los conductores de excitación, control, relés y amperímetros usados en conexión con cualquier motor o arrancador individual, ocupen la misma canalización de los conductores del circuito del motor.*

**300-4. Protección contra daño físico.** En donde los conductores estén expuestos a daño físico, deben protegerse adecuadamente.

**a) Cables y canalizaciones a través de piezas estructurales de madera**

**1) Orificios perforados.** En instalaciones ocultas o a la vista, donde se instalen métodos de alambrado cables o canalizaciones a través de orificios perforados en vigas, travesaños o piezas estructurales de madera similares, los orificios deben taladrarse de tal manera que el borde del orificio no esté a menos de 30 mm del extremo más cercano de la estructura. Si esta distancia no puede mantenerse, los cables o canalizaciones deben protegerse contra penetración de clavos y tornillos con una placa de acero de espesor mínimo de 1,5 mm y longitud y ancho apropiados para que cubran la zona por donde los clavos o tornillos pudieran dañar al alambrado.

***Excepción:*** *Las canalizaciones indicadas en los Artículos 345, 346, 347 y 348.*

**2) Ranuras en madera.** Cuando no exista restricción por debilitamiento en la estructura del edificio, tanto en lugares ocultos como descubiertos, se permite que los cables o canalizaciones se tiendan a través de ranuras, en columnas, vigas, travesaños de madera u otras partes también de madera, siempre y cuando el cable o la canalización se proteja en estos puntos contra penetración de clavos o tornillos, por placas de acero de espesor mínimo de 1,5 mm instaladas antes de que se aplique el acabado de la construcción.

***Excepción:*** *Las canalizaciones indicadas en los Artículos 345, 346, 347 y 348.*

**b) Cables con cubierta no-metálica y tubo *(conduit)* no-metálico que pasen a través de piezas estructurales metálicas**

**1) Cables con cubierta no-metálica.** Tanto en instalaciones ocultas o visibles, cuando se instalen cables con cubierta no-metálica, a través de orificios o ranuras en partes metálicas hechos en fábrica o en obra, los cables deben protegerse con *conectador*es de metal sujetados firmemente en los orificios de la instalación del cable.

**2) Cables con cubierta no-metálica y tubo *(conduit)* no-metálico.** Cuando los clavos o tornillos pudieran penetrar en los cables con cubierta no-metálica o en tubo (*conduit)* no-metálico, éstos deben protegerse con un tubo metálico, una placa o una abrazadera de acero de espesor no-menor a 1,5 mm.

**c) Cables a través de espacios detrás de paneles diseñados para permitir acceso.** Los cables o métodos de alambrado con canalizaciones instalados detrás de los paneles diseñados para permitir el acceso, deben instalarse de acuerdo con lo indicado en sus Artículos aplicables.

**NOTA:** Véanse 300-11(a), 300-23, 725-5, 760-5, 720-11 y 800-6.

**d) Cables y canalizaciones sobre estructuras.** En instalaciones ocultas y visibles cuando se instalen cables o métodos de alambrado con canalizaciones sobre estructuras, éstos deben instalarse y sujetarse de tal forma que se separen cuando menos 30 mm de la orilla de la estructura donde pueden colocarse clavos o tornillos. Cuando esta distancia sea imposible de mantenerse, la canalización o el cable debe protegerse con una placa metálica de 1,5 mm de espesor mínimo, a efecto de impedir que sean penetrados por clavos o tornillos.

***Excepción 1:*** *Las canalizaciones contempladas en los Artículos 345, 346, 347 y 348.*

***Excepción 2:*** *En instalaciones ocultas en acabados de construcciones o paneles para edificios prefabricados donde este tipo de soportes no son factibles, se permite unir el cable entre dos puntos de acceso.*

***Excepción 3:*** *En casas móviles o vehículos recreativos.*

**e) Cable y canalizaciones instalados en ranuras poco profundas.** Los cables o métodos de alambrado con canalizaciones en ranuras que vayan a ser cubiertas con alfombra o un acabado similar, deben protegerse con una placa metálica, tubo metálico o similar con espesor no-menor a 1,5 mm o, en su caso, dejar un espacio libre de 30 mm a lo largo de la ranura.

***Excepción:*** *Canalizaciones cubiertas en los Artículos 345, 346, 347 y 348.*

**f) Protección de material aislante.** Cuando existan canalizaciones que contengan conductores de fase de tamaño nominal de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayor, que entren a un envolvente, caja o canalización, deben protegerse de tal forma que tengan una superficie lisa y redondeada, a menos que la canalización tenga un material aislante sujeto firmemente.

***Excepción:*** *En donde las perforaciones o los orificios roscados formen parte integral de la entrada del envolvente, caja o canalización y tengan una superficie lisa y redondeada para la entrada de los conductores. Las boquillas de tubo (conduit) construidas de material aislante no deben ser utilizadas para asegurar un sistema de sujeción o una canalización. El material aislante debe soportar al menos la temperatura de operación del conductor instalado.*

**300-5. Instalaciones subterráneas**

**a) Requisitos de profundidad mínima.** Los cables directamente enterrados, los tubos (*conduit*) u otras canalizaciones deben instalarse de manera que cumplan con los requisitos de profundidad mínima de la Tabla 300-5.

**Tabla 300-5. Profundidad mínima para sistemas hasta 600 V nominal (cm)**

| Lugar o método de alambrado o circuito | Método de alambrado o circuito | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1<br>Cable directamente enterrado | 2<br>Tubo (*conduit*) metálico tipo pesado o semipesado | 3<br>Canalización no-metálica listada para enterrarse directamente sin concreto ahogado u otra canalización aprobada para tal uso | 4<br>Circuitos derivados residenciales hasta 127 V con protección ICFT y protección de sobrecorriente máxima de 20 A | 5<br>Circuito de control para riego e iluminación exterior limitado a 30 V e instalado con cable tipo UF u otros cables o canalizaciones |
| Todas las condiciones no especificadas abajo | 60 | 15 | 45 | 30 | 15 |
| En zanjas protegidos por concreto de 5 cm de espesor o equivalente | 45 | 15 | 30 | 15 | 15 |
| Bajo edificios | 0<br>(sólo en canalizaciones) | 0 | 0 | 0<br>(sólo en canalizaciones) | 0<br>(sólo en canalizaciones) |
| Bajo banqueta de concreto con espesor mínimo de 10 cm, extendiéndose 15 cm mínimo más allá de la instalación subterránea | 45 | 10 | 10 | 15 (directamente enterrado)<br>10 (en canalizaciones) | 15 (directamente enterrado)<br>10 (en canalizaciones) |
| Bajo arroyo | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| En entradas y estacionamientos para viviendas unifamiliares | 45 | 45 | 45 | 30 | 45 |
| En aeropuertos, en pistas y lugares adyacentes en donde se prohíba el paso | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |

El enterramiento se define como la distancia más corta medida entre la superficie de cualquier conductor directamente enterrado, cable, tubo u otras canalizaciones y la superficie de la tierra, cubierta de concreto u otra cubierta similar.

**1.** Las canalizaciones aprobadas para ser enterradas solamente ahogadas en concreto, deben tener un recubrimiento de concreto de espesor no-menor a 5 cm.

**2.** Cuando se requiera subir cables para realizar terminales o empalmes o donde se requiera acceso, se permiten menores profundidades.

**3.** Cuando uno de los métodos de alambrado indicados en las columnas 1 a 3 esté combinado con uno de los tipos de circuito de las columnas 4 y 5, se permite utilizar la menor profundidad indicada.

**4.** Cuando sea terreno rocoso, todas las instalaciones deben realizarse en tubo (*conduit)* metálico o no-metálico permitidos para instalarse directamente enterrados. Las canalizaciones deben instalarse con un mínimo de 5 cm ahogadas en concreto.

**b) Puesta a tierra.** Todas las instalaciones subterráneas deben estar conectadas a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

**c) Cables subterráneos bajo edificios.** Los cables subterráneos instalados bajo un edificio deben colocarse en una canalización que se prolongue más allá de las paredes exteriores del edificio.

**d) Protección contra daños.** Los cables directamente enterrados y los que salgan de instalaciones subterráneas deben protegerse con canalizaciones que se extiendan desde la profundidad mínima requerida en la Tabla 300-5 hasta 2,50 m sobre el nivel de piso terminado. En ningún caso se requiere que la protección exceda 45 cm por debajo del nivel de piso.

Los conductores que entran a un edificio deben protegerse hasta el punto de entrada.

Cuando la canalización esté sujeta a daño físico, los conductores deben estar instalados en tubo (*conduit)* metálico tipo semipesado, tipo pesado, cédula 80 o equivalentes.

**e) Empalmes y derivaciones.** Se permite hacer empalmes o derivaciones en cables directamente enterrados, sin utilizar cajas de empalme. Los empalmes o derivaciones deben realizarse de acuerdo con lo indicado en 110-14 (b).

**f) Rellenos.** No deben usarse rellenos que puedan dañar la canalización, los cables 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.

Cuando 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) Sellado de 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.

Cuando se tenga la presencia de gases o vapores peligrosos se debe sellar el tubo (*conduit)* o las canalizaciones subterráneas que entren a los edificios.

**h) Boquillas.** Al final de la canalización o tubo (*conduit)* debe usarse una boquilla o accesorio terminal, cuando los cables surjan de un método de alambrado con instalación directamente enterrada. Se permite el uso de un sello que proporcione las mismas características físicas de protección, en lugar de la boquilla.

**i) Conductores del mismo circuito.** Todos los conductores del mismo circuito y cuando se requieran 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:*** *Cuando se tengan varios conductores en paralelo por fase, pueden ir en distintas canalizaciones si cada una contiene a todos los conductores del mismo circuito incluyendo los conductores de puesta a tierra.*

***Excepción 2:*** *Se permiten instalaciones de fases separadas en canalizaciones no-metálicas cercanas cuando se tengan los conductores en paralelo como se permite en 310-4 y si se cumplen las condiciones de 300-20.*

**j) Asentamiento del terreno.** Cuando las canalizaciones o cables directamente enterrados estén sujetos a asentamiento por movimientos de terreno, los conductores o el equipo conectado a las canalizaciones deben protegerse para prevenir daños.

> **NOTA:** Esta Sección reconoce algunos de los métodos considerados para la protección contra asentamiento como pueden ser las vueltas en "S" en cables directamente enterrados en transiciones de canalización, las juntas de expansión en subidas de tubos a equipo fijo y en general conexiones flexibles a equipo.

**300-6. Protección contra la corrosión.** Las canalizaciones metálicas, armaduras metálicas de cables, cajas, cubiertas de cables, gabinetes, codos metálicos, uniones y accesorios, soportes y sus herrajes, deben ser de materiales aprobados conforme con 110-2 para el medio ambiente donde se instalen.

**a) Disposiciones generales.** Las canalizaciones de fierro, armaduras y cubiertas de cables, cajas, gabinetes, codos metálicos y accesorios, soportes y sus herrajes de materiales ferrosos, deben protegerse adecuadamente contra la corrosión en su interior y en su exterior (excepto las roscas en las uniones) por una capa de material aprobado como resistente a la corrosión, tal como zinc, cadmio o esmalte. En los casos en que la protección contra la corrosión sea solamente por medio de esmalte, no se deben usar en exteriores o en lugares húmedos, tales como los descritos en (c) de esta Sección. Se pueden utilizar en exteriores las cajas o gabinetes que tengan un recubrimiento aprobado a base de recubrimiento orgánico y que estén marcados: "hermético a la lluvia", "a prueba de lluvia" o "a prueba de intemperie".

***Excepción:*** *Se permite que las roscas en las uniones tengan una capa con un compuesto aprobado e identificado como eléctricamente conductivo.*

**b) En concreto o en contacto directo con la tierra.** Las canalizaciones de material ferroso o no-ferroso, armaduras y cubiertas de cables, gabinetes, ángulos, uniones, soportes y accesorios metálicos, pueden instalarse en concreto o en contacto directo con la tierra o en áreas sometidas a influencias corrosivas severas cuando estén fabricados con materiales adecuados para esta condición o cuando sean provistos de una protección adecuada contra la corrosión.

**c) Lugares mojados en interiores.** En las lecherías, lavanderías, fábricas de conservas alimenticias y otros lugares mojados en donde las paredes se lavan frecuentemente o donde existan superficies de materiales absorbentes, tales como papel o madera mojados, el sistema de alambrado completo, incluyendo todas las cajas, accesorios, canalizaciones y cables, deben montarse con una separación mínima de 6 mm entre sus componentes y la pared o la superficie que lo soporte.

***Excepción:*** *Se permite la instalación de canalizaciones y cajas 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 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 cercanas al mar, 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.

**300-7. Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas**

**a) Sellado.** Cuando existan partes interiores de un sistema de canalización expuestas a grandes diferencias de temperatura, como ocurre en las plantas y cámaras frigoríficas, se debe impedir la circulación de aire a través de la canalización de una sección caliente a una fría.

**b) Juntas de expansión.** Las canalizaciones deben proveerse con juntas de expansión cuando se requiera compensar la expansión y contracción térmica.

**300-8. Instalación de conductores con otros sistemas.** Las canalizaciones o los soportes tipo charola para cables no deben contener tuberías para vapor, agua, aire, gas, drenaje o cualquier otro servicio que no sea eléctrico.

**300-9. Puesta a tierra de envolventes metálicas.** Las canalizaciones metálicas, cajas, gabinetes, cables armados y accesorios, deben estar puestos a tierra como se indica en el Artículo 250.

**300-10. Continuidad eléctrica de envolventes y canalizaciones metálicas.** Las canalizaciones metálicas, armaduras de cables y otras envolventes metálicas para conductores, deben unirse metálicamente para formar un conductor eléctrico continuo y deben estar conectadas a todas las cajas, accesorios y gabinetes para proporcionar una

continuidad eléctrica efectiva. La canalización debe estar mecánicamente sujeta a las cajas, accesorios, gabinetes y otros envolventes.

***Excepción 1:*** *Lo dispuesto en 370-17(c) para cajas no-metálicas.*

***Excepción 2:*** *Lo dispuesto en la Excepción 2 de 250-33, para envolventes metálicas.*

***Excepción 3:*** *Lo indicado en la Excepción de 250-75 donde se permita reducción de ruido eléctrico.*

**300-11. Fijación y soporte**

**a) Fijación correcta.** Las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, gabinetes y accesorios deben estar firmemente sujetos en su lugar. No se permite como único soporte a los alambres de soporte no-fijados de una parte rígida.

**1)** En métodos de alambrado localizados encima de un piso o techo clasificado como inflamable, éstos no deben asegurarse o soportarse por medio del techo o piso, incluyendo los alambres de soporte del techo. Debe existir un medio de apoyo seguro e independiente.

***Excepción:*** *Se permite que el sistema de soporte del techo aguante alambrado o equipo cuando éste haya sido probado como parte integral del sistema de soporte del techo inflamable.*

**2)** No deben asegurarse o soportarse al piso o techo alambrados colocados encima de un piso o techo clasificado como no-inflamable, incluyendo los alambres de soporte al techo. Se debe proveer un medio seguro e independiente de soporte.

***Excepción:*** *Se permite soportar alambrado de circuitos derivados y el equipo asociado al sistema de soporte del techo, cuando se instalen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.*

No se permite soportar cable y canalizaciones en techos de rejillas.

**b) Canalizaciones usadas como medios de soporte.** Las canalizaciones no deben usarse como medio de soporte para otras canalizaciones, cables o equipo no-eléctrico.

***Excepción 1:*** *Cuando las canalizaciones o medio de soporte se aprueben e identifiquen para tal propósito.*

**NOTA:** Véase el Artículo 318 para soportes tipo charola para cables.

***Excepción 2:*** *Se permite que canalizaciones que contengan conductores de alimentación para equipo controlado eléctricamente, soporten conductores de circuito Clase 2 o cables exclusivos para conexión a los circuitos de control del equipo.*

***Excepción 3:*** *Como se permite en 370-23 para cajas de paso o en 410-16(f) para accesorios.*

**300-12. Continuidad mecánica de canalización y cables.** Las canalizaciones metálicas y no-metálicas, armaduras y cubiertas de cables deben ser continuas entre gabinetes, cajas, accesorios u otras cubiertas, envolventes o salidas.

***Excepción:*** *Pequeñas canalizaciones usadas como soporte o protección contra daño físico del cable.*

**300-13. Continuidad eléctrica y mecánica de conductores**

**a) Disposiciones generales.** En las canalizaciones, los conductores deben estar continuos entre las cajas de salida, cajas de registro y dispositivos y no debe haber empalmes o derivaciones dentro de una canalización, a menos que lo permitan la Excepción 1 de 300-15(a); 352-27; 352-29; la Excepción de 354-6; 362-7; 362-21; 364-8(a).

**b) Continuidad del conductor de puesto a tierra cuando se eliminan dispositivos eléctricos.** En circuitos derivados multiconductores, la continuidad del conductor de puesto a tierra no debe depender de las conexiones de los dispositivos tales como portalámparas, receptáculos, etc., cuando al retirar tales dispositivos se interrumpa la continuidad.

**300-14. Longitud adicional de conductores en cajas de empalme, salidas y punto de cambio.** En cada caja de salida, empalme y punto de cambio, debe dejarse al menos 15 cm de longitud en los conductores disponibles para hacer las uniones o la conexión de dispositivos o equipos.

***Excepción:*** *Conductores que no son empalmados o que terminan en cajas de salida o puntos de conexión.*

**300-15. Cajas, cajas de paso o accesorios**

**a) Caja o caja de paso**. Se debe instalar una caja o caja de paso, que cumpla lo establecido en 370-16 y 370-28, para cada punto de conexión de empalme de conductores, salida, punto de cambio o unión, punto de jalado para la conexión, tubo (*conduit)* metálico, canalizaciones de superficie u otras canalizaciones.

***Excepción 1:*** *No se requiere una caja o caja de paso para empalme de conductores en canalizaciones de superficie que tengan una cubierta desmontable que sea accesible después de la instalación tal como: canales metálicos con tapa, ductos colectores, conjunto de salidas múltiples, canales auxiliares, soportes tipo charola para cables y cabezales de ductos.*

***Excepción 2:*** *Lo permitido en 410-31*

**b) Sólo cajas.** Deben instalarse cajas de registro en cada punto de empalme de conductores, salida, punto de cambio o de unión, punto de jalado para la conexión de los cables tipo AC, cables MC, cables con cubierta metálica, cables con cubierta no-metálica u otros cables. Debe instalarse una caja de registro en el punto de conexión entre tal sistema de cables y un sistema de canalización, y entre cada salida y el punto de cambio para instalaciones ocultas sobre aisladores.

***Excepción 1:*** *Cuando los cables salgan o entren del ducto o tubo (conduit) que tengan un soporte o protección contra daño físico, se debe colocar un accesorio al final del ducto o tubo (conduit) para proteger a los cables contra la abrasión.*

***Excepción 2:*** *Como se permite en 336-21 para dispositivos de salida aislados alimentados por cables con cubierta no-metálica.*

***Excepción 3:*** *Donde se usen complementos accesibles para hacer empalmes rectos en cables de cubierta metálica y de aislamiento mineral.*

***Excepción 4:*** *Pueden usarse sin una caja individual dispositivos de alambrado con cubierta integral adecuada para su uso, que tenga abrazaderas que sujeten firmemente el dispositivo a un miembro estructural en la pared o techos de construcciones convencionales armados en obra, para usarse con cables con cubierta no-metálica.*

**NOTA:** Véanse Excepción 2 de 336-18, 545-10; 550-10(j) y Excepción 1 de 551-47(e).

***Excepción 5:*** *Donde se utilicen sistemas de alambrado metálicos prefabricados.*

***Excepción 6:*** *Se permite una caja de paso en vez de una caja de registro cuando se instale de acuerdo con lo indicado en 370-16(c) y 370-28.*

***Excepción 7:*** *Cuando se utilice un dispositivo aprobado e identificado para instalarlo sin caja, en un sistema de distribución en anillo.*

***Excepción 8:*** *Se permite un accesorio adecuado en vez de la caja, cuando sea accesible después de la instalación y cuando los conductores no se empalmen o terminen.*

***Excepción 9:*** *Como se permite en 300-5(e) para empalmes y derivaciones en cables directamente enterrados.*

**c) Accesorios y conectadores.** Los accesorios y conectadores deben emplearse solamente bajo los métodos de alambrado para los cuales han sido diseñados.

**d) Equipo.** Pueden emplearse cajas de empalme o compartimentos de alambrado en salidas, en lugar de cajas de registro, cuando forman parte integral del equipo.

**300-16. Canalización o cables en un alambrado oculto o abierto**

**a) Caja de registro o accesorio.** Se debe usar una caja de registro o accesorio terminal con orificios o boquillas redondeadas para cada conductor, cada vez que se realice un cambio a un alambrado oculto o abierto desde un tubo *(conduit)* metálico, tubo (*conduit*) no-metálico, cable con cubierta no-metálica, cable tipo AC, cable tipo MC o cables con aislamiento mineral (MI), cables con cubierta metálica y alambrado con canalizaciones de superficie. Un dispositivo usado para este propósito no contendrá derivaciones o empalmes y no podrá ser utilizado como dispositivo de salida.

**b) Boquilla.** Se permite usar una boquilla en lugar de una caja o accesorio terminal en el extremo de un tubo *(conduit)*, cuando la canalización termina detrás de un tablero de distribución abierto (sin cubierta) en un equipo de control sin cubierta u otro equipo similar. La boquilla debe ser de tipo aislante.

**300-17. Número y área de la sección transversal de conductores en canalizaciones.** La cantidad y área total de la sección transversal de conductores en cualquier canalización no debe ser mayor que el que permita la disipación del calor y la fácil instalación y retiro de los conductores sin dañar a los mismos o a su aislamiento.

**NOTA:** Véanse las siguientes Secciones de esta NOM: tubo *(conduit*) no-metálico 331-6; tubo *(conduit)* metálico 345-7 y 346-6; tubo *(conduit*) tipo pesado no-metálico, 347-11; tubo *(conduit)* metálico tipo ligero, 348-6; tubo *(conduit)* metálico flexible,350-17; tubo *(conduit*) metálico flexible hermético a líquidos 351-6; tubo *(conduit)* no-metálico flexible hermético a los líquidos 351-25; canalización de superficie, 352-4 y 352-25; ductos bajo piso, 354-5; canalización celular de piso metálico, 356-15; canalizaciones en pisos y lugares de concreto, 358-11; ducto metálico y no-metálico para cables, 362-5; alambres de aparatos eléctricos, 402-7; teatros, 520-5; anuncios, 600-31; elevadores, 620-33; grabación de sonido, 640-3 y 640-4; circuitos clase 1, clase 2 y clase 3, Artículo 725; circuitos de señalización para protección contra incendio, Artículo 760 y cables de fibra óptica, Artículo 770.

**300-18. Instalación de canalizaciones.** Las canalizaciones deben estar completamente instaladas entre salidas o puntos de empalme, antes de instalar los conductores.

***Excepción 1:*** *Canalizaciones accesibles con cubierta removible.*

***Excepción 2:*** *Donde se requiera para facilitar la instalación del equipo.*

***Excepción 3:*** *Ensambles prealambrados de acuerdo con lo indicado en los Artículos 349 y 350.*

**300-19. Soportes de los conductores en canalizaciones verticales**

**a) Separación máxima.** Los conductores en canalizaciones verticales deben tener soportes si la altura excede los valores de la Tabla 300-19 (a). Se debe instalar un soporte de cables en el extremo superior de la canalización vertical o tan cerca de ese extremo como sea posible y, además, soportes en tramos adicionales espaciados según se indica en la Tabla 300-19 (a).

***Excepción:*** *Los cables con armaduras de alambres de acero deben sostenerse en la parte superior del tramo vertical con una sujeción de cable que presione la armadura de acero. Se debe disponer de un dispositivo de seguridad en la parte inferior del tramo vertical para sostener el cable en caso de que éste resbale dentro del soporte que sujeta la armadura. Se permiten soportes adicionales de tipo cuña para aliviar la tensión mecánica en las terminales del equipo producida por la expansión del cable por efecto de la carga.*

**Tabla 300-19(a). Distancia entre los soportes de los conductores**

| Designación del conductor | | Distancia máxima de los soportes (m) | |
|---|---|---|---|
| Tamaño nominal ($mm^2$) | Calibre | Conductor de aluminio | Conductor de cobre |

| | AWG o kcmil | | |
|---|---|---|---|
| 0,8235 a 8,367 | 18 al 8 | -- | 30 |
| 13,30 a 53,48 | 6 al 1/0 | 60 | 30 |
| 67,43 a 107,2 | 2/0 al 4/0 | 55 | 25 |
| Mayor de 107,2 a 177,3 | Mayor de 4/0 al 350 | 40 | 20 |
| Mayor de 177,3 a 253,4 | Mayor de 350 al 500 | 35 | 15 |
| Mayor de 253,4 a 380,0 | Mayor de 500 al 750 | 30 | 10 |
| Mayor de 380,0 | Mayor de 750 | 25 | 10 |

**b) Métodos de soporte.** Debe usarse uno de los siguientes métodos de soporte:

**1)** Por medio de dispositivos de mordaza construidos con cuñas aislantes o empleando cuñas aislantes introducidas en los extremos de los tubos. Cuando la sujeción sobre el aislamiento no soporta adecuadamente el cable, se debe sujetar también al conductor.

**2)** Intercalando cajas provistas de tapas, a intervalos requeridos, en las cuales se deben instalar soportes aislantes sujetos, de manera que resistan el peso de los conductores fijados en ellos, las cajas deben estar provistas de cubiertas.

**3)** Desviando los cables no-menos de 90° en cajas de empalme y llevándolos horizontalmente a una distancia no-menor del doble del diámetro del cable, sujetando los cables con dos o más soportes aislantes y, además, si es necesario usando hilos para amarrarlos al soporte.

Cuando se use este método, los cables deben soportarse a intervalos no-mayores a 20% de los mencionados en la Tabla 300-19 a).

**4)** Mediante un método de igual efectividad.

**300-20. Corrientes eléctricas inducidas en las cubiertas metálicas o en canalizaciones metálicas**

**a) Agrupamiento de conductores.** Cuando se instalen conductores que lleven c.a. en canalizaciones o en envolventes metálicas, dichos conductores deben disponerse de tal manera que no se produzca calentamiento por inducción en los metales que lo rodean. Para minimizar este efecto, todos los conductores de fase, el conductor puesto a tierra y los conductores de puesta a tierra del equipo, cuando se usen, deben ir juntos en la misma canalización.

***Excepción 1:*** *Lo permitido en la excepción de 250-50, para las conexiones de puesta a tierra de equipo.*

***Excepción 2:*** *Lo permitido en 426-42 y 427-47 por calentamiento debido al efecto piel.*

**b) Conductores individuales.** Cuando un solo conductor que transporte c.a. pase a través de un metal con propiedades magnéticas, se debe reducir a un mínimo el efecto inductivo por los medios siguientes:

**1)** Cortando ranuras en el metal entre los orificios individuales a través de los cuales pasen los conductores individuales.

**2)** Pasando todos los conductores del circuito a través de una pared aislante con espacio suficiente para alojar a los mismos.

***Excepción:*** *En el caso de circuitos que alimentan sistemas de alumbrado por descarga eléctrica o vacío, anuncios eléctricos o aparatos de rayos X, las corrientes eléctricas en los conductores son tan pequeñas que el efecto de calentamiento inductivo puede ignorarse cuando dichos conductores se instalen en cubiertas metálicas o atraviesen metal.*

> **NOTA:** Debido a que el aluminio es un material no-magnético no hay calentamiento debido a histéresis, pero sí habrá corriente eléctrica inducida. Esta corriente eléctrica no se considera de suficiente magnitud como para necesitar el agrupamiento de conductores o tratamientos especiales cuando los conductores pasen a través de paredes de aluminio.

**300-21. Propagación de fuego o de productos de combustión.** Las instalaciones eléctricas en espacios huecos, paredes verticales y ductos ventilados o con ventilación forzada, 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 resistentes al fuego, tabiques, pisos o techos, deben protegerse contra el fuego por métodos adecuados, para mantener la resistencia contra fuego.

**300-22. Alambrado en ductos, cámaras de aire y en otros espacios de manejo de aire ambiental.** Las disposiciones de esta sección aplican a la instalación y al uso del alambrado y equipo eléctricos en ductos, cámaras de aire y otros espacios de manejo de aire ambiental.

> **NOTA:** Véase el Artículo 424, Parte F, para los calentadores de ductos.

**a) Ductos para eliminación de polvos, materias en suspensión o vapores.** No se debe instalar ningún sistema de alambrado de cualquier tipo en ductos que se usen para transportar polvos o materia en suspensión, vapores inflamables, como tampoco en cualquier ducto que se use únicamente para eliminación de vapores o ventilación de equipo de cocina de tipo comercial o en cualquier chimenea que contenga solamente tales ductos.

**b) Ductos o cámaras plenas para aire ambiental.** En ductos o cámaras de aire, específicamente para manejar aire ambiental, sólo pueden usarse métodos de cableado que consistan en cables de tipo MI, cable tipo MC con una cubierta metálica impermeable lisa o corrugada sin cubierta no-metálica total, tubo (conduit) metálico tipos ligero, semipesado o pesado y tubo *(conduit)* metálico flexible. Puede usarse tubo *(conduit*) metálico flexible y tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos en longitudes no-mayores de 1,20 m para conectar equipo

físicamente ajustable y dispositivos que se permitan instalar en esos ductos y cámaras de aire. Los conectadores utilizados en tubo *(conduit)* metálico flexible deben cerrar herméticamente cualquier abertura en la conexión. Se permite instalar equipo y dispositivos en tales ductos o cámaras de aire, sólo si son necesarios para efectuar su función en el aire contenido o para efectuar mediciones en él.

En caso de que se instale equipo o dispositivos, y sea necesaria su iluminación para facilitar el mantenimiento y las reparaciones, se deben utilizar luminarias del tipo hermético.

**c) Otros espacios usados para aire ambiental.** La Sección 300-22(c) aplica para espacios usados para propósitos de manejo de aire ambiental diferente de ductos y cámaras de aire especificados en 300-22 (a) y 300-22(b). Para el alambrado de sistemas instalados en otros espacios para aire ambiental deben utilizarse únicamente cables tipo MI, cables tipo MC sin cubierta no-metálica y cable tipo AC y otros sistemas montados en fábrica de cables de control multiconductores o cables de potencia que estén específicamente designados para el uso.

Otros tipos de cables y conductores deben instalarse en tubo *(conduit)* metálico tipos ligero, semipesado o pesado, tubo *(conduit)* metálico flexible o cuando sean accesibles, canalizaciones con cubierta metálica o para soportar cables en charolas metálicas de fondo sólido con cubiertas sólidas de metal.

El equipo eléctrico con envolvente metálica o con cubierta no-metálica aprobada y listada para su uso y que tenga adecuada resistencia contra el fuego y características de baja emisión de humo, y materiales de alambrado adecuados para la temperatura ambiental, se puede instalar en otros espacios instalados para aire ambiental a menos que lo prohíba expresamente en alguna parte esta NOM.

**NOTA:** El espacio sobre un techo suspendido usado para aire ambiental es un ejemplo de otro tipo de espacios donde aplica 300-22(c).

***Excepción 1:*** *Tubo (conduit) metálico flexible hermético en longitudes que no excedan 1,80 m.*

***Excepción 2:*** *Sistemas de ventilación integrales, adecuados para tal uso.*

***Excepción 3:*** *Este Artículo no incluye áreas habitables o áreas de inmuebles cuyo propósito primordial no sea la circulación de aire ambiental.*

***Excepción 4:*** *Se permiten sistemas prefabricados de cables de sistemas de alambrado metálico sin cubierta no-metálica cuando estén aprobados y listados para dicho uso.*

***Excepción 5:*** *Este Artículo no incluye los espacios entre las vigas en unidades de vivienda cuando el alambrado o equipo pasa a través de estos espacios perpendicularmente a la mayor dimensión de éstos.*

**d) Sistemas de procesamiento de datos.** Las instalaciones eléctricas que se usen para sistemas de procesamiento de datos que estén colocadas en áreas de circulación de aire situadas entre pisos falsos, deben cumplir con lo indicado en el Artículo 645.

**300-23. Paneles diseñados para permitir el acceso.** Los cables, canalizaciones y equipo instalados detrás de los paneles diseñados para permitir el acceso, incluyendo los suspendidos del techo, deben fijarse de tal forma que permitan retirarlos para accesar al equipo.

**B. Requisitos para tensiones eléctricas nominales mayores a 600 V**

**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 sistemas diferentes.** Los conductores de sistemas de 600 V o menos no ocuparán la misma canalización, cable, caja o envolvente de alambrado con conductores de sistemas superiores a 600 V nominales.

***Excepción 1:*** *En motores, tableros, conjuntos de control y equipo similar.*

***Excepción 2:*** *En pozos de registro, si los conductores de cada sistema están permanente y efectivamente separados de los conductores de otros sistemas, y sujetos en forma segura a aisladores, estructuras u otros soportes aprobados.*

**300-34. Radios de curvatura para conductores.** Los conductores no deben doblarse con radios menores de 8 veces el diámetro exterior de los conductores sin pantalla o 12 veces el diámetro de conductores con pantalla o con cubierta de plomo durante o después de ser instalados. Para cables multiconductores con cubierta común o cables monoconductores con pantalla individual multiplexados, el radio mínimo de curvatura es doce veces el diámetro de un conductor con pantalla individual, o siete veces el diámetro total del cable, lo que sea mayor.

**300-35. Protección contra calentamiento por inducción.** Los conductores metálicos y los conductores relacionados deben colocarse de tal manera que eviten el calentamiento de la canalización por inducción, de acuerdo con lo especificado en 300-20.

**300-36. Puesta a tierra.** El alambrado y las instalaciones de los equipos deben ponerse a tierra de acuerdo con los requisitos aplicables del Artículo 250.

**300-37. Instalaciones subterráneas.** Los requerimientos mínimos deben estar de acuerdo con lo indicado en 710-4(b).

## ARTÍCULO 305 - INSTALACIONES PROVISIONALES

**305-1. Alcance.** Las disposiciones de este Artículo se aplican a los métodos de alambrado provisional para fuerza y alumbrado eléctrico, los cuales pueden tener menores requerimientos que los que se exigen para instalaciones permanentes.

**305-2. Todas las instalaciones**

**a) Otros Artículos.** Excepto como se modifica específicamente en este Artículo, todos los demás requisitos de esta NOM para alambrado permanente se deben aplicar a las instalaciones de alambrado provisional.

**b) Aprobación.** Los métodos de alambrado temporal se aceptan solamente si están aprobados basándose en las condiciones de uso y de cualquier requisito especial de la instalación temporal.

**305-3. Limitaciones de tiempo**

**a) Durante el periodo de construcción.** Se permiten las instalaciones provisionales de fuerza y alumbrado durante los periodos de construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición en inmuebles, estructuras, equipo o actividades similares.

**b) Noventa días.** Se pueden utilizar las instalaciones provisionales de fuerza y alumbrado durante un tiempo no-mayor a noventa días para alumbrado decorativo de Navidad, carnavales, fiestas y propósitos similares.

**c) Emergencias y pruebas.** Se pueden utilizar las instalaciones provisionales de fuerza y alumbrado durante emergencias y para pruebas, experimentos y trabajos en desarrollo.

**d) Remoción.** Las instalaciones provisionales deben removerse inmediatamente después de terminada la construcción o el fin para el cual el alambrado fue instalado.

**305-4. Disposiciones generales**

**a) Acometidas.** Deben instalarse de conformidad con el Artículo 230.

**b) Alimentadores.** Los alimentadores deben protegerse como está indicado en el Artículo 240. Se deben originar en un centro de distribución aprobado. Los conductores pueden formar parte de un cordón flexible multiconductor o de conjuntos de cables de un tipo indicado en la Tabla 400-4 para uso rudo o extra-rudo.

***Excepción:*** *Cuando se instalen para los propósitos especificados en 305-3(c).*

**c) Circuitos derivados.** Todos los circuitos derivados deben originarse en un panel de alumbrado y control o salida de fuerza aprobados. Los conductores deben formar parte de un cordón flexible multiconductor o conjunto de cables de un tipo indicado en la Tabla 400-4 para uso rudo o extra-rudo. Todos los conductores deben estar protegidos como se indica en el Artículo 240.

***Excepción:*** *Cuando se instalen para los propósitos especificados en 305-3(c).*

**d) Receptáculos.** Todos los receptáculos deben ser del tipo con conexión de puesta a tierra. A menos que estén instalados en una canalización metálica, continua, puesta a tierra o en cables con cubierta metálica, todos los circuitos derivados deben tener un conductor separado de puesta a tierra del equipo, y todos los receptáculos deben estar eléctricamente conectados a los conductores de puesta a tierra del equipo.

Los receptáculos en los lugares de construcción no deben instalarse en circuitos derivados que alimenten alumbrado temporal. Los receptáculos no deben conectarse al mismo conductor de fase de circuitos multiconductores que alimentan al alumbrado temporal.

**e) Medios de desconexión.** Deben instalarse medios de desconexión o *conectador*es enchufables adecuados que permitan la desconexión de todos los conductores de fase de cada circuito provisional. Los circuitos derivados multiconductores deben tener un medio de desconexión simultáneo, para todos los conductores de fase, en la salida de fuerza o panel de alumbrado y control donde se origina el circuito derivado.

**f) Protección de lámparas.** Todas las lámparas para iluminación temporal deben estar protegidas contra contactos accidentales o roturas por medio de un dispositivo o portalámparas con guardas de seguridad.

No deben usarse bases con cubiertas de bronce, de cartón o portalámparas con cajas metálicas, a menos que las cubiertas estén puestas a tierra.

**g) Empalmes.** En los sitios en construcción no se requiere una caja para empalmes o conexiones de derivación, cuando los conductores del circuito sean de un cordón multiconductor o de conjuntos de cables o conductores visibles. Véanse 110-14(b) y 400-9. Debe usarse una caja de registro o dispositivo terminal con orificios emboquillados separados para cada conductor, siempre que se realice un cambio a un sistema de tubos o a un sistema de cable con cubierta metálica.

**h) Protección contra daños accidentales.** Los cables y cordones flexibles deben estar protegidos contra daños accidentales. Deben evitarse las esquinas agudas y las salientes. Cuando se pase a través de puertas u otros puntos críticos, debe proporcionarse una protección adecuada para evitar daños.

**i) Terminales en los dispositivos.** Los cables que entren en envolventes que contengan dispositivos que requieran terminales, se deben sujetar a la caja con herrajes diseñados para ese uso.

**305-5. Puesta a tierra.** Todas las conexiones de puesta a tierra deben cumplir con lo establecido en el Artículo 250.

**305-6. Protección de falla a tierra para seguridad del personal.** Debe proporcionarse protección de falla a tierra para seguridad del personal en sitios de construcción con alambrado provisional para cumplir con los requisitos (a) o (b) abajo indicados. Esta Sección se aplica únicamente a las instalaciones provisionales, utilizadas para suministrar temporalmente energía a equipo utilizado por personal durante la construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición de edificios, estructuras, equipo o actividades similares.

**a) Interruptores de circuito falla a tierra (ICFT).** Todas las salidas de receptáculos de 120 o 127 V, de una fase, de 15 a 20 A, que no sean una parte del alambrado permanente del edificio o inmueble, y que sean usadas por el personal, deben tener interruptor de circuito por falla a tierra. Si un receptáculo o receptáculos ya instalados como parte del alambrado permanente, se emplean para suministrar energía al alambrado provisional, deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra. Para los propósitos de esta Sección se permiten las instalaciones de cables que incorporen cortacircuitos por falla a tierra para la protección de las personas.

***Excepción 1:*** *Los receptáculos de dos hilos, una fase, de un generador portátil o montado en un vehículo, con una capacidad de no-más de 5 kW, siempre y cuando los conductores del circuito del generador estén aislados de la carcasa del generador y de todas las demás superficies puestas a tierra.*

***Excepción 2:*** *Solamente en establecimientos industriales en donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que personal calificado está involucrado, se permite utilizar conductores de puesta a tierra como se especifica en 305-6 (b)*

**b) Programa de garantía de conexión de conductores de puesta a tierra.** Se permite que otros receptáculos no cubiertos en a) tengan un interruptor de circuito por falla a tierra o debe ponerse en operación un procedimiento escrito en el sitio de la construcción, y debe aplicarse por una o varias personas designadas, para asegurar que las conexiones de puesta a tierra para todos los grupos de cordones y receptáculos que no son parte del alambrado permanente del edificio o inmueble y del equipo conectado por medio de un cordón con clavija, sean instalados y mantenidos, de acuerdo con los requisitos aplicables en 210-7(c), 250-45, 250-59 y 305-4(d).

**1)** Deben realizarse las siguientes pruebas en todos los grupos de cordones, receptáculos que no son parte del alambrado permanente y equipo conectado con cordón con clavija que requiera ser puesto a tierra.

**a.** Debe probarse continuidad a todos los conductores de puesta a tierra; deben ser eléctricamente continuos.

**b.** Debe probarse la conexión correcta del conductor de puesta a tierra en cada receptáculo y clavija correspondiente. El conductor de puesta a tierra debe estar conectado a su terminal apropiada.

**c.** Deben llevarse a cabo todas las pruebas requeridas en las siguientes condiciones:

**1.** Antes de usarse por primera vez en el sitio de la construcción.

**2.** Cuando haya evidencia de daño.

**3.** Antes de que el equipo vuelva a ser puesto en servicio, después de cualquier reparación.

**4.** En intervalos que no excedan tres meses.

**2)** Deben registrarse y estar disponibles para la autoridad competente las pruebas requeridas en (1), anteriormente mencionado.

**305-7. Guardas de protección.** Para instalaciones provisionales con tensión eléctrica nominal mayor de 600 V, deben utilizarse cercas adecuadas, barreras u otros métodos efectivos para evitar el acceso de personal no-autorizado.

## ARTÍCULO 310 - CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL

**310-1. Alcance.** Este Artículo cubre los requisitos generales de los conductores y de sus denominaciones de tipo, aislamiento, marcado, etiquetas, resistencia mecánica, capacidad de conducción de corriente y usos. Estos requisitos no se aplican a los conductores que forman parte integrante de equipo como motores, controladores de motores y similares ni a los conductores específicamente tratados en otras partes de esta NOM.

**NOTA:** Para cables flexibles, véase el Artículo 400. Para los cables de aparatos, véase el Artículo 402.

**310-2. Conductores**

**a) Aislados.** Los conductores deben estar aislados.

***Excepción:*** *Cuando se permiten específicamente en algún lugar de esta NOM conductores con cubierta o desnudos.*

**NOTA:** Para el aislamiento de los conductores neutros de un sistema de alta tensión eléctrica sólidamente puesto a tierra, véase 250-152.

**b) Material de los conductores.** Si no se especifica otra cosa, los conductores a los que se refiere este Artículo deben ser de cobre o de aluminio. Cuando se especifiquen conductores de aluminio o aleaciones de aluminio, el tamaño nominal mínimo debe ser 13,3 $mm^2$ (6 AWG)

**310-3. Conductores cableados.** Los conductores de tamaño nominal 8,367 $mm^2$ (8 AWG) y mayores deben ser cableados, cuando van instalados en canalizaciones.

***Excepción:*** *Como se permite o se requiere en esta NOM.*

**310-4. Conductores en paralelo.** Los conductores cobre o de aluminio de tamaño nominal 53,48 $mm^2$ (1/0 AWG) y mayores, que sean los conductores de fase, el neutro o el conductor puesto a tierra de un circuito, pueden ir conectados en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos para formar un solo conductor).

***Excepción 1:*** *Lo que se permite en 620-12(a)(1).*

***Excepción 2:*** *Se permite instalar en paralelo conductores de tamaño nominal menor a 53,48 $mm^2$ (1/0 AWG) para alimentar instrumentos de medición, contactores, relés, solenoides y otros dispositivos similares de control, siempre que: (a) estén contenidos en el mismo ducto o cable; (b) la capacidad de conducción de corriente de cada conductor por separado sea suficiente para transportar toda la corriente eléctrica que transportan los conductores en paralelo, y (c) el dispositivo de sobrecorriente sea tal que no supere la capacidad de conducción de corriente de cada conductor si uno o más de los conductores en paralelo se desconectaran accidentalmente.*

***Excepción 3:*** *Se permite instalar en paralelo conductores de tamaño nominal menor a 53,48 $mm^2$ (1/0 AWG) para frecuencias de 360 Hz y mayores, cuando se cumplan las condiciones (a), (b) y (c) de la Excepción 2.*

***Excepción 4:*** *Se permite instalar en paralelo conductores neutros puestos a tierra de tamaño nominal 33,62 $mm^2$ (2 AWG) y mayores, en las instalaciones ya existentes.*

**NOTA:** Lo indicado en la Excepción 4 se puede aprovechar para disminuir el calentamiento de los conductores con corrientes eléctricas con un alto contenido de armónicos de tercer orden neutros en instalaciones existentes.

Los conductores en paralelo de fase, neutro o puestos a tierra en cada circuito, deben ser:

**1)** De la misma longitud.
**2)** Del mismo material conductor.
**3)** Del mismo tamaño nominal.
**4)** Con el mismo tipo de aislamiento.
**5)** Con terminales de las mismas características.

Cuando los conductores se instalen en cables o en canalizaciones distintas, los cables y canalizaciones deben tener las mismas características físicas.

**NOTA:** Eligiendo apropiadamente los materiales, forma de construcción y orientación de los conductores, se pueden minimizar las diferencias de reactancia inductiva y la división desigual de corriente eléctrica. Para conseguir ese equilibrio, no es necesario que los conductores de una fase, neutros o puestos a tierra sean los mismos que los de la otra fase, neutros o puestos a tierra para obtener el balance.

Cuando los conductores de puesta a tierra están formados con conductores en paralelo, deben cumplir los requisitos de esta Sección, excepto que deberán tener el tamaño nominal que se indica en 250-95.

Cuando se utilicen conductores en paralelo, se debe tener en cuenta el espacio en las envolventes (véanse los Artículos 370 y 373).

Los conductores instalados en paralelo deben cumplir lo establecido en el Artículo 310, Nota 8(a), Notas a las Tablas de la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V.

**310-5. Tamaño nominal mínimo de los conductores.** En la Tabla 310-5 se indica el tamaño nominal mínimo de los conductores permitido por esta NOM.

***Excepción 1:*** *Para los cables flexibles, como se permite en 400-12.*

***Excepción 2:*** *Para los cables de aparatos, como se permite en 410-24.*

***Excepción 3:*** *Para los cables de motores de 746 W (1 CP) o menos, como se permite en 430-22(b).*

***Excepción 4:*** *Para los cables de grúas y polipastos, como se permite en 610-14.*

***Excepción 5:*** *Para los cables de los circuitos de control y señalización de los elevadores, como se permite en 620-12.*

***Excepción 6:*** *Para los cables de los circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 como se permite en 725-27 y 725-51.*

***Excepción 7:*** *Para los cables de circuitos de alarma contra incendios, como se permite en 760-27, 760-51 y 760-71.*

***Excepción 8:*** *Para los cables de los circuitos de control de motores, como se permite en 430-72.*

**Tabla 310- 5. Tamaño nominal mínimo de los conductores**

| Tensión eléctrica nominal del conductor (V) | Tamaño nominal mínimo del conductor | |
|---|---|---|
| | $mm^2$ (AWG) | **Material** |
| De 0 a 2000 | 2,082 (14) | Cobre |
| | 13,3 (6) | Aluminio |
| De 2001 a 5000 | 8,367 (8) | Cobre |
| | 13,3 (6) | Aluminio |
| De 5001 a 8000 | 13,3 (6) | Cu o Al |
| De 8001 a 15000 | 33,62 (2) | Cu o Al |
| De 15001 a 25000 | 42,41 (1) | Cu o Al |
| De 28001 a 35000 | 53,48 (1/0) | Cu o Al |

**310-6. Blindaje.** Los conductores aislados con dieléctrico sólido en instalaciones permanentes que operen a más de 2000 V, deben tener un aislamiento resistente al ozono y estar blindados. Todos los blindajes metálicos de aislamiento se deben poner a tierra por un método eficaz que cumpla los requisitos indicados en 250-51. El blindaje debe servir para el propósito de confinar los esfuerzos de la tensión eléctrica en el aislamiento.

***Excepción:*** *Se permite usar conductores aislados no-blindados aprobados, en instalaciones hasta de 8000 V, con las siguientes condiciones:*

**a.** Los conductores deben tener un aislamiento resistente a las descargas eléctricas y a las corrientes eléctricas parásitas superficiales o, si están aislados, deben estar recubiertos de un material resistente al ozono, a las descargas eléctricas y a las corrientes parásitas superficiales.

***b.*** *Cuando se usen en lugares mojados, los conductores aislados deben tener una cubierta no-metálica que los cubra totalmente o una cubierta metálica continua.*

***c.*** *Cuando los conductores aislados operen entre 5001 y 8000 V deben llevar un recubrimiento no-metálico sobre el aislamiento. El aislamiento debe tener una capacidad inductiva específica no-mayor a 3,6 y el recubrimiento una capacidad inductiva específica no-menor a 6 y no-mayor a 10.*

***d.*** *El espesor del aislamiento y del recubrimiento deben cumplir con lo indicado en la norma de producto correspondiente.*

**310-7. Conductores directamente enterrados.** Los conductores que vayan directamente enterrados deben ser de un tipo aprobado e identificado para ese uso.

Los cables de más de 2000 V nominales deben estar blindados.

***Excepción:*** *Se permite usar cables multiconductores no blindados entre 2001 y 5000 V si el cable tiene una armadura cubierta metálica a todo lo largo.*

El blindaje, cubierta o armadura metálica debe estar puesto a tierra por un método eficaz que cumpla los requisitos indicados en 250-51.

**NOTA 1:** Para requisitos de instalación de los conductores de 600 V o menos, véase 300-5.

**NOTA 2:** Para requisitos de instalación de conductores de más de 600 V, véase 710-4(b).

**310-8. En lugares mojados**

**a) Conductores aislados.** Los conductores aislados que se utilicen en lugares mojados deben ser: (1) recubiertos con plomo; (2) de los tipos RHW, TW, THW, THW-LS, THHW, THHW-LS, THWN o XHHW o (3) de un tipo aprobado y listado para uso en lugares mojados.

**b) Cables.** Los cables de uno o más conductores utilizados en lugares mojados deben ser de un tipo aprobado y listado para su uso en lugares mojados.

Los conductores que se utilicen enterrados directamente deben ser de un tipo aprobado y listado para dicho uso.

**310-9. Condiciones corrosivas.** Los conductores expuestos a aceites, grasas, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que tengan un efecto corrosivo sobre el conductor o el aislamiento, deben ser de un tipo adecuado para esa aplicación.

**310-10. Límites de temperatura de los conductores.** Ningún conductor se debe utilizar de modo que su temperatura de funcionamiento supere la del diseño para el tipo de conductor aislado al que pertenezca. En ningún caso se deben unir los conductores de modo que se supere el límite de temperatura de cualquier conductor con respecto al tipo de circuito, método de alambrado aplicado o número de conductores.

**NOTA:** La temperatura nominal de un conductor (véanse las Tablas 310-13 y 310-61) es la temperatura máxima, en cualquier punto de su longitud, que puede soportar durante un periodo prolongado de tiempo sin que se produzca una fuerte degradación. Las tablas de capacidad de conducción de corriente del Artículo 310 indican la corriente eléctrica máxima permitida para los conductores en los diversos tipos de aislamiento, así como los factores de corrección al final de estas tablas y las notas a las mismas y ofrecen orientación para coordinar el tipo, tamaño nominal, capacidad de conducción de corriente, temperatura ambiente y número de conductores en una instalación.

Los principales determinantes de la temperatura de operación de los conductores son:

**1)** La 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 paso de la corriente eléctrica, incluidas las corrientes fundamentales y sus armónicas.

**3)** El factor de disipación del calor generado al medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores puede afectar ese factor de disipación.

**4)** Conductores adyacentes que transportan carga. Los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente y de impedir la disipación de calor.

**310-11 Marcado**

**a) Información necesaria.** Todos los conductores y cables deben ir marcados con la información necesaria siguiente, según el método de marcado aplicable entre los que se describen en el siguiente apartado (b) y de acuerdo con las normas nacionales de producto y de marcado existentes:

**1)** La tensión eléctrica nominal máxima que soporta el conductor.

**2)** La letra o letras que indican el tipo de hilos o cables, tal como se especifica en otro lugar de esta NOM.

**3)** El nombre del fabricante, marca comercial u otra marca que permita identificar fácilmente a la organización responsable del producto.

**4)** El tamaño nominal en $mm^2$ (AWG o kcmil)

**b) Métodos de marcado**

**1) Marcado en la superficie.** Los siguientes conductores y cables se deben marcar en su superficie de modo indeleble. El tamaño nominal se debe repetir a intervalos no-mayores a 60 cm. Todas las demás marcas deben repetirse a intervalos no-mayores a 1 m.

**a.** Cables y alambres de uno o varios conductores, con aislamiento de hule o termoplástico.
**b.** Cables con recubrimiento no-metálico.
**c.** Cables de entrada de acometida.
**d.** Cables subterráneos de circuitos alimentadores y derivados.
**e.** Cables para usarse en soportes tipo charola para cables.
**f.** Cables para riego.
**g.** Cables de energía limitada para su uso en soportes tipo charola para cables.
**h.** Cables de instrumentos para uso en soportes tipo charola para cables.

**2) Cinta de marcar.** Para marcar los cables multiconductores con recubrimiento metálico se debe emplear una cinta de marcar situada dentro del cable y a todo lo largo del mismo.

***Excepción 1:*** *Los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.*

***Excepción 2:*** *Los cables tipo AC.*

***Excepción 3:*** *Se permite que la información requerida en 310-11(a) se marque de modo indeleble en el recubrimiento externo no-metálico de los cables tipos MC, ITC o PLTC, a intervalos no-mayores a 1 m.*

**NOTA:** Los cables con recubrimiento metálico son del tipo AC (Artículo 333), tipo MC (Artículo 334) y cables con cubierta de plomo.

**3) Marcado mediante etiquetas.** En el empaque de todos los cables y conductores se deben marcar mediante una etiqueta impresa sujeta al rollo, bobina o caja del cable, conforme con las normas de producto correspondientes.

**4) Indicación opcional del tamaño nominal del cable.** Se permite que la información exigida en el párrafo anterior (a)(4) esté marcada en la superficie de cada conductor aislado de los siguientes cables multiconductores:

**a.** Cables de tipo MC.
**b.** Cables para uso en soportes tipo charola.
**c.** Cables para equipo de riego.
**d.** Cables de potencia limitada para uso en soportes tipo charola.
**e.** Cables de sistemas de alarma contra incendios.
**f.** Cables de instrumentos para uso en soportes tipo charola.

**c)** Sufijos que indican el número de conductores. Una letra o letras solas indican un solo conductor aislado. Las siguientes letras utilizadas como sufijo indican lo que se expresa en cada una:

**D:** Dos conductores aislados en paralelo, dentro de un recubrimiento exterior no-metálico.

**M:** Conjunto de dos o más conductores aislados y cableados en espiral, dentro de un recubrimiento exterior no-metálico.

**d) Marcas opcionales**. Se permite que los conductores de los tipos aprobados indicados en las Tablas 310-13 y 310-61 lleven en su superficie marcas que indiquen características especiales o el material de los cables.

**NOTA:** Ejemplos de estas marcas son, entre otros, la "LS" (no-propagador de incendios y baja emisión de humos) o "resistente a la luz solar".

**310-12. Identificación de los conductores**

**a) Conductores puestos a tierra.** Los conductores aislados, de tamaño nominal de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) o más pequeños, diseñados para usarse como conductores puestos a tierra en circuitos, deben tener una identificación exterior de color blanco o gris claro. Los cables multiconductores planos de tamaño nominal de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayores pueden llevar un borde exterior sobre el conductor puesto a tierra.

***Excepción 1:*** *Los cables de aparatos eléctricos, como se indica en el Artículo 402.*

***Excepción 2:*** *Los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral.*

***Excepción 3:*** *Un conductor de circuitos derivados identificado como se establece en 210-5(a).*

***Excepción 4:*** *Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de una instalación aseguren que sólo interviene en ella personal calificado, se permite que los conductores puestos a tierra de los cables multiconductores se identifiquen permanentemente en sus terminales en el momento de la instalación, mediante una marca clara de color blanco u otro medio igualmente eficaz.*

En los cables aéreos, la identificación debe ser como se indica o por medio de un borde situado en el exterior del cable, lo cual permita identificarlo.

Se considera que los cables con recubrimiento exterior de color blanco o gris claro, pero con marca de color en el blindaje para identificar al fabricante, cumplen lo establecido en esta sección.

> **NOTA:** Para los requisitos de identificación de conductores mayores de 13,30 $mm^2$ (6 AWG), véase 200-6.

**b) Conductores de puesta a tierra.** Se permite instalar conductores de puesta a tierra desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra, cubiertos o aislados individualmente, deben tener un acabado exterior continuo verde o verde con una o más franjas amarillas.

***Excepción 1:*** *Se permite identificar permanentemente en el momento de la instalación a un conductor aislado o cubierto de tamaño mayor a 13,30 $mm^2$ (6 AWG) como conductor de puesta a tierra en sus dos extremos y en todos los puntos en los que el conductor esté accesible. La identificación se debe hacer por uno de los métodos siguientes:*

> ***a****. Quitando el aislamiento o cubierta del conductor en toda la parte expuesta.*
>
> ***b.*** *Pintando de verde el aislamiento o cubierta en toda la parte expuesta.*
>
> ***c.*** *Marcando la parte expuesta del aislamiento o cubierta con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.*

***Excepción 2:*** *Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión de una instalación aseguren que solo tienen acceso a la misma personal calificado, se permite identificar permanentemente un conductor aislado en un cable multiconductor que se identifique como conductor de puesta a tierra en cada extremo y en todos los puntos en que el conductor esté accesible, en el momento de la instalación, por uno de los métodos siguientes:*

> ***a.*** *Quitando el aislamiento o cubierta del conductor en toda la parte expuesta.*
>
> ***b.*** *Pintando de verde el aislamiento o cubierta en toda la parte expuesta.*
>
> ***c.*** *Marcando la parte expuesta del aislamiento o la cubierta con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.*

**c) Conductores de fase.** Los conductores que estén diseñados para usarlos como conductores de fase, si se usan conductores sencillos o en cables multiconductores, deben estar acabados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y los de puesta a tierra. Los conductores de fase se deben distinguir por colores distintos al blanco, gris claro o verde o por cualquier combinación de colores y sus correspondientes marcas. Estas marcas deben ir también en un color que no sea blanco, gris claro o verde, y deben consistir en una franja o franjas iguales, que se repitan periódicamente. Estas marcas no deben interferir en modo alguno con las marcas superficiales que se exigen en 310-11(b)(1).

***Excepción:*** *Lo que se permite en 200-7.*

**310-13. Construcción y aplicaciones de los conductores.** Los conductores aislados deben cumplir las disposiciones aplicables de una o más de las siguientes Tablas: 310-13, 310-61, 310-62, 310-63 y 310-64.

Se permite el uso de estos conductores en cualquiera de los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3 y como se especifica en sus respectivas tablas.

> **NOTA:** Los aislamientos termoplásticos se pueden poner rígidos a temperaturas menores a -10 °C. A temperatura normal, los termoplásticos también se pueden deformar si están sometidos a presión, como por ejemplo, en los puntos de apoyo. Si se utilizan aislantes termoplásticos en circuitos de c.c. en lugares mojados, se puede producir electroendósmosis entre el conductor y el aislante.

**Tabla 310 13. Conductores - Aislamientos y usos**

| Nombre genérico | Tipo | Temp. máxima de opera-ción °C | Usos permitidos | Tipo de aislamiento | Tamaño nominal | | Espesor nominal de aislamiento mm | Cubierta exterior |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $mm^2$ | AWG-kcmil | | |
| Etileno Propileno Fluorado | FEP<br>o<br>FEPB | 90<br><br>200 | Lugares secos o húmedos<br><br>Lugares secos Aplicaciones especiales | Etileno Propileno Fluorado<br><br>Etileno Propileno Fluorado | 2,082 -5,260<br>8,367-33,620 | (14 - 10)<br>(8 - 2) | 0,51<br>0,76 | Ninguna |
| | | | | | 2,082-8,367 | (14 - 8) | 0,36 | Malla de fibra de vidrio |
| | | | | | 13,300-33,620 | (6 – 2) | 0,36 | Malla de material adecuado |
| Termoplástico resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propaga-ción de la flama | MTW | 60<br><br><br><br><br><br>90 | Alambrado de máquinas herramienta en lugares mojados (véase Art. 670)<br><br>Alambrado de máquinas herramienta en lugares secos (véase el Artículo 670) | Termoplástico resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propagación de la flama | 0,32 - 3,307<br><br>5,26<br><br>8,367<br>13,30<br><br>21,15 - 33, 62<br><br>42,41 -107,2<br>126,7 -253,4<br>304,0 -506,7 | (22 -12)<br><br>(10)<br><br>(8)<br>(6)<br><br>(4 -2)<br><br>(1 - 4/0)<br>(250 -500)<br>(600 -1000) | (A) (B)<br>0,76 0,38<br><br>0,76 0,51<br><br>1,14 0,76<br>1,52 0,76<br><br>1,52 1,02<br><br>2,03 1,27<br>2,41 1,52<br>2,79 1,78 | (A) Ninguna (B) Cubierta de nylon o equivalente |
| Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor | RHH | 90 | Lugares secos o húmedos | Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y a la flama | 2,082 -5,26<br>8,367 -33,62<br>42,41 -107,2<br>126,7 -253,4<br>304,0 -506,7<br>633,3-1013,6 | (14 -10)<br>(8 -2)<br>(1 - 4/0)<br>(250 -500)<br>(600 -1000)<br>(1250-2000) | 1,14<br>1,52<br>2,03<br>2,41<br>2,79<br>3,18 | Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propa-gación de la flama |
| Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor | RHW | 75 | Lugares secos o mojados | Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor, a la humedad y a la flama | 2,082 -5,26<br>8,367 -33,62<br>42,41 -107,2<br>126,7 -253,4<br>304,0 -506,7<br>633,3-1013,6 | (14 -10)<br>(8 -2)<br>(1 - 4/0)<br>(250 -500)<br>(600 -1000)<br>(1250-2000) | 1,14<br>1,52<br>2,03<br>2,41<br>2,79<br>3,18 | Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propa-gación de la flama |
| Silicón – FV | SF | 150<br><br>200 | Lugares secos y húmedos<br>En aplicaciones donde existan condiciones de alta temperatura | Hule Silicón | 0,8235 –3,307<br><br>8,367 –33,62<br><br>42,41 –107,2 | 18 –12<br><br>8 –2<br><br>1 - 4/0 | 0,762<br><br>1,524<br><br>2,032 | Malla de fibra de vidrio o material equivalente |
| Polímero sintético resistente al calor | SIS | 90 | Alambrado de tableros de distribución | Polímero sintético de cadena cruzada resistente al calor | 2,082 –5,260<br><br>8,367 | 14 –10<br><br>8 | 0,76<br><br>1,14 | Ninguna |
| Termoplástico para tableros. | TT | 75 | Alambrado de tableros de distribución | Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendio y de emisión reducida de humos y gas ácido | 0,5191 –3,307 | 20 -12 | 0,76 | Ninguna |
| Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio | TW | 60 | Lugares secos y mojados | Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio | 2,082-5,260<br><br>13,30 –33,62<br><br>8,367 | 14 -10<br><br>8<br><br>6 -2 | 0,76<br><br>1,14<br><br>1,52 | Ninguna |
| Cable plano termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio. | TWD | 60 | Lugares secos y mojados | Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio | 0,519 -1,307<br><br>2,082 -5,260 | 20 –16<br><br>14 -10 | 0,64<br><br>0,9 | Ninguna |
| Nombre genérico | Tipo | Temp. máxima de opera-ción °C | Usos permitidos | Tipo de aislamiento | Tamaño nominal | | Espesor nominal de aislamiento mm | Cubierta exterior |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio | THW | 75<br>90 | Lugares secos y mojados<br>Aplicaciones especiales dentro de equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Restringido a 1000 V o menos en circuito abierto y a tamaños nominales de 2,082 a 8,367 $mm^2$ (14-8 AWG) | Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio | 2,082 -5,26<br>8,367<br>13,30 -33,62<br>42,41 -107,2<br>126,7 -253,4<br>304,0 -506,7 | 14 -10<br>8<br>6 -2<br>1 - 4/0<br>250- 00<br>600 -1000 | 0,76<br>1,14<br>1,52<br>2,03<br>2,41<br>2,79 | Ninguna |
| Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propaga-ción de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido | THW – LS | 75 | Lugares secos y mojados. Aplicaciones especiales dentro de equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Restringido a 1000V o menos en circuito y áreas de las secciones transversales de 2082 a 8367 mm2 (14-08) | Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido. | 2,082-5,260<br>8,367<br>13,30-33,62<br>42,41-107,2<br>126,7-253,4<br>304,0-506,7 | (14 -10)<br>(8)<br>(6 -2)<br>(1 - 4/0)<br>(250 -500)<br>(600 -1000) | 0,76<br>1,14<br>1,52<br>2,03<br>2,41<br>2,79 | Ninguna |
| | THHW | 75<br>90 | Lugares secos y mojados.<br>Lugares secos | Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios. | 2,082-5,260<br>8,367<br>13,30 -33,62<br>42,41-107,2<br>126,7-253,4<br>304,0-506,7 | (14 -10)<br>(8)<br>(6 -2)<br>(1 - 4/0)<br>(250 -500)<br>(600 -1000) | 0,76<br>1,14<br>1,52<br>2,03<br>2,41<br>2,79 | |
| Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido | THHW-LS | 75<br>90 | Lugares mojados.<br>Lugares secos | Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido | 2,082 -5,260<br>8,367<br>13,30 -33,62<br>42,41 -107,2<br>126,7 -253,4<br>304,0 -506,7 | (14 -10)<br>(8)<br>(6 -2)<br>(1 - 4/0)<br>(250 -500)<br>(600 -1000) | 0,76<br>1,14<br>1,52<br>2,03<br>2,41<br>2,79 | Ninguna |
| Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama | THWN | 75 | Lugares secos y mojados | Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama | 2,082 -3,307<br>5,26<br>8,367 -13,30<br>21,15 -33,62<br>42,41 -107,2<br>126,7 -253,4<br>304,0 -506,7 | (14 -12)<br>(10)<br>(8 - 6)<br>(4 -2)<br>(1 - 4/0)<br>(250 –500)<br>(600 –1000) | 0,38<br>0,51<br>0,76<br>1,02<br>1,27<br>1,52<br>1,78 | Cubierta de nylon o equivalente |
| Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama | THHN | 90 | Lugares secos | Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama. | 2,082 -3,307<br>5,26<br>8,367 -13,30<br>21,15 -33,62<br>42,41 -107,2<br>126,7 -253,4<br>304,0 -506,7 | (14 -12)<br>(10)<br>(8 - 6)<br>(4 -2)<br>(1 - 4/0)<br>(250 -500)<br>(600-1000) | 0,38<br>0,51<br>0,76<br>1,02<br>1,27<br>1,52<br>1,78 | Cubierta de nylon o equivalente |
| Nombre genérico | Tipo | Temp. máxima de opera-ción °C | Usos permitidos | Tipo de aislamiento | Tamaño nominal | | Espesor nominal de aislamiento mm | Cubierta exterior |
| Cable plano para acometida aérea y sistemas fotovoltaicos | TWD – UV | 60 | Lugares secos y mojados.<br>Entrada de acometida aérea. Véase el | Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio. | 3,307 -8,367 | (12 – 8) | 1,14 | Ninguna |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Artículo 338. Sistemas fotovoltaicos. Véase el Artículo 690. | | | | | |
| Cable mono-conductor para acometida subterránea | BTC | 90 | Lugares secos y mojados Acometida subterránea. Véase el Artículo 338 | Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama | 15 – 35 | (4 -2) | 1,60 | Ninguna |
| | DRS | 90 | | | | | | |
| Cable mono-conductor y multi-conductor para acometida subterránea | | | Lugares secos y mojados<br>Entrada de acometida subterránea. Véase Art. 338. | Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama | 21,15 -33,62 | | 1,58 | Ninguna |
| Cable para acometida aérea | CCE | 60 | Lugares secos y mojados. Entrada de acometida aérea. Véase el Artículo 338 | Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama | 3,307 -5,26<br>13,3 -21,15 | | 1,2<br>1,6 | Termo-plástico resistente a la humedad y a la intemperie |
| Cable para acometida aérea | BM - AL | 75 | Lugares secos y mojados. Entrada de acometida aérea. Véase Art. 338 | Termo-plástico resistente a la humedad y a la intemperie | 13,3 - 33,62 | (6 - 2) | 1,14 | Ninguna |
| Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad y al calor | XHH W | 90 | Lugares secos o mojados | Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama. | 2,082 -5,260<br>8,367 -33,62<br>42,41 -107,2<br>126,7 -253,4<br>304,0 -506,7 | (14 -10)<br>(8 -2)<br>(1 - 4/0)<br>(250 -500)<br>(600-1000) | 0,76<br>1,14<br>1,4<br>1,65<br>2,03 | Ninguna |
| | | 75 | Lugares mojados | | | | | |
| Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad y al calor | XHH W-2 | 90 | Lugares secos y mojados | Polímero sintético, de cadena cruzada resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama | 2,082 -5,260<br>8,367 -33,62<br>42,41 -107,2<br>126,7 -253,4<br>304,0 -506,7 | (14 -10)<br>(8 -2)<br>(1 - 4/0)<br>(250 -500)<br>(600-1000) | 0,76<br>1,14<br>1,4<br>1,65<br>2,03 | Ninguna |

OBSERVACIONES GENERALES A LAS TABLAS 310-13

1. Los tipos de cables marcados con el sufijo "-2", para usarse en temperaturas de operación continua de 90 °C en ambiente mojado y seco, por ejemplo THW-2 y XHHW-2.
2. Cuando el aislamiento y la cubierta exterior (si la hay), cubren los requerimientos de no-propagación de incendio, de emisión reducida de humos y de gas ácido, de acuerdo con las normas nacionales, se permite agregar al tipo el sufijo "LS". Por ejemplo THW-LS.

**310-14. Material de los conductores de aluminio.** Los conductores cableados de aluminio en tamaño nominal de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) y mayores, de tipos XHHW, XHHW-2, RHW, RHH y RHW-2, conductores para entrada de acometida tipo SE estilo U y SE estilo R, deben ser de aleación de aluminio AA 8000.

No se permite el uso de conductores de aluminio o de aleación de aluminio en tamaños nominales menores a 13,3 $mm^2$ (6 AWG). Véanse las Tablas 310-16, 310-17 y la Tabla A-310-2 del Apéndice A. Véase 110-14 para conexiones eléctricas.

**310-15. Capacidad de conducción de corriente.** Se permite calcular la capacidad de conducción de corriente de los conductores mediante los siguientes apartados (a) o (b).

> **NOTA:** Para las capacidades de conducción de corrientes calculadas en esta Sección no se tiene en cuenta la caída de tensión eléctrica. Para los circuitos derivados, véase la Nota 4 de 210-19(a), para los circuitos de alimentación, véase la Nota 2 de 215-2(b).

**a). Disposiciones generales**. Para la selección del tamaño nominal de los conductores, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de 0 a 2000 V nominales se debe considerar como máximo los valores especificados en las Tablas de capacidad de conducción de corriente 310-16 a 310-19 y sus observaciones correspondientes. La capacidad permisible de conducción de corriente de los conductores con aislamiento dieléctrico sólido, de 2001 a 35000 V, es la especificada en las Tablas 310-67 a 310-86 con sus Notas correspondientes.

Las Tablas 310-16 a 310-19 son tablas de aplicación para usarse en la selección del tamaño nominal de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con el Artículo 220. La capacidad de conducción de corriente permanentemente admisible es el resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

**1.** La compatibilidad en temperatura con equipo conectado, sobre todo en los puntos de conexión.

**2.** La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y de la instalación.

**3.** El cumplimiento de los requisitos del producto de acuerdo con su norma específica correspondiente. A este respecto véase 110-3(b).

**4.** El cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos normalizados.

**b) Supervisión por personas calificadas.** Con la supervisión de personas calificadas, se permite calcular la capacidad de conducción de corriente de los conductores mediante la siguiente fórmula general:

**Ecuación:**

$$I = \sqrt{\frac{TC - \left( TA + \Delta TD \right)}{RCD \left( 1 + YC \right) RCA}}$$

donde:

TC = Temperatura del conductor en °C.

TA = Temperatura ambiente en °C.

ΔTD = Incremento de la temperatura por pérdidas del dieléctrico.

RCD = Resistencia de c.c. del conductor a la temperatura TC.

YC = Componente de resistencia de c.a. debida a los efectos superficial y de proximidad.

RCA = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el ambiente que lo rodea.

**c) Selección de la capacidad de conducción de corriente.** Cuando se calculan diferentes capacidades de conducción de corrientes que se pudieran aplicar para un circuito de longitud dada, se debe tomar la de menor valor.

***Excepción:*** *Cuando se aplican dos valores de capacidad de conducción de corriente a partes adyacentes de un circuito, se permite utilizar la de mayor capacidad más allá del punto de transición, a la distancia de 3 m o 10% de la longitud del circuito, la distancia que sea menor.*

**NOTA:** Para los límites de temperatura de los conductores según su conexión a los puntos terminales, véase 110-14(c).

**d) Ductos eléctricos.** Como se usa en el Artículo 310, se entiende por ductos eléctricos cualquiera de los sistemas de tubo *(conduit)* reconocidos en el Capítulo 3 como adecuados para uso subterráneo; y otras canalizaciones de sección transversal circular aprobadas y listadas para uso subterráneo, ya sea enterradas directamente o embebidas en concreto.

**Tabla 310-16. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores activos en una canalización, cable o directamente**

**enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C**

| Tamaño nominal | Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13) | | | | | | Tamaño nominal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $mm^2$ | 60 °C | 75 °C | 90 °C | 60 °C | 75 °C | 90 °C | AWGkcmil |
| | TIPOS TW* TWD* CCE TWD-UV | TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT | TIPOS RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2, | TIPOS UF* | TIPOS RHW*, XHHW*, BM-AL | TIPOS RHW-2, XHHW, XHHW-2, DRS | |
| | Cobre | | | Aluminio | | | |
| 0,8235 | --- | --- | 14 | --- | --- | --- | 18 |
| 1,307 | --- | --- | 18 | --- | --- | --- | 16 |
| 2,082 | 20* | 20* | 25* | --- | --- | --- | 14 |
| 3,307 | 25* | 25* | 30* | --- | --- | --- | 12 |
| 5,26 | 30 | 35* | 40* | --- | --- | --- | 10 |
| 8,367 | 40 | 50 | 55 | --- | --- | --- | 8 |
| 13,3 | 55 | 65 | 75 | 40 | 50 | 60 | 6 |
| 21,15 | 70 | 85 | 95 | 55 | 65 | 75 | 4 |
| 26,67 | 85 | 100 | 110 | 65 | 75 | 85 | 3 |
| 33,62 | 95 | 115 | 130 | 75 | 90 | 100 | 2 |
| 42,41 | 110 | 130 | 150 | 85 | 100 | 115 | 1 |
| 53,48 | 125 | 150 | 170 | 100 | 120 | 135 | 1/0 |
| 67,43 | 145 | 175 | 195 | 115 | 135 | 150 | 2/0 |
| 85,01 | 165 | 200 | 225 | 130 | 155 | 175 | 3/0 |
| 107,2 | 195 | 230 | 260 | 150 | 180 | 205 | 4/0 |
| 126,67 | 215 | 255 | 290 | 170 | 205 | 230 | 250 |
| 152,01 | 240 | 285 | 320 | 190 | 230 | 255 | 300 |
| 177,34 | 260 | 310 | 350 | 210 | 250 | 280 | 350 |
| 202,68 | 280 | 335 | 380 | 225 | 270 | 305 | 400 |
| 253,35 | 320 | 380 | 430 | 260 | 310 | 350 | 500 |
| 304,02 | 355 | 420 | 475 | 285 | 340 | 385 | 600 |
| 354,69 | 385 | 460 | 520 | 310 | 375 | 420 | 700 |
| 380,03 | 400 | 475 | 535 | 320 | 385 | 435 | 750 |
| 405,37 | 410 | 490 | 555 | 330 | 395 | 450 | 800 |
| 456,04 | 435 | 520 | 585 | 355 | 425 | 480 | 900 |
| 506,71 | 455 | 545 | 615 | 375 | 445 | 500 | 1000 |
| 633,39 | 495 | 590 | 665 | 405 | 485 | 545 | 1250 |
| 760,07 | 520 | 625 | 705 | 435 | 520 | 585 | 1500 |
| 886,74 | 545 | 650 | 735 | 455 | 545 | 615 | 1750 |
| 1013,42 | 560 | 665 | 750 | 470 | 560 | 630 | 2000 |
| **FACTORES DE CORRECCIÓN** | | | | | | | |
| Temperatura ambiente en °C | Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes | | | | | | Temperatura ambiente en °C |
| 21-25 | 1,08 | 1,05 | 1,04 | 1,08 | 1,05 | 1,04 | 21-25 |
| 26-30 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 26-30 |
| 31-35 | 0,91 | 0,94 | 0,96 | 0,91 | 0,94 | 0,96 | 31-35 |
| 36-40 | 0,82 | 0,88 | 0,91 | 0,82 | 0,88 | 0,91 | 36-40 |
| 41-45 | 0,71 | 0,82 | 0,87 | 0,71 | 0,82 | 0,87 | 41-45 |
| 46-50 | 0,58 | 0,75 | 0,82 | 0,58 | 0,75 | 0,82 | 46-50 |
| 51-55 | 0,41 | 0,67 | 0,76 | 0,41 | 0,67 | 0,76 | 51-55 |
| 56-60 | ,,,, | 0,58 | 0,71 | ,,,, | 0,58 | 0,71 | 56-60 |
| 61-70 | ,,,, | 0,33 | 0,58 | ,,,, | 0,33 | 0,58 | 61-70 |
| 71-80 | ,,,, | ,,,, | 0,41 | ,,,, | ,,,, | 0,41 | 71-80 |

*A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar 15 A para 2,082 $mm^2$(14 AWG); 20 A para 3,307 $mm^2$ (12 AWG) y 30 A para 5,26 $mm^2$ (10 AWG), todos de cobre.

**Tabla 310-17. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados individualmente de 0 a 2000 V nominales, al aire para una temperatura del aire ambiente de 30 °C**

| Tamaño nominal | Temperatura nominal del conductor (ver tabla 310-13) | | | | | | Tamaño nominal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $mm^2$ | 60 °C | 75 °C | 90 °C | 60 °C | 75 °C | 90 °C | AWGkcmil |
| | TIPOS TW* | TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS THWN*, XHHW*, | TIPOS RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THW-LS THWN-2*, XHHW*, XHHW-2 | TIPOS UF | TIPOS RHW*, XHHW* | TIPOS RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2 | |
| | | Cobre | | | Aluminio | | |
| 0,8235 | .... | --- | 18 | .... | .... | .... | 18 |
| 1,307 | .... | --- | 24 | .... | .... | .... | 16 |
| 2,082 | 25* | 30* | 35* | .... | .... | .... | 14 |
| 3,307 | 30* | 35* | 40* | --- | --- | --- | 12 |
| 5,26 | 40 | 50* | 55* | --- | --- | --- | 10 |
| 8,367 | 60 | 70 | 80 | --- | --- | --- | 8 |
| 13,3 | 80 | 95 | 105 | 60 | 75 | 80 | 6 |
| 21,15 | 105 | 125 | 140 | 80 | 100 | 110 | 4 |
| 26,67 | 120 | 145 | 165 | 95 | 115 | 130 | 3 |
| 33,62 | 140 | 170 | 190 | 110 | 135 | 150 | 2 |
| 42,41 | 165 | 195 | 220 | 130 | 155 | 175 | 1 |
| 53,48 | 195 | 230 | 260 | 150 | 180 | 205 | 1/0 |
| 67,43 | 225 | 265 | 300 | 175 | 210 | 235 | 2/0 |
| 85,01 | 260 | 310 | 350 | 200 | 240 | 275 | 3/0 |
| 107,2 | 300 | 360 | 405 | 235 | 280 | 315 | 4/0 |
| 126,67 | 340 | 405 | 455 | 265 | 315 | 355 | 250 |
| 152,01 | 375 | 445 | 505 | 290 | 350 | 395 | 300 |
| 177,34 | 420 | 505 | 570 | 330 | 395 | 445 | 350 |
| 202,68 | 455 | 545 | 615 | 355 | 425 | 480 | 400 |
| 253,35 | 515 | 620 | 700 | 405 | 485 | 545 | 500 |
| 304,02 | 575 | 690 | 780 | 455 | 540 | 615 | 600 |
| 354,69 | 630 | 755 | 855 | 500 | 595 | 675 | 700 |
| 380,03 | 655 | 785 | 855 | 515 | 620 | 700 | 750 |
| 405,37 | 680 | 812 | 920 | 535 | 645 | 725 | 800 |
| 456,04 | 730 | 870 | 985 | 580 | 700 | 785 | 900 |
| 506,71 | 780 | 935 | 1055 | 625 | 750 | 845 | 1000 |
| 633,39 | 890 | 1065 | 1200 | 710 | 855 | 960 | 1250 |
| 760,07 | 980 | 1175 | 1325 | 795 | 950 | 1075 | 1500 |
| 886,74 | 1070 | 1280 | 1445 | 875 | 1050 | 1185 | 1750 |
| 1013,42 | 1155 | 1385 | 1560 | 960 | 1150 | 1335 | 2000 |
| **FACTORES DE CORRECCIÓN** | | | | | | | |
| Temperatura ambiente en °C | Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes. | | | | | | Temperatura ambiente en °C |
| 21-25 | 1,08 | 21-25 | 1,04 | 1,08 | 1,05 | 1,04 | 21-25 |
| 26-30 | 1,00 | 26-30 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 26-30 |
| 31-35 | 0,91 | 31-35 | 0,96 | 0,91 | 0,94 | 0,96 | 31-35 |
| 36-40 | 0,82 | 36-40 | 0,91 | 0,82 | 0,88 | 0,91 | 36-40 |
| 41-45 | 0,71 | 41-45 | 0,87 | 0,71 | 0,82 | 0,87 | 41-45 |
| 46-50 | 0,58 | 46-50 | 0,82 | 0,58 | 0,75 | 0,82 | 46-50 |
| 51-55 | 0,41 | 51-55 | 0,76 | 0,41 | 0,67 | 0,76 | 51-55 |
| 56-60 | ,,,, | 56-60 | 0,71 | ,,,, | 0,58 | 0,71 | 56-60 |
| 61-70 | ,,,, | 61-70 | 0,58 | ,,,, | 0,33 | 0,58 | 61-70 |
| 71-80 | ,,,, | 71-80 | 0,41 | ,,,, | ,,,, | 0,41 | 71-80 |

*A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar 15 A para 2,082 $mm^2$(14 AWG); 20 A para 3,307 $mm^2$ (12 AWG) y 30 A para 5,26 $mm^2$ (10 AWG), todos de cobre.

**Tabla 310-18. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres conductores aislados individuales de 0 a 2000 V, de 150 °C a 250 °C en canalizaciones o cables, para una temperatura ambiente de 40 °C.**

| Tamaño nominal | Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13 | | | | Tamaño nominal |
|---|---|---|---|---|---|
| $mm^2$ | 150 °C | 200 °C | 250 °C | 150 °C | AWG Kcmil |
| | TIPOS FEP, FEPB, SF | TIPOS FEP, FEPB, SF | TIPO PFAH, TFE | TIPO Z | |
| | Cobre | | Níquel o níquel recubierto de cobre | Aluminio | |
| 2,082 | 34 | 36 | 39 | ---- | 14 |
| 3,307 | 43 | 45 | 54 | --- | 12 |
| 5,26 | 55 | 60 | 73 | --- | 10 |
| 8,367 | 76 | 83 | 93 | --- | 8 |
| 13,3 | 96 | 110 | 117 | 75 | 6 |
| 21,15 | 120 | 125 | 148 | 94 | 4 |
| 26,67 | 143 | 152 | 166 | 109 | 3 |
| 33,62 | 160 | 171 | 191 | 124 | 2 |
| 42,41 | 186 | 197 | 215 | 145 | 1 |
| 53,48 | 215 | 229 | 244 | 169 | 1/0 |
| 67,43 | 251 | 260 | 273 | 198 | 2/0 |
| 85,01 | 288 | 297 | 308 | 227 | 3/0 |
| 107,2 | 332 | 346 | 361 | 260 | 4/0 |
| 126,67 | ---- | ---- | ---- | ---- | 250 |
| 152,01 | ---- | ---- | ---- | ---- | 300 |
| 177,34 | ---- | ---- | ---- | ---- | 350 |
| 202,68 | ---- | ---- | ---- | ---- | 400 |
| 253,35 | ---- | ---- | ---- | ---- | 500 |
| 304,02 | ---- | ---- | ---- | ---- | 600 |
| 354,69 | ---- | ---- | ---- | ---- | 700 |
| 380,03 | ---- | ---- | ---- | ---- | 750 |
| 405,37 | ---- | ---- | ---- | ---- | 800 |
| 506,71 | ---- | ---- | ---- | ---- | 1000 |
| 760,07 | ---- | ---- | ---- | ---- | 1500 |
| 1013,42 | ---- | ---- | ---- | ---- | 2000 |
| **FACTORES DE CORRECCIÓN** | | | | | |
| Temperatura ambiente en °C | Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes. | | | | Temperatura ambiente en °C |
| 41-50 | 0,95 | 41-50 | 0,98 | 0,95 | 41-50 |
| 51-60 | 0,90 | 51-60 | 0,95 | 0,90 | 51-60 |
| 61-70 | 0,85 | 61-70 | 0,93 | 0,85 | 61-70 |
| 71-80 | 0,80 | 71-80 | 0,90 | 0,80 | 71-80 |
| 81-90 | 0,74 | 81-90 | 0,87 | 0,74 | 81-90 |
| 91-100 | 0,67 | 91-100 | 0,85 | 0,67 | 91-100 |
| 101-120 | 0,52 | 101-120 | 0,79 | 0,52 | 101-120 |
| 121-140 | 0,30 | 121-140 | 0,72 | 0,30 | 121-140 |
| 141-160 | ---- | 141-160 | 0,65 | ---- | 141-160 |
| 161-180 | ---- | 161-180 | 0,58 | ---- | 161-180 |
| 181-200 | ---- | 181-200 | 0,49 | ---- | 181-200 |
| 201-225 | ---- | 201-225 | 0,35 | ---- | 201-225 |

**Tabla 310-19. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados individualmente de 0 a 2000 V, de 150 °C a 250 °C al aire libre, para una temperatura ambiente del aire de 40 °C**

| Tamaño nominal | Temperatura nominal del conductor. Véase tabla 310-13 | | | | | Tamaño nominal |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $mm^2$ | 150 °C | 200 °C | Conductores desnudos o cubiertos | 250 °C | 150 °C | AWG Kcmil |
| | TIPO Z | TIPOS FEP, FEPB, SF | | TIPOS PFAH,TFE | TIPO Z | |
| | Cobre | | | Niquel o de cobre recubierto de niquel | Aluminio | |
| 2,082 | 46 | 54 | 30 | 59 | ---- | 14 |
| 3,307 | 60 | 68 | 35 | 78 | --- | 12 |
| 5,26 | 80 | 90 | 50 | 107 | --- | 10 |
| 8,367 | 106 | 124 | 70 | 142 | --- | 8 |
| 13,3 | 155 | 165 | 95 | 205 | 112 | 6 |
| 21,15 | 190 | 220 | 125 | 278 | 148 | 4 |
| 26,67 | 214 | 252 | 150 | 327 | 170 | 3 |
| 33,62 | 255 | 293 | 175 | 381 | 198 | 2 |
| 42,41 | 293 | 344 | 200 | 440 | 228 | 1 |
| 53,48 | 339 | 399 | 235 | 532 | 263 | 1/0 |
| 67,43 | 390 | 467 | 275 | 591 | 305 | 2/0 |
| 85,01 | 451 | 546 | 320 | 708 | 351 | 3/0 |
| 107,2 | 529 | 629 | 370 | 830 | 411 | 4/0 |
| 126,67 | ---- | ---- | 415 | ---- | ---- | 250 |
| 152,01 | ---- | ---- | 460 | ---- | ---- | 300 |
| 177,34 | ---- | ---- | 520 | ---- | ---- | 350 |
| 202,68 | ---- | ---- | 560 | ---- | ---- | 400 |
| 253,35 | ---- | ---- | 635 | ---- | ---- | 500 |
| 304,02 | ---- | ---- | 710 | ---- | ---- | 600 |
| 354,69 | ---- | ---- | 780 | ---- | ---- | 700 |
| 380,03 | ---- | ---- | 805 | ---- | ---- | 750 |
| 405,37 | ---- | ---- | 835 | ---- | ---- | 800 |
| | ---- | ---- | 865 | ---- | ---- | 900 |
| 506,71 | ---- | ---- | 895 | ---- | ---- | 1000 |
| 760,07 | ---- | ---- | 1205 | ---- | ---- | 1500 |
| 1013,42 | ---- | ---- | 1420 | ---- | ---- | 2000 |
| FACTORES DE CORRECCIÓN | | | | | | |
| Temperatura ambiente en °C | Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplicar las anteriores capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes | | | | | Temperatura ambiente en °C |
| 41-50 | 0,95 | 0,97 | ---- | 0,98 | 0,95 | 41-50 |
| 51-60 | 0,90 | 0,94 | ---- | 0,95 | 0,90 | 51-60 |
| 61-70 | 0,85 | 0,90 | ---- | 0,93 | 0,85 | 61-70 |
| 71-80 | 0,80 | 0,87 | ---- | 0,90 | 0,80 | 71-80 |
| 81-90 | 0,74 | 0,83 | ---- | 0,87 | 0,74 | 81-90 |
| 91-100 | 0,67 | 0,79 | ---- | 0,85 | 0,67 | 91-100 |
| 101-120 | 0,52 | 0,71 | ---- | 0,79 | 0,52 | 101-120 |
| 121-140 | 0,30 | 0,61 | ---- | 0,72 | 0,30 | 121-140 |
| 141-160 | ---- | 0,50 | ---- | 0,65 | ---- | 141-160 |
| 161-180 | ---- | 0,35 | ---- | 0,58 | ---- | 161-180 |
| 181-200 | ---- | ---- | ---- | 0,49 | ---- | 181-200 |
| 201-225 | ---- | ---- | ---- | 0,35 | ---- | 201-225 |

**Observaciones a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2,000 V**

**1.** Explicación de las tablas. Para la explicación de las letras de tipo, el tamaño nominal de los conductores y el aislamiento, véase 310-13. Para los requisitos de instalación, véanse 310-1 a 310-10 y diversos Artículos de esta NOM. Para los cordones flexibles, véanse las Tablas 400-4 400-5(a) y 400-5(b).

**3.** Circuitos de alimentación y acometidas a unidades de vivienda a 120/240 V, tres hilos. Para unidades de vivienda, se permite utilizar los conductores de la siguiente lista como conductores de entrada de acometida monofásica a 120/240 V, tres hilos, conductores de acometida lateral y conductores del alimentador que sirve como principal fuente de alimentación de la unidad de vivienda y vayan instalados en canalización o cables con o sin conductor de puesta a tierra de los equipos. Para la aplicación de esta NOM, no se exige que los alimentadores a una unidad de vivienda sean de mayor tamaño nominal a los de la entrada de acometida. Se permite que el conductor puesto a tierra sea de menor tamaño nominal que los conductores de fase, siempre que se cumplan los requisitos indicados en 215-2, 220-22 y 230-42.

**Tipos y tamaños de los conductores**
**RH, RHH, RHW, THHW, THW, THWN,THHN,XHHW, USE**

| De cobre $mm^2$ (AWG o kcmil) | De aluminio $mm^2$ (AWG o kcmil) | Capacidad de conducción de corriente de la acometida o del alimentador (A) |
|---|---|---|
| 21,15 (4) | 33,63 (2) | 100 |
| 26,67 (3) | 42,41 (1) | 110 |
| 33,63 (2) | 53,48 (1/0) | 125 |
| 42,41 (1) | 67,43 (2/0) | 150 |
| 53,48 (1/0) | 85,01 (3/0) | 175 |
| 67,43 (2/0) | 107,2 (4/0) | 200 |
| 85,01 (3/0) | 126,7 (250) | 225 |
| 107,2 (4/0) | 152 (300) | 250 |
| 126,7 (250) | 177,3 (350) | 300 |
| 177,3 (350) | 253,4 (500) | 350 |
| 202,7 (400) | 304 (600) | 400 |

**5.** Conductores desnudos o cubiertos. Cuando se usen juntos conductores desnudos o cubiertos y conductores aislados, su capacidad de conducción de corriente se debe limitar al permitido para conductores aislados adyacentes.

**6.** Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral. Los límites de temperatura en los que se basa la capacidad de conducción de corriente de los cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral, se calcula por los materiales aislantes utilizados en el sello final. Los herrajes de terminación que lleven material aislante orgánico sin impregnar, tienen un límite de temperatura de operación de 90ºC.

**8.** Factores de ajuste.

**a) Más de tres conductores activos en un cable o canalización.** Cuando el número de conductores activos en un cable o canalización sea mayor a tres, la capacidad de conducción de corriente se debe reducir como se indica en la siguiente Tabla.

| Número de conductores activos | Por ciento de valor de las tablas ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario |
|---|---|
| De 4 a 6 | 80 |
| De 7 a 9 | 70 |
| De 10 a 20 | 50 |
| De 21 a 30 | 45 |
| De 31 a 40 | 40 |
| 41 y más | 35 |

Cuando los conductores y los cables multiconductores vayan juntos una distancia de más de 0,60 m sin mantener la separación y no vayan instalados en canalizaciones, las capacidades de conducción de corriente de cada conductor se deben reducir como se indica en la tabla anterior.

***Excepción 1:*** *Cuando haya instalados en la misma canalización o cable conductores de diferentes sistemas, como se explica en 300-3, los factores de corrección anteriores se deben aplicar sólo a los conductores de fuerza e iluminación (Artículos 210, 215, 220 y 230).*

***Excepción 2:*** *A los conductores instalados en soportes tipo charola para cables se les debe aplicar lo establecido en 318-11.*

***Excepción 3:*** *Estos factores de corrección no se deben aplicar en uniones de canalizaciones cuya longitud no supere 0,60 m*

***Excepción 4:*** *Estos factores de corrección no se deben aplicar a conductores subterráneos que entren o salgan de una zanja exterior, si esos conductores están protegidos físicamente por tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o no-metálico tipo pesado de una longitud no-mayor a 3,0 m y el número de conductores no pase de*

*cuatro.*

***Excepción 5:*** *Para otras condiciones de carga, se permite calcular la capacidad de conducción de corriente y los factores de ajuste según lo establecido en 310-15(b).*

**NOTA:** Para los factores de ajuste de más de tres conductores activos en una canalización o cable con diversas cargas, véase el Apéndice A, Tabla A-310-11.

**b) Más de un ducto o canalización.** Se debe conservar la separación entre ductos o canalizaciones.

**9. Protección sobrecorriente.** Cuando las capacidades nominales o el ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no correspondan con las capacidades nominales y de valores de ajuste permitidos para esos conductores, se permite tomar los valores inmediatamente superiores.

**10. Conductor neutro**

**a)** Un conductor neutro que transporte sólo la corriente desbalanceada de otros conductores del mismo circuito, no se considera para lo establecido en la Nota 8.

**b)** En un circuito de tres hilos consistente en dos fases y el neutro o un sistema de cuatro hilos, tres fases en estrella, un conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de línea a neutro de los otros conductores, por lo que se debe considerar al aplicar lo establecido en la Nota 8.

**c)** En un circuito de cuatro hilos tres fases en estrella cuyas principales cargas sean no-lineales, por el conductor neutro pasarán armónicas de la corriente por lo que se le debe considerar como conductor activo.

**11. Conductor de puesta a tierra o de empalme.** Al aplicar lo establecido en la Nota 8, no se debe tener en cuenta el conductor de puesta o el empalmado a ésta.

**Tabla 310-61. Aplicaciones y aislamiento de los conductores**

| Nombre comercial | Letra de tipo | Temperatura máxima de funcionamiento | Aplicaciones previstas | Aislamiento | Cobertura exterior |
|---|---|---|---|---|---|
| Tensión eléctrica media dieléctrico sólido | MV-90<br>MV-105* | 90 °C<br>105 °C | Lugares secos o húmedos, para 2001 V en adelante | Termoestable o Termofijo | Forro, otro recubrimiento o blindaje |

Cuando las condiciones de diseño exijan que los conductores funcionen a temperaturas de más de 90 °C

**Tabla 310-62. Espesor del aislamiento de conductores no-blindados, tipos RHH y RHW, para 601-2000 V (mm)**

| Tamaño nominal del conductor $mm^2$ (AWG o kcmil) | A | **B** |
|---|---|---|
| 2,082 – 5,26 (14-10) | 2,0 | 1,5 |
| 8,367 (8) | 2,3 | 1,8 |
| 13,3 – 33,62 (6-2) | 2,4 | 1,8 |
| 42,41 – 67,43 (1-2/0) | 2,8 | 2,3 |
| 85,01 – 107,2 (3/0 - 4/0) | 2,8 | 2,3 |
| 126,7 – 253,4 (250-500) | 3,2 | 2,7 |
| 304 – 506,7 (600-1000) | 3,6 | 3,0 |

**Nota 1:** Los aislantes de la columna A están limitados a gomas naturales secbutílicas (SBR) y butílicas (BR).

**Nota 2:** Los aislantes de la columna B son materias tales como polietileno entrelazado, goma de etileno-propileno y derivados de los mismos.

**Tabla 310-63. Espesor del aislante y del forro de conductores dieléctricos aislados macizos no blindados para 2001 a 8000 V (mm)**

| Tamaño nominal del conductor | | 2001-5000 V | | | | | | 5001 – 8000 V, nivel de aislamiento 100% para lugares húmedos o secos | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Conductor unipolar para lugares secos | | | Para lugares secos o húmedos | | | Conductor unipolar | | Conductor multi-polar* |
| | | Sin forro | Con forro | | Conductor unipolar | | Conductor multipolar* | | | |
| $mm^2$ | AWG (kcimil) | Aislante | Aislante | Forro | Aislante | Forro | Aislante | Aislante | Forro | Aislante |
| 8,36 | 8 | 2,8 | 2,3 | 0,830 | 3,2 | 2,0 | 2,3 | 4,6 | 2,0 | 4,6 |
| 13,3 | 6 | 2,8 | 2,3 | 0,8 | 3,2 | 2,0 | 2,3 | 4,6 | 2,0 | 4,6 |
| 21,15-33,62 | 4-2 | 2,8 | 2,3 | 1,1 | 3,2 | 2,0 | 2,3 | 4,6 | 2,4 | 4,6 |
| 42,41-67,43 | 1-2/0 | 2,8 | 2,3 | 1,1 | 3,2 | 2,0 | 2,3 | 4,6 | 2,4 | 4,6 |
| 85,01-107,2 | 3/0-4/0 | 2,8 | 2,3 | 1,7 | 3,2 | 2,4 | 2,3 | 4,6 | 2,8 | 4,6 |
| 126,7-253,4 | 250-500 | 3,0 | 2,3 | 1,7 | 3,6 | 2,8 | 2,3 | 5,3 | 2,8 | 5,3 |
| 253,4-380 | 501-750 | 3,3 | 2,3 | 1,7 | 3,9 | 3,2 | 2,3 | 6,0 | 3,2 | 6,0 |
| 380-506,7 | 751-1000 | 3,3 | 2,3 | 1,7 | 3,9 | 3,2 | 2,3 | 6,4 | 3,6 | 6,4 |

Bajo una única cubierta general, como forro, revestimento o blindaje.

**Tabla 310-64. Espesor del aislamiento de conductores sólidos blindados con aislante dieléctrico para 2001 a 35000 V (mm)**

| Tamaño nominal del conductor $mm^2$ (AWG o kcmil)) | 2001-5000 V | 5001-8000 | | 8001-15000 | | 15000-25000 | | 25001-28000 | | 28001-35000 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | NIVELES DE AISLAMIENTO | | | | | | | | | |
| | | 100% | 133% | 100% | 133% | 100% | 133% | 100% | 133% | 100 % | 133% |
| 8,367 (8) | 2,3 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 13,3 – 21,15 (6-4) | 2,3 | 2,9 | 3,6 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 33,62 (2) | 2,3 | 2,9 | 3,6 | 4,5 | 5,5 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 42,41 (1) | 2,3 | 2,9 | 3,6 | 4,5 | 5,5 | 6,6 | 8,8 | 7,1 | 8,8 | ---- | ---- |
| 53,48 – 506,7 (1/0-1000) | 2,3 | 2,9 | 3,6 | 4,5 | 5,5 | 6.6 | 8,8 | 7,1 | 8,8 | 8,8 | 10,7 |

Definiciones:

**Nivel de aislamiento del 100%.** Se permite utilizar cables de esta categoría cuando la instalación tenga protección por medio de relés, de modo que las fallas a tierra se eliminen lo más rápidamente posible y en cualquier caso antes de un minuto. Aunque estos cables se pueden utilizar en la gran mayoría de las instalaciones con puesta a tierra, también está permitido utilizarlos en otras instalaciones en las que sea aceptable su uso, siempre que se cumplan los anteriores requisitos, desactivando completamente la parte en la que se produzca la falla.

**Nivel de aislamiento del 133%.** Este nivel de aislamiento corresponde al que se establecía anteriormente para instalaciones sin puesta a tierra. Se permite utilizar cables de esta categoría cuando no se puedan alcanzar los requisitos de 100% de aislamiento, pero sea necesario mantener un nivel de seguridad adecuado para que la parte en que se haya producido la falla quede des-energizada (sin corriente en menos de una hora. Se permite también utilizarlos cuando se quiera conseguir un nivel de aislamiento mayor al 100%.

**Tabla 310-67. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores individualmente aislados de cobre, al aire, en configuración tríplex para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura de aire ambiente de 40 °C.**

| Tamaño nominal del conductor en: | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG-kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| 8,367 | 8 | 65 | 74 | ---- | ---- |
| 13,3 | 6 | 90 | 99 | 100 | 110 |
| 21,15 | 4 | 120 | 130 | 130 | 140 |
| 33,62 | 2 | 160 | 175 | 170 | 195 |
| 42,41 | 1 | 185 | 205 | 195 | 225 |
| 53,48 | 1/0 | 215 | 240 | 225 | 255 |
| 67,43 | 2/0 | 250 | 275 | 260 | 295 |
| 85,01 | 3/0 | 290 | 320 | 300 | 340 |
| 107,2 | 4/0 | 335 | 375 | 345 | 390 |
| 126,67 | 250 | 375 | 415 | 380 | 430 |
| 177,34 | 350 | 465 | 515 | 470 | 525 |
| 253,35 | 500 | 580 | 645 | 580 | 650 |
| 380,03 | 750 | 750 | 835 | 730 | 820 |
| 506,71 | 1000 | 880 | 980 | 850 | 950 |

**Tabla 310 - 68. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores individualmente aislados de aluminio, al aire en configuración tríplex para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG-kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| 13,3 | 6 | 70 | 77 | 75 | 84 |
| 21,15 | 4 | 90 | 100 | 100 | 110 |
| 33,62 | 2 | 125 | 135 | 130 | 150 |
| 42,41 | 1 | 145 | 160 | 150 | 175 |
| 53,48 | 1/0 | 170 | 185 | 175 | 200 |
| 67,43 | 2/0 | 195 | 215 | 200 | 230 |
| 85,01 | 3/0 | 225 | 250 | 230 | 265 |
| 107,2 | 4/0 | 265 | 290 | 270 | 305 |
| 126,67 | 250 | 295 | 325 | 300 | 335 |
| 177,34 | 350 | 365 | 405 | 370 | 415 |
| 253,35 | 500 | 460 | 510 | 460 | 515 |
| 380,03 | 750 | 600 | 665 | 590 | 660 |
| 506,71 | 1000 | 715 | 800 | 700 | 780 |

**Tabla 310-69. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores individualmente aislados de cobre, al aire en configuración tríplex para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C.**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-15000 V | | Intensidad para 15001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| 8,367 | 8 | 83 | 93 | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 13,3 | 6 | 110 | 120 | 110 | 125 | ---- | ---- |
| 21,15 | 4 | 145 | 160 | 150 | 165 | ---- | ---- |
| 33,62 | 2 | 190 | 215 | 195 | 215 | ---- | ---- |
| 42,41 | 1 | 225 | 250 | 225 | 250 | 225 | 250 |
| 53,48 | 1/0 | 260 | 290 | 260 | 290 | 260 | 290 |
| 67,43 | 2/0 | 300 | 330 | 300 | 335 | 300 | 330 |
| 85,01 | 3/0 | 345 | 385 | 345 | 385 | 345 | 380 |
| 107,2 | 4/0 | 400 | 445 | 400 | 445 | 395 | 445 |
| 126,67 | 250 | 445 | 495 | 445 | 495 | 440 | 490 |
| 177,34 | 350 | 550 | 615 | 550 | 610 | 545 | 605 |
| 253,35 | 500 | 695 | 775 | 685 | 765 | 680 | 755 |
| 380,03 | 750 | 900 | 1000 | 885 | 990 | 870 | 970 |
| 506,71 | 1000 | 1075 | 1200 | 1060 | 1185 | 1040 | 1160 |
| 633,39 | 1250 | 1230 | 1370 | 1210 | 1350 | 1185 | 1320 |
| 760,07 | 1500 | 1365 | 1525 | 1345 | 1500 | 1315 | 1465 |
| 886,74 | 1750 | 1495 | 1665 | 1470 | 1640 | 1430 | 1595 |
| 1013,4 | 2000 | 1605 | 1790 | 1575 | 1755 | 1535 | 1710 |

**Tabla 310- 70. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores individualmente aislados de aluminio, al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C.**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-15000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 15001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| 13,3 | 6 | 85 | 95 | 87 | 97 | ---- | ---- |
| 21,15 | 4 | 115 | 125 | 115 | 130 | ---- | ---- |
| 33,62 | 2 | 150 | 165 | 150 | 170 | ---- | ---- |
| 42,41 | 1 | 175 | 195 | 175 | 195 | 175 | 195 |
| 53,48 | 1/0 | 200 | 225 | 200 | 225 | 200 | 225 |
| 67,43 | 2/0 | 230 | 260 | 235 | 260 | 230 | 260 |
| 85,01 | 3/0 | 270 | 300 | 270 | 300 | 270 | 300 |
| 107,2 | 4/0 | 310 | 350 | 310 | 350 | 310 | 345 |
| 126,67 | 250 | 345 | 385 | 345 | 385 | 345 | 380 |
| 177,34 | 350 | 430 | 480 | 430 | 480 | 430 | 475 |
| 253,35 | 500 | 545 | 605 | 535 | 600 | 530 | 590 |
| 380,03 | 750 | 710 | 790 | 700 | 780 | 685 | 765 |
| 506,71 | 1000 | 855 | 950 | 840 | 940 | 825 | 920 |
| 633,39 | 1250 | 980 | 1095 | 970 | 1080 | 950 | 1055 |
| 760,07 | 1500 | 1105 | 1230 | 1085 | 1215 | 1060 | 1180 |
| 886,74 | 1750 | 1215 | 1355 | 1195 | 1335 | 1165 | 1300 |
| 1013,4 | 2000 | 1320 | 1475 | 1295 | 1445 | 1265 | 1410 |

**Tabla 310 - 71. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable aislado formado por tres conductores aislados de cobre, al aire, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| 8,367 | 8 | 59 | 66 | ---- | ---- |
| 13,3 | 6 | 79 | 88 | 93 | 105 |
| 21,15 | 4 | 105 | 115 | 120 | 135 |
| 33,62 | 2 | 140 | 154 | 165 | 185 |
| 42,41 | 1 | 160 | 180 | 185 | 210 |
| 53,48 | 1/0 | 185 | 205 | 215 | 240 |
| 67,43 | 2/0 | 215 | 240 | 245 | 275 |
| 85,01 | 3/0 | 250 | 280 | 285 | 315 |
| 107,2 | 4/0 | 285 | 320 | 325 | 360 |
| 126,67 | 250 | 320 | 355 | 360 | 400 |
| 177,34 | 350 | 395 | 440 | 435 | 490 |
| 253,35 | 500 | 485 | 545 | 535 | 600 |
| 380,03 | 750 | 615 | 685 | 670 | 745 |
| 506,71 | 1000 | 705 | 790 | 770 | 860 |

**Tabla 310 - 72. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable aislado formado de tres conductores aislados de aluminio, al aire para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C.**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| 13,3 | 6 | 61 | 68 | 72 | 80 |
| 21,15 | 4 | 81 | 90 | 95 | 105 |
| 33,62 | 2 | 110 | 120 | 125 | 145 |
| 42,41 | 1 | 125 | 140 | 145 | 165 |
| 53,48 | 1/0 | 145 | 160 | 170 | 185 |
| 67,43 | 2/0 | 170 | 185 | 190 | 215 |
| 85,01 | 3/0 | 195 | 215 | 220 | 245 |
| 107,2 | 4/0 | 225 | 250 | 255 | 285 |
| 126,67 | 250 | 250 | 280 | 280 | 315 |
| 177,34 | 350 | 310 | 345 | 345 | 385 |
| 253,35 | 500 | 385 | 430 | 425 | 475 |
| 380,03 | 750 | 495 | 550 | 540 | 600 |
| 506,71 | 1000 | 585 | 650 | 635 | 705 |

**Tabla 310 - 73. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables tríplex de cobre o de tres conductores aislados en tubo *(conduit)*, al aire para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| 8,367 | 8 | 55 | 61 | ---- | ---- |
| 13,3 | 6 | 75 | 84 | 83 | 93 |
| 21,15 | 4 | 97 | 110 | 110 | 120 |
| 33,62 | 2 | 130 | 145 | 150 | 165 |
| 42,41 | 1 | 155 | 175 | 170 | 190 |
| 53,48 | 1/0 | 180 | 200 | 195 | 215 |
| 67,43 | 2/0 | 205 | 225 | 225 | 255 |
| 85,01 | 3/0 | 240 | 270 | 260 | 290 |
| 107,2 | 4/0 | 280 | 305 | 295 | 330 |
| 126,67 | 250 | 315 | 355 | 330 | 365 |
| 177,34 | 350 | 385 | 430 | 395 | 440 |
| 253,35 | 500 | 475 | 530 | 480 | 535 |
| 380,03 | 750 | 600 | 665 | 585 | 655 |
| 506,71 | 1000 | 690 | 770 | 675 | 755 |

**Tabla 310 - 74. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de cables tríplex de aluminio o de tres conductores aislados en tubo *(conduit)*, al aire para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C.**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| 13,3 | 6 | 58 | 65 | 65 | 72 |
| 21,15 | 4 | 76 | 85 | 84 | 94 |
| 33,62 | 2 | 100 | 115 | 115 | 130 |
| 42,41 | 1 | 120 | 135 | 130 | 150 |
| 53,48 | 1/0 | 140 | 155 | 150 | 170 |
| 67,43 | 2/0 | 160 | 175 | 175 | 200 |
| 85,01 | 3/0 | 190 | 210 | 200 | 225 |
| 107,2 | 4/0 | 215 | 240 | 230 | 260 |
| 126,67 | 250 | 250 | 280 | 255 | 290 |
| 177,34 | 350 | 305 | 340 | 310 | 350 |
| 253,35 | 500 | 380 | 425 | 385 | 430 |
| 380,03 | 750 | 490 | 545 | 485 | 540 |
| 506,71 | 1000 | 580 | 645 | 565 | 640 |

**Tabla 310 - 75. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable aislado de tres conductores aislados de cobre en tubo *(conduit)*, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| 8,367 | 8 | 52 | 58 | ---- | ---- |
| 13,3 | 6 | 69 | 77 | 83 | 92 |
| 21,15 | 4 | 91 | 100 | 105 | 120 |
| 33,62 | 2 | 125 | 135 | 145 | 165 |
| 42,41 | 1 | 140 | 155 | 165 | 185 |
| 53,48 | 1/0 | 165 | 185 | 195 | 215 |
| 67,43 | 2/0 | 190 | 210 | 220 | 245 |
| 85,01 | 3/0 | 220 | 245 | 250 | 280 |
| 107,2 | 4/0 | 255 | 285 | 290 | 320 |
| 126,67 | 250 | 280 | 315 | 315 | 350 |
| 177,34 | 350 | 350 | 390 | 385 | 430 |
| 253,35 | 500 | 425 | 475 | 470 | 525 |
| 380,03 | 750 | 525 | 585 | 570 | 635 |
| 506,71 | 1000 | 590 | 660 | 650 | 725 |

**Tabla 310 - 76. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable aislado de tres conductores aislados de aluminio en tubo *(conduit)*, para una temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C y temperatura del aire ambiente de 40 °C.**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| 13,3 | 6 | 53 | 59 | 64 | 71 |
| 21,15 | 4 | 71 | 79 | 84 | 94 |
| 33,62 | 2 | 96 | 105 | 115 | 125 |
| 42,41 | 1 | 110 | 125 | 130 | 145 |
| 53,48 | 1/0 | 130 | 145 | 150 | 170 |
| 67,43 | 2/0 | 150 | 165 | 170 | 190 |
| 85,01 | 3/0 | 170 | 190 | 195 | 220 |
| 107,2 | 4/0 | 200 | 225 | 225 | 255 |
| 126,67 | 250 | 220 | 245 | 250 | 280 |
| 177,34 | 350 | 275 | 305 | 305 | 340 |
| 253,35 | 500 | 340 | 380 | 380 | 425 |
| 380,03 | 750 | 430 | 480 | 470 | 520 |
| 506,71 | 1000 | 505 | 560 | 550 | 615 |

**Tabla 310 - 77. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres conductores individualmente aislados de cobre en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por cada conducto) para una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, arreglo de conductores en ductos como indica la figura 310-1, y un factor de carga de 100%, una resistencia térmica (RHO) de 90 y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C.**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| $mm^2$ | AWG kcmil | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| Un circuito (Véase Figura 310-1 Detalle 1) | | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| 8,367 | 8 | 64 | 69 | ---- | ---- |
| 13,3 | 6 | 85 | 92 | 90 | 97 |
| 21,15 | 4 | 110 | 120 | 115 | 125 |
| 33,62 | 2 | 145 | 155 | 155 | 165 |
| 42,41 | 1 | 170 | 180 | 175 | 185 |
| 53,48 | 1/0 | 195 | 210 | 200 | 215 |
| 67,43 | 2/0 | 220 | 235 | 230 | 245 |
| 85,01 | 3/0 | 250 | 270 | 260 | 275 |
| 107,2 | 4/0 | 290 | 310 | 295 | 315 |
| 126,67 | 250 | 320 | 345 | 325 | 345 |
| 177,34 | 350 | 385 | 415 | 390 | 415 |
| 253,35 | 500 | 470 | 505 | 465 | 500 |
| 380,03 | 750 | 585 | 630 | 565 | 610 |
| 506,71 | 1000 | 670 | 720 | 640 | 690 |
| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
| $mm^2$ | AWG kcmil | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tres circuitos (Véase figura 310-1 Detalle 2) | | 56<br>73<br>95<br>125<br>140<br>160<br>185<br>210<br>235<br>260<br>315<br>375<br>460<br>525 | 60<br>79<br>100<br>130<br>150<br>175<br>195<br>225<br>255<br>280<br>335<br>405<br>495<br>665 | ----<br>77<br>99<br>130<br>145<br>165<br>185<br>210<br>240<br>260<br>310<br>370<br>440<br>495 | ----<br>83<br>105<br>135<br>155<br>175<br>200<br>225<br>255<br>280<br>330<br>395<br>475<br>535 |
| 8,367<br>13,3<br>21,15<br>33,62<br>42,41<br>53,48<br>67,43<br>85,01<br>107,2<br>126,67<br>177,34<br>253,35<br>380,03<br>506,71 | 8<br>6<br>4<br>2<br>1<br>1/0<br>2/0<br>3/0<br>4/0<br>250<br>350<br>500<br>750<br>1000 | | | | |
| Seis circuitos (Véase figura 310-1 Detalle 3) | | 48<br>62<br>80<br>105<br>115<br>135<br>150<br>170<br>195<br>210<br>250<br>300<br>365<br>410 | 52<br>67<br>86<br>110<br>125<br>145<br>160<br>185<br>210<br>225<br>270<br>325<br>395<br>445 | ----<br>64<br>82<br>105<br>120<br>135<br>150<br>170<br>190<br>210<br>245<br>290<br>350<br>390 | ----<br>68<br>88<br>115<br>125<br>145<br>165<br>185<br>205<br>225<br>265<br>310<br>375<br>415 |
| 8,367<br>13,3<br>21,15<br>33,62<br>42,41<br>53,48<br>67,43<br>85,01<br>107,2<br>126,67<br>177,34<br>253,35<br>380,03<br>506,71 | 8<br>6<br>4<br>2<br>1<br>1/0<br>2/0<br>3/0<br>4/0<br>250<br>350<br>500<br>750<br>1000 | | | | |

**Tabla 310 - 78. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres conductores individualmente aislados de aluminio en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por cada conducto) para una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, arreglo de conductores en ductos como indica la figura 310-1, y un factor de carga de 100%, una resistencia térmica (RHO) de 90 y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C.**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| Un circuito (Véase figura 310-1 Detalle 1) | | | | | |
| | | 66 | 71 | 70 | 75 |
| | | 86 | 93 | 91 | 98 |
| | | 115 | 125 | 120 | 130 |
| | | 130 | 140 | 135 | 145 |
| | | 150 | 160 | 155 | 165 |
| | | 170 | 185 | 175 | 190 |
| | | 195 | 210 | 200 | 215 |
| | | 225 | 245 | 230 | 245 |
| | | 250 | 270 | 250 | 270 |
| | | 305 | 325 | 305 | 330 |
| | | 370 | 400 | 370 | 400 |
| | | 470 | 505 | 455 | 490 |
| | | 545 | 590 | 525 | 565 |
| 13,3 | 6 | | | | |
| 21,15 | 4 | | | | |
| 33,62 | 2 | | | | |
| 42,41 | 1 | | | | |
| 53,48 | 1/0 | | | | |
| 67,43 | 2/0 | | | | |
| 85,01 | 3/0 | | | | |
| 107,2 | 4/0 | | | | |
| 126,67 | 250 | | | | |
| 177,34 | 350 | | | | |
| 253,35 | 500 | | | | |
| 380,03 | 750 | | | | |
| 506,71 | 1000 | | | | |
| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| Tres circuitos (Véase figura 310-1 Detalle 2) | | | | | |
| | | 57 | 61 | 60 | 65 |
| | | 74 | 80 | 77 | 83 |
| | | 96 | 105 | 100 | 105 |
| | | 110 | 120 | 110 | 120 |
| | | 125 | 135 | 125 | 140 |
| | | 145 | 155 | 145 | 155 |
| | | 160 | 175 | 165 | 175 |
| | | 185 | 200 | 185 | 200 |
| | | 205 | 220 | 200 | 220 |
| | | 245 | 265 | 245 | 260 |
| | | 295 | 320 | 290 | 315 |
| | | 370 | 395 | 355 | 385 |
| | | 425 | 460 | 405 | 440 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 13,3 | 6 | | | | |
| 21,15 | 4 | | | | |
| 33,62 | 2 | | | | |
| 42,41 | 1 | | | | |
| 53,48 | 1/0 | | | | |
| 67,43 | 2/0 | | | | |
| 85,01 | 3/0 | | | | |
| 107,2 | 4/0 | | | | |
| 126,67 | 250 | | | | |
| 177,34 | 350 | | | | |
| 253,35 | 500 | | | | |
| 380,03 | 750 | | | | |
| 506,71 | 1000 | | | | |
| Seis circuitos (Véase figura 310-1 Detalle 3) | | 48 | 52 | 50 | 54 |
| | | 62 | 67 | 64 | 69 |
| | | 80 | 86 | 80 | 88 |
| | | 91 | 98 | 90 | 99 |
| | | 105 | 110 | 105 | 110 |
| | | 115 | 125 | 115 | 125 |
| | | 135 | 145 | 130 | 145 |
| | | 150 | 165 | 150 | 160 |
| | | 165 | 180 | 165 | 175 |
| | | 195 | 210 | 195 | 210 |
| | | 240 | 255 | 230 | 250 |
| | | 290 | 315 | 280 | 305 |
| | | 335 | 360 | 320 | 345 |
| 13,3 | 6 | | | | |
| 21,15 | 4 | | | | |
| 33,62 | 2 | | | | |
| 42,41 | 1 | | | | |
| 53,48 | 1/0 | | | | |
| 67,43 | 2/0 | | | | |
| 85,01 | 3/0 | | | | |
| 107,2 | 4/0 | | | | |
| 126,67 | 250 | | | | |
| 177,34 | 350 | | | | |
| 253,35 | 500 | | | | |
| 380,03 | 750 | | | | |
| 506,71 | 1000 | | | | |

**Tabla 310 - 79. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable aislado de tres conductores de cobre aislados en una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por cada conducto), para una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C arreglo de cables en ductos como indica la figura 310-1, un factor de carga de 100%, una resistencia térmica (RHO) de 90 y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C.**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| Un circuito (Véase figura 310-1 Detalle 1) | | | | | |
| | | 59 | 64 | ---- | ---- |
| | | 78 | 84 | 88 | 95 |
| | | 100 | 110 | 115 | 125 |
| | | 135 | 145 | 150 | 160 |
| | | 155 | 165 | 170 | 185 |
| | | 175 | 190 | 195 | 210 |
| | | 200 | 220 | 220 | 235 |
| | | 230 | 250 | 250 | 270 |
| | | 265 | 285 | 285 | 305 |
| | | 290 | 315 | 310 | 335 |
| | | 355 | 380 | 375 | 400 |
| | | 430 | 460 | 450 | 485 |
| | | 530 | 570 | 545 | 585 |
| | | 600 | 645 | 615 | 660 |
| 8,367 | 8 | | | | |
| 13,3 | 6 | | | | |
| 21,15 | 4 | | | | |
| 33,62 | 2 | | | | |
| 42,41 | 1 | | | | |
| 53,48 | 1/0 | | | | |
| 67,43 | 2/0 | | | | |
| 85,01 | 3/0 | | | | |
| 107,2 | 4/0 | | | | |
| 126,67 | 250 | | | | |
| 177,34 | 350 | | | | |
| 253,35 | 500 | | | | |
| 380,03 | 750 | | | | |
| 506,71 | 1000 | | | | |
| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tres circuitos (Véase figura 310-1 Detalle 2) | | 53<br>69<br>89<br>115<br>135<br>150<br>170<br>195<br>225<br>245<br>295<br>355<br>430<br>485 | 57<br>74<br>96<br>125<br>145<br>165<br>185<br>210<br>240<br>265<br>315<br>380<br>465<br>520 | ----<br>75<br>97<br>125<br>140<br>160<br>185<br>205<br>230<br>255<br>305<br>360<br>430<br>485 | ----<br>81<br>105<br>135<br>155<br>175<br>195<br>220<br>250<br>270<br>325<br>385<br>465<br>515 |
| 8,367<br>13,3<br>21,15<br>33,62<br>42,41<br>53,48<br>67,43<br>85,01<br>107,2<br>126,67<br>177,34<br>253,35<br>380,03<br>506,71 | 8<br>6<br>4<br>2<br>1<br>1/0<br>2/0<br>3/0<br>4/0<br>250<br>350<br>500<br>750<br>1000 | | | | |
| Seis circuitos (Véase figura 310-1 Detalle 3) | | 46<br>60<br>77<br>98<br>110<br>125<br>145<br>165<br>185<br>200<br>240<br>290<br>350<br>390 | 50<br>65<br>83<br>105<br>120<br>135<br>155<br>175<br>200<br>220<br>270<br>310<br>375<br>420 | ----<br>63<br>81<br>105<br>115<br>130<br>150<br>170<br>190<br>205<br>245<br>290<br>340<br>380 | ----<br>68<br>87<br>110<br>125<br>145<br>160<br>180<br>200<br>220<br>275<br>305<br>365<br>405 |
| 8,367<br>13,3<br>21,15<br>33,62<br>42,41<br>53,48<br>67,43<br>85,01<br>107,2<br>126,67<br>177,34<br>253,35<br>380,03<br>506,71 | 8<br>6<br>4<br>2<br>1<br>1/0<br>2/0<br>3/0<br>4/0<br>250<br>350<br>500<br>750<br>1000 | | | | |

**Tabla 310 - 80. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable aislado de tres conductores de aluminio aislados en una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por cada conducto), para una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C arreglo de cables en ductos como indica la figura 310-1, un factor de carga de 100%, una resistencia térmica (RHO) de 90 y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C.**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| Un circuito (Véase figura 310-1 Detalle 1) | | | | | |
| | | 61 | 66 | 69 | 74 |
| | | 80 | 86 | 89 | 96 |
| | | 105 | 110 | 115 | 125 |
| | | 120 | 130 | 135 | 145 |
| | | 140 | 150 | 150 | 165 |
| | | 160 | 170 | 170 | 185 |
| | | 180 | 195 | 195 | 210 |
| | | 205 | 220 | 220 | 240 |
| | | 230 | 245 | 245 | 265 |
| | | 280 | 310 | 295 | 315 |
| | | 340 | 365 | 355 | 385 |
| | | 425 | 460 | 440 | 475 |
| | | 495 | 535 | 510 | 545 |

**Tabla 310-80. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de un cable aislado de tres conductores de aluminio aislados en una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por cada conducto), para una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C arreglo de cables en ductos como indica la figura 310-1, un factor de carga de 100%, una resistencia térmica (RHO) de 90 y temperatura de los conductores de 90 °C y 105 °C.**
**(continuación)**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105°C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| Tres circuitos (Véase figura 310-1 Detalle 2) | | | | | |
| | | 54 | 58 | 59 | 64 |
| | | 70 | 75 | 75 | 81 |
| | | 90 | 97 | 100 | 105 |
| | | 105 | 110 | 110 | 120 |
| | | 120 | 125 | 125 | 135 |
| | | 135 | 145 | 140 | 155 |
| | | 155 | 165 | 160 | 175 |
| | | 175 | 185 | 180 | 195 |
| | | 190 | 205 | 200 | 215 |
| | | 230 | 250 | 240 | 255 |
| | | 280 | 300 | 285 | 305 |
| | | 345 | 375 | 350 | 375 |
| | | 400 | 430 | 400 | 430 |
| 13,3 | 6 | | | | |
| 21,15 | 4 | | | | |
| 33,62 | 2 | | | | |
| 42,41 | 1 | | | | |
| 53,48 | 1/0 | | | | |
| 67,43 | 2/0 | | | | |
| 85,01 | 3/0 | | | | |
| 107,2 | 4/0 | | | | |
| 126,67 | 250 | | | | |
| 177,34 | 350 | | | | |
| 253,35 | 500 | | | | |
| 380,03 | 750 | | | | |
| 506,71 | 1000 | | | | |

**Tabla 310-81. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores individualmente aislados de cobre directamente enterrados en la tierra, para una temperatura de la tierra de 20 °C, un arreglo como indica la figura 310-1, un factor de carga de 100%, una resistencia térmica (RHO) de 90 y temperatura del conductor de 90 °C y 105 °C.**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| Un circuito, tres conductores (Véase figura 310-1 Detalle 9) | | | | | |
| | | 110 | 115 | ---- | ---- |
| | | 140 | 150 | 130 | 140 |
| | | 180 | 195 | 170 | 180 |
| | | 230 | 250 | 210 | 225 |
| | | 260 | 280 | 240 | 260 |
| | | 295 | 320 | 275 | 295 |
| | | 335 | 365 | 310 | 335 |
| | | 385 | 415 | 355 | 380 |
| | | 435 | 465 | 405 | 435 |
| | | 470 | 510 | 440 | 475 |
| | | 570 | 615 | 535 | 575 |
| | | 690 | 745 | 650 | 700 |
| | | 845 | 910 | 805 | 865 |
| | | 980 | 1055 | 930 | 1005 |
| 8,367 | 8 | | | | |
| 13,3 | 6 | | | | |
| 21,15 | 4 | | | | |
| 33,62 | 2 | | | | |
| 42,41 | 1 | | | | |
| 53,48 | 1/0 | | | | |
| 67,43 | 2/0 | | | | |
| 85,01 | 3/0 | | | | |
| 107,2 | 4/0 | | | | |
| 126,67 | 250 | | | | |
| 177,34 | 350 | | | | |
| 253,35 | 500 | | | | |
| 380,03 | 750 | | | | |
| 506,71 | 1000 | | | | |
| Dos circuitos, 6 conductores (Véase figura 310-1 Detalle 10) | | | | | |
| | | 100 | 110 | ---- | ---- |
| | | 130 | 140 | 120 | 130 |
| | | 165 | 180 | 160 | 170 |
| | | 215 | 230 | 195 | 210 |
| | | 240 | 260 | 225 | 240 |
| | | 275 | 295 | 255 | 275 |
| | | 310 | 335 | 290 | 315 |
| | | 355 | 380 | 330 | 355 |
| | | 400 | 430 | 375 | 405 |
| | | 435 | 470 | 410 | 440 |
| | | 520 | 560 | 495 | 530 |
| | | 630 | 680 | 600 | 645 |
| | | 775 | 835 | 740 | 795 |
| | | 890 | 960 | 855 | 920 |
| 8,367 | 8 | | | | |
| 13,3 | 6 | | | | |
| 21,15 | 4 | | | | |
| 33,62 | 2 | | | | |
| 42,41 | 1 | | | | |
| 53,48 | 1/0 | | | | |
| 67,43 | 2/0 | | | | |
| 85,01 | 3/0 | | | | |
| 107,2 | 4/0 | | | | |
| 126,67 | 250 | | | | |
| 177,34 | 350 | | | | |
| 253,35 | 500 | | | | |
| 380,03 | 750 | | | | |
| 506,71 | 1000 | | | | |

**Tabla 310-82. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores individualmente aislados de aluminio directamente enterrados en la tierra, para una temperatura de la tierra de 20 °C, un arreglo como indica la figura 310-1, un factor de carga del 100%, una resistencia térmica (RHO) de 90 y temperatura del conductor de 90 °C y 105 °C.**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| Un circuito, tres conductores (Véase figura 310-1 Detalle 9) | | | | | |
| | | 110 | 115 | 100 | 110 |
| | | 140 | 150 | 130 | 140 |
| | | 180 | 195 | 165 | 175 |
| | | 205 | 220 | 185 | 200 |
| | | 230 | 250 | 215 | 230 |
| | | 265 | 285 | 245 | 260 |
| | | 300 | 320 | 275 | 295 |
| | | 340 | 365 | 315 | 340 |
| | | 370 | 395 | 345 | 370 |
| | | 445 | 480 | 415 | 450 |
| | | 540 | 580 | 510 | 545 |
| | | 665 | 720 | 635 | 680 |
| | | 780 | 840 | 740 | 795 |
| 13,3 | 6 | | | | |
| 21,15 | 4 | | | | |
| 33,62 | 2 | | | | |
| 42,41 | 1 | | | | |
| 53,48 | 1/0 | | | | |
| 67,43 | 2/0 | | | | |
| 85,01 | 3/0 | | | | |
| 107,2 | 4/0 | | | | |
| 126,67 | 250 | | | | |
| 177,34 | 350 | | | | |
| 253,35 | 500 | | | | |
| 380,03 | 750 | | | | |
| 506,71 | 1000 | | | | |
| Dos circuitos, 6 conductores (Véase figura 310-1 Detalle 10) | | | | | |
| | | 100 | 110 | 95 | 100 |
| | | 130 | 140 | 125 | 130 |
| | | 165 | 180 | 155 | 165 |
| | | 190 | 200 | 175 | 190 |
| | | 215 | 230 | 200 | 215 |
| | | 245 | 260 | 225 | 245 |
| | | 275 | 295 | 255 | 275 |
| | | 310 | 335 | 290 | 315 |
| | | 340 | 365 | 320 | 345 |
| | | 410 | 440 | 385 | 415 |
| | | 495 | 530 | 470 | 505 |
| | | 610 | 655 | 580 | 625 |
| | | 710 | 765 | 680 | 730 |
| 13,3 | 6 | | | | |
| 21,15 | 4 | | | | |
| 33,62 | 2 | | | | |
| 42,41 | 1 | | | | |
| 53,48 | 1/0 | | | | |
| 67,43 | 2/0 | | | | |
| 85,01 | 3/0 | | | | |
| 107,2 | 4/0 | | | | |
| 126,67 | 250 | | | | |
| 177,34 | 350 | | | | |
| 253,35 | 500 | | | | |
| 380,03 | 750 | | | | |
| 506,71 | 1000 | | | | |

**Tabla 310-83. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres conductores aislados de cobre en un cable con una cubierta general (cable de tres conductores) directamente enterrados, para una temperatura de la tierra de 20 °C, un arreglo como indica la figura 310-1, un factor de carga de 100%, una resistencia térmica (RHO) de 90 y temperatura del conductor de 90 °C y 105 °C.**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| Un circuito (Véase figura 310-1 Detalle 5) | | | | | |
| | | 85 | 89 | ---- | ---- |
| | | 105 | 115 | 115 | 120 |
| | | 135 | 150 | 145 | 155 |
| | | 180 | 190 | 185 | 200 |
| | | 200 | 215 | 210 | 225 |
| | | 230 | 245 | 240 | 255 |
| | | 260 | 280 | 270 | 290 |
| | | 295 | 320 | 305 | 330 |
| | | 335 | 360 | 350 | 375 |
| | | 365 | 395 | 380 | 410 |
| | | 440 | 475 | 460 | 495 |
| | | 530 | 570 | 550 | 590 |
| | | 650 | 700 | 665 | 720 |
| | | 730 | 785 | 750 | 810 |
| 8,367 | 8 | | | | |
| 13,3 | 6 | | | | |
| 21,15 | 4 | | | | |
| 33,62 | 2 | | | | |
| 42,41 | 1 | | | | |
| 53,48 | 1/0 | | | | |
| 67,43 | 2/0 | | | | |
| 85,01 | 3/0 | | | | |
| 107,2 | 4/0 | | | | |
| 126,67 | 250 | | | | |
| 177,34 | 350 | | | | |
| 253,35 | 500 | | | | |
| 380,03 | 750 | | | | |
| 506,71 | 1000 | | | | |
| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| Dos circuitos (Véase figura 310-1 Detalle 10) | | | | | |
| | | 80 | 84 | ---- | ---- |
| | | 100 | 105 | 105 | 115 |
| | | 130 | 140 | 135 | 145 |
| | | 165 | 180 | 170 | 185 |
| | | 185 | 200 | 195 | 210 |
| | | 215 | 230 | 220 | 235 |
| | | 240 | 260 | 250 | 270 |
| | | 275 | 295 | 280 | 305 |
| | | 310 | 335 | 320 | 345 |
| | | 340 | 365 | 350 | 375 |
| | | 410 | 440 | 420 | 450 |
| | | 490 | 525 | 500 | 535 |
| | | 595 | 640 | 605 | 650 |
| | | 665 | 715 | 675 | 730 |
| 8,367 | 8 | | | | |
| 13,3 | 6 | | | | |
| 21,15 | 4 | | | | |
| 33,62 | 2 | | | | |
| 42,41 | 1 | | | | |
| 53,48 | 1/0 | | | | |
| 67,43 | 2/0 | | | | |
| 85,01 | 3/0 | | | | |
| 107,2 | 4/0 | | | | |
| 126,67 | 250 | | | | |
| 177,34 | 350 | | | | |
| 253,35 | 500 | | | | |
| 380,03 | 750 | | | | |
| 506,71 | 1000 | | | | |

**Tabla 310-84. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres conductores aislados de aluminio en un cable con una cubierta general (cable de tres conductores) directamente enterrados en la tierra, para una temperatura de la tierra de 20 °C, un arreglo como indica la figura 310-1, un factor de carga del 100%, una resistencia térmica (RHO) de 90 y temperatura del conductor de 90 °C y 105 °C.**

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001-5000 V | | Capacidad de conducción de corriente para 5001-35000 V | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 90 °C | 105 °C | 90 °C | 105 °C |
| $mm^2$ | AWG kcmil | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 | TIPO MV-90 | TIPO MV-105 |
| Un circuito (Véase figura 310-1 Detalle 5) | | | | | |
| | | 80 | 88 | 90 | 95 |
| | | 105 | 115 | 115 | 125 |
| | | 140 | 150 | 145 | 155 |
| | | 155 | 170 | 165 | 175 |
| | | 180 | 190 | 185 | 200 |
| | | 205 | 220 | 210 | 225 |
| | | 230 | 250 | 240 | 260 |
| | | 260 | 280 | 270 | 295 |
| | | 285 | 310 | 300 | 320 |
| | | 345 | 375 | 360 | 390 |
| | | 420 | 450 | 435 | 470 |
| | | 520 | 560 | 540 | 580 |
| | | 600 | 650 | 620 | 665 |
| 13,3 | 6 | | | | |
| 21,15 | 4 | | | | |
| 33,62 | 2 | | | | |
| 42,41 | 1 | | | | |
| 53,48 | 1/0 | | | | |
| 67,43 | 2/0 | | | | |
| 85,01 | 3/0 | | | | |
| 107,2 | 4/0 | | | | |
| 126,67 | 250 | | | | |
| 177,34 | 350 | | | | |
| 253,35 | 500 | | | | |
| 380,03 | 750 | | | | |
| 506,71 | 1000 | | | | |
| Dos circuitos (Véase figura 310-1 Detalle 6) | | | | | |
| | | 75 | 83 | 80 | 95 |
| | | 100 | 110 | 105 | 115 |
| | | 130 | 140 | 135 | 145 |
| | | 145 | 155 | 150 | 165 |
| | | 165 | 180 | 170 | 185 |
| | | 190 | 205 | 195 | 210 |
| | | 215 | 230 | 220 | 240 |
| | | 245 | 260 | 250 | 270 |
| | | 265 | 285 | 275 | 295 |
| | | 320 | 345 | 330 | 355 |
| | | 385 | 415 | 395 | 425 |
| | | 480 | 515 | 485 | 525 |
| | | 550 | 590 | 560 | 600 |
| 13,3 | 6 | | | | |
| 21,15 | 4 | | | | |
| 33,62 | 2 | | | | |
| 42,41 | 1 | | | | |
| 53,48 | 1/0 | | | | |
| 67,43 | 2/0 | | | | |
| 85,01 | 3/0 | | | | |
| 107,2 | 4/0 | | | | |
| 126,67 | 250 | | | | |
| 177,34 | 350 | | | | |
| 253,35 | 500 | | | | |
| 380,03 | 750 | | | | |
| 506,71 | 1000 | | | | |

**Tabla 310-85. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres conductores de cobre en configuración tríplex directamente enterrados, para una temperatura de la tierra de 20 °C, un arreglo como indica la figura 310-1, un factor de carga de 100%, una resistencia térmica (RHO) de 90 y temperatura del conductor de 90 °C y 105 °C.**

**61 cm**

**Detalle 7**
Cable tríplex enterrado
(un circuito)

**Detalle 8**
Dos cables tríplex enterrados
(dos circuitos)

| Tamaño nominal del conductor | | Capacidad de conducción de corriente para 2001- 5000 V | Capacidad de conducción de corriente para 5001- 35000 V |
|---|---|---|---|
| $mm^2$ | AWG kcmil | | |
| Un circuito, tres conductores (Véase figura 310-1 Detalle 7) | | 90<br>120<br>150<br>195<br>225<br>255<br>290<br>330<br>375<br>410<br>490<br>590<br>725<br>825 | 115<br>150<br>190<br>215<br>245<br>275<br>315<br>360<br>390<br>470<br>565<br>385<br>770 |
| 8,367<br>13,3<br>21,15<br>33,62<br>42,41<br>53,48<br>67,43<br>85,01<br>107,2<br>126,67<br>177,34<br>253,35<br>380,03<br>506,71 | 8<br>6<br>4<br>2<br>1<br>1/0<br>2/0<br>3/0<br>4/0<br>250<br>350<br>500<br>750<br>1000 | | |
| Dos circuitos, seis conductores (Véase figura 310-1 Detalle 8) | | 85<br>110<br>140<br>180<br>205<br>235<br>265<br>300<br>340<br>370<br>445<br>535<br>650<br>740 | ----<br>105<br>140<br>175<br>200<br>225<br>255<br>290<br>325<br>355<br>426<br>510<br>615<br>690 |
| 8,367<br>13,3<br>21,15<br>33,62<br>42,41<br>53,48<br>67,43<br>85,01<br>107,2<br>126,67<br>177,34<br>253,35<br>380,03<br>506,71 | 8<br>6<br>4<br>2<br>1<br>1/0<br>2/0<br>3/0<br>4/0<br>250<br>350<br>500<br>750<br>1000 | | |

**Tabla 310-86. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de tres conductores de aluminio en configuración tríplex directamente enterrados en la tierra, para una temperatura de la tierra de 20 °C, un**

**arreglo como indica la figura 310-1, un factor de carga del 100%, una resistencia térmica (RHO) de 90 y temperatura del conductor de 90 °C y 105 °C.**

**61 cm**

**Detalle 7**
Cable tríplex enterrado
(un circuito)

**Detalle 8**
Dos cables tríplex enterrados
(dos circuitos)

| Tamaño nominal del conductor en: | | Capacidad de conducción de corriente para 2001- 5000 V | Capacidad de conducción de corriente para 5001- 35000 V |
|---|---|---|---|
| $mm^2$ | AWG kcmil | | |
| Un circuito, tres conductores (Véase figura 310-1 Detalle 7) | | 90<br>120<br>155<br>175<br>200<br>225<br>255<br>290<br>320<br>385<br>465<br>580<br>670 | 90<br>115<br>145<br>165<br>190<br>215<br>245<br>280<br>305<br>370<br>445<br>550<br>635 |
| 13,3<br>21,15<br>33,62<br>42,41<br>53,48<br>67,43<br>85,01<br>107,2<br>126,67<br>177,34<br>253,35<br>380,03<br>506,71 | 6<br>4<br>2<br>1<br>1/0<br>2/0<br>3/0<br>4/0<br>250<br>350<br>500<br>750<br>1000 | | |
| Dos circuitos, seis conductores (Véase figura 310-1 Detalle 8) | | 85<br>110<br>140<br>160<br>180<br>205<br>235<br>265<br>290<br>350<br>420<br>520<br>600 | 85<br>105<br>135<br>155<br>175<br>200<br>225<br>255<br>280<br>335<br>405<br>485<br>565 |
| 13,3<br>21,15<br>33,62<br>42,41<br>53,48<br>67,43<br>85,01<br>107,2<br>126,67<br>177,34<br>253,35<br>380,03<br>506,71 | 6<br>4<br>2<br>1<br>1/0<br>2/0<br>3/0<br>4/0<br>250<br>350<br>500<br>750<br>1000 | | |

Observaciones a las Tablas 310-69 a 310-86

**1.** Temperaturas ambientes distintas a las de las tablas. Las capacidades de conducción de corriente a temperatura ambiente distinta a la de las tablas, se deben calcular mediante la siguiente fórmula:

$$I_2 = I_1 \sqrt{\frac{TC \; - \; TA_2 \; - \; \Delta TD}{TC \; - \; TA_1 \; - \; \Delta TD}}$$

donde:

$I_1$ = Capacidad de conducción de corriente que dan las tablas para una temperatura ambiente $TA_1$

$I_2$ = Capacidad de conducción de corriente para una temperatura ambiente $TA_2$

TC = Temperatura del conductor en °C

$TA_1$ = Temperatura ambiente de las tablas en °C

$TA_2$ = Temperatura ambiente deseada en °C

$\Delta TD$ = Aumento de temperatura por pérdidas del dieléctrico

**2.** Blindajes puestos a tierra. Las capacidades de conducción de corriente mostradas en las Tablas 310-69, 310-70, 310-81 y 310-82 son para cables con blindajes puestos a tierra sólo en un punto. Si están puestos a tierra en más de un punto, se debe ajustar la capacidad de conducción de corriente teniendo en cuenta el calentamiento debido a las corrientes del blindaje.

**3.** Profundidad de enterramiento de los circuitos subterráneos. Cuando la profundidad de los bancos de ductos directamente enterrados sea distinta a la de los valores de la tabla o figura, se pueden modificar las capacidades de conducción de corriente de acuerdo con los siguientes apartados (a) y (b):

a) Si aumenta la profundidad de una parte o partes de un ducto eléctrico, no es necesario reducir la capacidad de conducción de corriente de los conductores, siempre que la longitud total de las partes cuya profundidad es mayor para evitar obstáculos, sea menor de 25% de la longitud total del recorrido.

b) Si la profundidad es mayor que la de una tabla o figura se debe aplicar un factor de corrección de 6% por cada 0,30 m de aumento de profundidad, para cualquier valor de RHO. No es necesario aplicar el factor de corrección cuando la profundidad sea menor.

**4.** Resistividad térmica. Para efectos de esta NOM, resistividad térmica es la capacidad de transmisión de calor por conducción a través de una sustancia. Es la inversa de la conductividad térmica y se expresa en “RHO”, en unidades °C cm/W.

**5.** Ductos eléctricos utilizados en la figura 310-1. Se permite que la separación entre los ductos (canalizaciones) eléctricos, tal como los define la figura 310-1, sea menor a la indicada cuando esos ductos o canalizaciones entren en cubiertas de equipos desde una canalización subterránea, sin necesidad de reducir la capacidad de conducción de corriente de los conductores instalados en dichos ductos o canalizaciones.

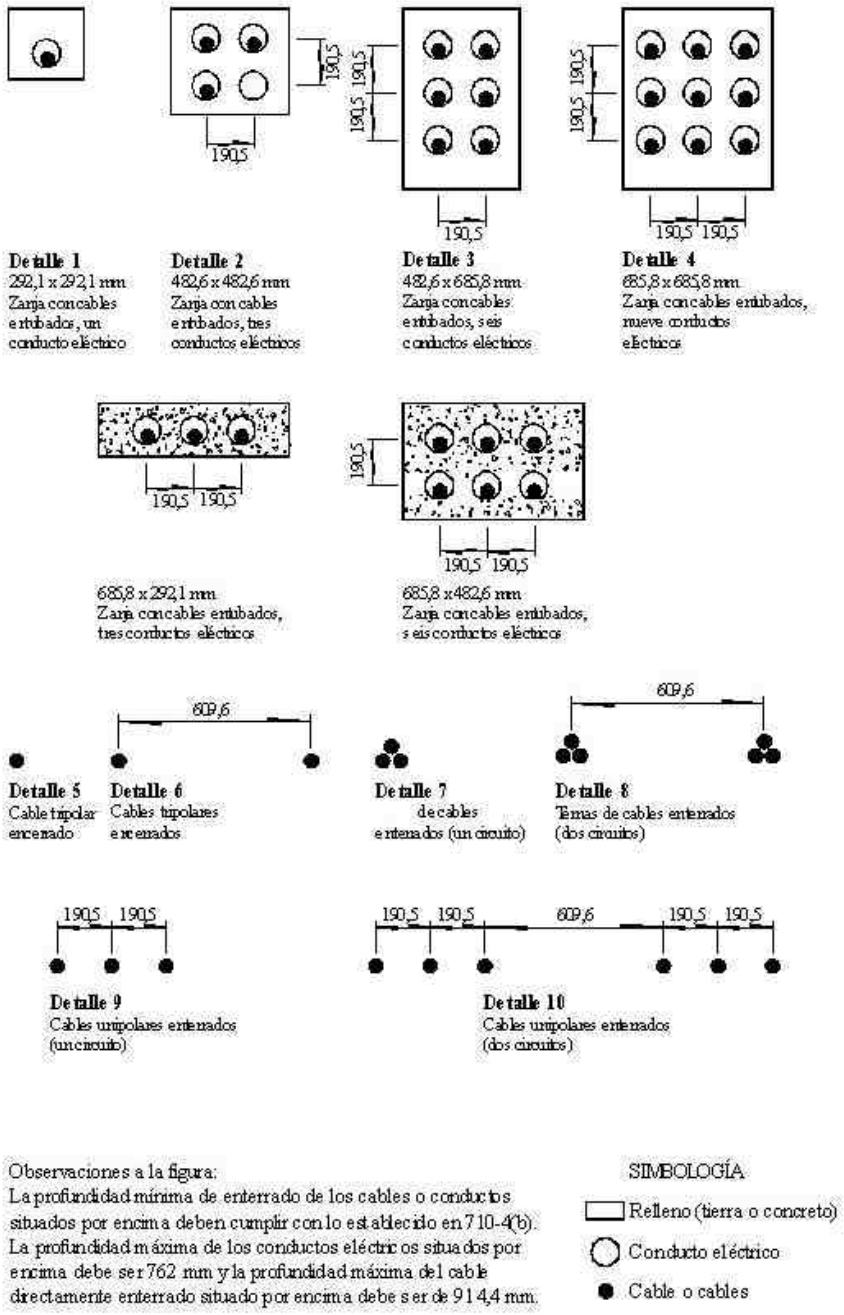



**Figura 310-1. Dimensiones para la instalación de cables en ductos aplicables a las Tablas 310-77 a 310-86**

## ARTÍCULO 318 - SOPORTES TIPO CHAROLA PARA CABLES

**318-1. Alcance.** Este Artículo cubre los sistemas de soporte para cables tipo charola, incluyendo escalera, fondo ventilado, malla, fondo expandido, canales ventilados, fondo sólido y otras estructuras similares. Para más información consultar las normas de producto.

**318-2. Definición. Sistema de soportes tipo charola para cables**. Es una unidad o conjunto de unidades o secciones y accesorios, que forman un sistema estructural rígido utilizado para soportar cables y canalizaciones.

**318-3. Usos permitidos.** Las soportes tipo charola para cables no se limitarán a los establecimientos industriales.

**a)** Métodos de alambrado. Se permite la instalación en soporte tipo charola para cables, en las condiciones establecidas en sus respectivos Artículos, para lo siguiente:

**1)** Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral (Artículo 330)
**2)** Tubo *(conduit)* no-metálico (Artículo 331)
**3)** Cables blindados (Artículo 333)
**4)** Cables con cubierta metálica (Artículo 334)
**5)** Cables con cubierta no-metálica (Artículo 336)
**6)** Cables multiconductores para entrada de acometida (Artículo 338)
**7)** Cables multiconductores para alimentadores subterráneos y circuitos derivados (Artículo 339)
**8)** Cables de energía y control para uso en soporte tipo charola (Artículo 340)
**9)** Cables de instrumentos para uso en soporte tipo charola
**10)** Cables de baja energía para uso en soporte tipo charola (Secciones 725-50, 725-51 y 725-53)
**11)** Otros cables multiconductores de energía, señales y control montados en fábrica, específicamente aprobados para su instalación en soportes tipo charola para cables
**12)** Cables monoconductores tipos THW-LS, THHW-LS, XHHW-LS para interiores o exteriores donde se requiera mayor protección contra la propagación de incendio y de baja emisión de humos (Artículo 310). Cuando no se requieran las características anteriores pueden usarse conductores con aislamiento tipo THHN y THWN (Artículo 310)
**13)** Tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado (Artículo 345)
**14)** Tubo *(conduit)* metálico tipo pesado (Artículo 346)
**15)** Tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado (Artículo 347)
**16)** Tubo *(conduit)* metálico tipo ligero (Artículo 348)
**17)** Tubo *(conduit)* metálico flexible tipo ligero (Artículo 349)
**18)** Tubo *(conduit)* metálico flexible uso general (Artículo 350)
**19)** Cables de fibra óptica (Artículo 770)
**20)** Tubo *(conduit)* flexible hermético a los líquidos metálico y no-metálico (Artículo 351)

Cuando los conductores o cables del listado anterior quedan expuestos a los rayos directos del Sol, deben ser aprobados como resistentes a los rayos solares.

**b) En instalaciones industriales.** Los métodos de alambrado indicados en 318-3(a) se pueden utilizar en cualquier establecimiento industrial en las condiciones establecidas en sus respectivos Artículos. En instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de soporte tipo charola para cables es atendido sólo por personas calificadas, se permite instalar cualquiera de los siguientes cables en soporte tipo charola para cables, en los tipos escalera, malla o de fondo ventilado.

**1) Cables monoconductores.** Los cables monoconductores deben ser de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayor y de un tipo aprobado para su uso en soportes tipo charola para cables. Cuando se instalen cables monoconductores de tamaño nominal de 53,48 $mm^2$ (1/0 AWG) a 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG) en soportes tipo escalera, la separación de los travesaños debe ser de 23 cm, como máximo. Cuando se instalen cables monoconductores de tamaño nominal menores a 53,48 $mm^2$ (1/0 AWG) y hasta 21,15 $mm^2$ (4 AWG) en soportes tipo escalera, la separación de los travesaños debe ser de 15 cm, como máximo.

***Excepción 1:*** *Los cables de máquinas de soldar eléctricas, como se permite en el Artículo 630 Parte E.*

***Excepción 2:*** *Los cables monoconductores utilizados como conductores de puesta a tierra de equipo, pueden estar aislados, cubiertos o desnudos, de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayores.*

**2) Multiconductores.** Los cables multiconductores de tipo MV (Artículo 326), cuando estén expuestos directamente al Sol, deben estar aprobados e identificados como resistentes a los rayos solares.

**c) En lugares peligrosos (clasificados).** Los soportes tipo charola para cables en lugares peligrosos (clasificados), sólo deben contener los tipos de cables permitidos en 501-4, 502-4, 503-3 y 504-20.

**d) Soporte tipo charola no-metálico para cables**. Se permite utilizar soportes tipo charola no-metálicos para cables en zonas corrosivas y en las que requieran aislamiento a la tensión eléctrica.

**318-4. Usos no permitidos.** No está permitido utilizar sistemas de soporte tipo charola para cables:

**a)** En cubos de elevadores o donde puedan estar sujetos a daño físico severo.
**b)** En espacios de manejo de aire ambiental, excepto lo permitido en 300-22.
**c)** Como conductor de puesta a tierra de equipos.

**318-5. Especificaciones de construcción**

**a) Resistencia y rigidez.** Los soportes tipo charola para cables deben tener resistencia y rigidez suficientes para que ofrezcan un soporte adecuado a todos los cables instalados en ellos.

**b) Bordes lisos.** Los soportes tipo charola para cables no deben tener bordes afilados, rebabas o salientes que puedan dañar las cubiertas o aislamientos de los cables.

**c) Protección contra la corrosión.** Los soportes tipo charola para cables deben ser de un material resistente a la corrosión o, si son de metal, deben estar adecuadamente protegidos contra la corrosión.

**d) Rieles laterales.** Los soportes tipo charola para cables deben tener rieles laterales u otros miembros estructurales equivalentes.

**e) Accesorios.** Los soportes tipo charola para cables deben incluir dispositivos o tener accesorios u otros medios adecuados para poder cambiar la dirección y elevación de los cables.

**f) Soporte para cables tipo charola no-metálicos.** Los soportes tipo charola para cables no-metálicos deben estar hechos de material resistente a la propagación de la flama.

**318-6. Instalación**

**a) Sistema completo.** Los soportes tipo charola para cables deben instalarse como sistemas completos. Si en campo o durante la instalación se hacen curvas o modificaciones, deben estar de manera que se mantenga la continuidad eléctrica del sistema y el soporte continuo de los cables. Se permite que los sistemas de soporte para cables tipo charola tengan segmentos mecánicamente discontinuos entre los tramos de cables o entre los cables y el equipo. El sistema debe ofrecer soporte a los cables según lo establecido en los correspondientes Artículos. Si se hacen empalmes, deben cumplir con lo establecido en 250-75.

**b) Terminación antes de la instalación.** Cada tramo del soporte para cables tipo charola debe estar completamente terminado antes de la instalación de los cables.

**c) Apoyos**. Se deben instalar apoyos que eviten esfuerzos sobre los cables cuando éstos entren al soporte para cables tipo charola desde canalizaciones u otros envolventes. En los soportes tipo charola que lleguen o pasen a través del piso, deben colocarse tapas que lleguen hasta una altura mínima de 1,80 m sobre el nivel del piso terminado. Cuando se emplean tapas en soportes tipo charolas instalados en exteriores, deben asegurarse firmemente para evitar que se desprendan por efectos del viento.

**d) Cubiertas.** En las partes o tramos que los soportes tipo charola estén expuestos a la caída de objetos o a la acumulación de escombro o materiales corrosivos o donde se requiera mayor protección, se deben instalar tapas o cubiertas protectoras de un material compatible con el del soporte.

**e) Cables multiconductores de 600 V nominales o menos.** Se permite instalar en el mismo soporte tipo charola cables multiconductores de 600 V nominales o menos.

**f) Cables de más de 600 V nominales.** No se deben instalar en el mismo soporte tipo charola cables de más de 600 V nominales con otros cables de 600 V nominales o menores.

***Excepción 1:*** *Cuando estén separados por una barrera fija de un material sólido compatible con el del soporte tipo charola.*

***Excepción 2:*** *Cuando los cables de más de 600 V sean tipo MC.*

**g) Paso a través de paredes y separaciones.** Se permite que los soportes tipo charola para cables se prolonguen transversalmente a través de paredes y tabiques o verticalmente a través de pisos y plataformas en lugares mojados o secos cuando la instalación completa con los cables esté hecha de acuerdo con los requisitos indicados en 300-21.

**h) Expuestos y accesibles.** Los soportes para cables tipo charola deben estar expuestos y accesibles, excepto en lo permitido en 318-6(g).

**i) Acceso adecuado.** Alrededor de los soportes tipo charola se debe dejar y mantener un espacio suficiente que permita el acceso adecuado para la instalación y mantenimiento de los cables.

**j) Tubo *(conduit)* y cables instalados en soportes tipo charola.** En instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de soporte tipo charola es atendido únicamente por personas calificadas y estén proyectados de modo que puedan soportar la carga, se permite apoyar tubos *(conduit)* y cables. Para la terminación de los tubos *(conduit)* en la charola se debe utilizar una abrazadera o adaptador aprobado y listado y no será necesario un soporte a menos de 0,90 m de la charola. Para los tubos *(conduit)* y cables que vayan paralelos a la charola, al lado de ella o por debajo, los soportes deberán cumplir los requisitos establecidos en los correspondientes Artículos relativos al tubo *(conduit)* o al cable.

**k) Derivaciones a equipo.** Las derivaciones de soportes tipo charola a equipos deben realizarse de forma que el agua pueda drenarse lejos de la entrada al equipo.

**318-7. Puesta a tierra de los soportes para cables**

**a) Soporte metálico para cables tipo charola.** Los soportes tipo charola metálicos para cables que soporten conductores se deben poner a tierra como lo exige el Artículo 250 para las cubiertas de conductores. Para la puesta a tierra deben cumplirse los siguientes requisitos:

**1)** Las secciones de soporte tipo charola, los accesorios y otras canalizaciones conectadas deben empalmarse o unirse según lo establecido en 250-75, utilizando conectadores mecánicos con tornillos o puentes de unión que cumplan los requisitos establecidos en 250-79.

**2)** Para efectuar la conexión de puesta a tierra del sistema de soporte tipo charola, se debe proveer de un cable de puesta a tierra de un material compatible con el del soporte y en toda la extensión del sistema de soporte tipo

charola. El conductor debe unirse eléctricamente a los soportes tipo charola utilizando conectadores metálicos con tornillos o puentes de unión de sección transversal adecuada a intervalos no-mayores a 15 m. El tamaño nominal del conductor de puesta a tierra debe basarse en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito o circuitos instalados en el soporte tipo charola.

**3)** El conductor de puesta a tierra puede alojarse en la parte exterior del soporte tipo charola, siempre que no quede expuesto a daño mecánico.

**318-8. Instalación de los cables**

**a) Empalmes.** Se permiten empalmes hechos y aislados con métodos y accesorios aprobados, en un soporte para cables tipo charola, siempre que sean accesibles y no sobresalgan de los rieles laterales.

**b) Amarres de seguridad.** En los tramos distintos a los horizontales, los cables se deben fijar firme y seguramente a los travesaños de los soportes tipo charola. Los cables o conjuntos de cables deben fijarse firme y en forma segura a los soportes tipo charola en todos los tramos a distancias no-mayores a 70 cm. El material de los amarres debe ser de forma que no afecte al aislamiento o a la cubierta de los cables y ser resistente a los esfuerzos dinámicos y mecánicos en operación normal y en condiciones de falla. En caso de alambrados expuestos al Sol o a la intemperie, los amarres deben ser aprobados para esas condiciones ambientales.

**c) Tubo *(conduit)* y acoplamientos.** Cuando los cables o conductores estén instalados en tubo *(conduit)* y acoplamientos utilizados para soporte o protección contra daño físico, no es necesario instalar una caja.

**d) Conexión en paralelo.** Cuando los cables monoconductores (fase o neutro) de un circuito se conecten en paralelo como se permite en 310-4, los conductores se deben instalar en grupos consistentes en no-más de un conductor por fase o neutro para prevenir desbalanceo de corriente eléctrica en los conductores en paralelo, debidos a la reactancia inductiva.

Los cables monoconductores se deben amarrar firmemente en grupos de circuitos para evitar movimiento excesivo si se producen esfuerzos mecánicos por fallas a tierra.

No se requiere enlazar los cables cuando los cables monoconductores estén cableados entre sí, como en los conjuntos tríplex o cuádruplex hechos en fábrica, pero sí deben sujetarse al soporte tipo charola.

**e) Cables monoconductores.** Cuando los cables monoconductores instalados en un soporte tipo escalera, fondo ventilado o malla sean de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) a 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG), deben colocarse en una sola capa y la suma de los diámetros de los cables no debe exceder el ancho del soporte tipo charola. Cuando los cables monoconductores son cableados entre sí (tríplex o cuádruplex) o son amarrados entre sí formando conjuntos, la suma de los diámetros de los conjuntos de cables no debe exceder el ancho del soporte tipo charola y los grupos deben colocarse en una sola capa.

**f) Cables de diferentes tensiones eléctricas.** Los soportes tipo charola para cables con elementos de diferente nivel de tensión eléctrica deben ser colocados en un orden tal que los cables de mayor tensión queden más alejados de las personas.

**g) Capacidad de carga de los soportes.** El soporte para cables tipo charola debe seleccionarse de forma que la suma de los pesos de los cables y canalizaciones que se coloquen sobre él, sea igual o menor que la capacidad de carga aprobada para el producto (véase 110-2).

**318-9. Número de cables multiconductores de 2000 V nominales o menos en soporte para cables tipo charola.** El número de cables multiconductores de 2000 V nominales o menos permitidos en un soporte para cables tipo charola, no debe superar lo establecido en esta Sección. Los tamaños nominales de los conductores mencionados se refieren tanto a conductores de cobre como de aluminio.

**a) Cualquier combinación de cables.** Cuando un soporte para cables tipo charola, de fondo ventilado o tipo malla contenga cables multiconductores de energía o de iluminación o cualquier combinación de cables multiconductores de energía, iluminación, control y señales, el número máximo de cables debe ser el siguiente:

**1)** Si todos los cables son de 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG) o mayores, la suma de los diámetros de todos ellos incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho del soporte y los cables deben ir instalados en una sola capa.

**2)** Si todos los cables son menores de 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales incluyendo el aislamiento de todos los cables no debe superar la superficie máxima permisible de la columna 1 en la Tabla 318-9, para el correspondiente ancho del soporte.

**3)** Si en el mismo soporte se instalan cables de 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG) o mayores con cables menores a 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales incluyendo el aislamiento de todos los cables menores a 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG) no debe superar la superficie máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 318-9 para el correspondiente ancho del soporte. Los cables de 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG) y mayores se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

**b) Cables multiconductores sólo de control y/o señalización.** Cuando un soporte para cables tipo escalera, de fondo ventilado o tipo malla para cables, con una profundidad interior útil de 15 cm o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señalización, la suma del área de sección transversal de todos los cables incluyendo el aislamiento, en cualquier sección de la charola no debe superar 50% de la sección interior de dicha charola.

Cuando la profundidad interior útil de la charola sea de más de 15 cm, para calcular la sección interior máxima admisible de la charola se debe tomar una profundidad de 15 cm.

**c) Charola de fondo sólido para cualquier combinación de cables.** Cuando un soporte para cables tipo charola de fondo sólido contenga cables multiconductores de energía o iluminación o cualquier combinación de cables multiconductores de energía, iluminación, señalización y control, el número máximo de cables que contenga debe ser el siguiente:

**1)** Si todos los cables son de 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG) o mayores, la suma de los diámetros incluyendo el aislamiento de todos ellos no debe superar 90% del ancho del soporte y los cables deben ir instalados en una sola capa.

**2)** Si todos los cables son menores a 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento no debe superar la superficie máxima permisible de la columna 3 de la Tabla 318-9 para el ancho apropiado del soporte.

**3)** Si en el mismo soporte se instalan cables de 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG) o mayores con cables menores a 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG), la suma de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento menores a 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG) no debe superar la superficie máxima permisible resultante del cálculo de la columna 4 de la Tabla 318-9 para el ancho apropiado del soporte. Los cables de 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG) y mayores se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

**d) Soporte para cables tipo fondo sólido con cables multiconductores únicamente de control y señalización.** Cuando un soporte para cables tipo charola de fondo sólido, con una profundidad interior útil de 15 cm o menos, sólo contenga cables multiconductores de control o señalización, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento en cualquier sección del soporte no debe superar 40% del área de la sección transversal interior de dicho soporte. Cuando la profundidad interior útil del soporte sea de más de 15 cm, para calcular el área de la sección transversal interior máxima admisible del soporte se debe tomar una profundidad de 15 cm.

**Tabla 318-9. Superficie máxima admisible de los cables multiconductores en soportes tipo escalera, tipo malla, de fondo ventilado o sólido para cables de 2000 V nominales o menos**

| Ancho interior de la charola en cm | Superficie máxima admisible de los cables multiconductores en $cm^2$ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Soportes tipo escalera, malla o fondo ventilado, Sección 318-9(a) | | Soportes para cables de fondo sólido, Sección 318-9(c) | |
| | Columna 1 Aplicable sólo a la Sección 318-9(a)(2) $cm^2$ | Columna 2* Aplicable sólo a la Sección 318-9(a)(3) $cm^2$ | Columna 3 Aplicable sólo a la Sección 318-9(c)(2) $cm^2$ | Columna 4* Aplicable sólo a la Sección 318-9(c)(3) $cm^2$ |
| 15 | 45 | 45 - (3 Sd)** | 35 | 35 - 2,5 Sd |
| 21 | 68 | 68 - (3 Sd) | 52 | 52 - 2,5 Sd |
| 30 | 90 | 90 - (3 Sd) | 70 | 70 - 2,5 Sd |
| 45 | 135 | 135 - (3 Sd) | 106 | 106 - 2,5 Sd |
| 60 | 180 | 180 - (3 Sd) | 142 | 142 - 2,5 Sd |
| 75 | 225 | 225 - (3 Sd) | 177 | 177 - 2,5 Sd |
| 90 | 270 | 270 - (3 Sd) | 213 | 213 - 2,5 Sd |

*La superficie máxima admisible de las columnas 2 y 4 se debe calcular. Por ejemplo, la superficie máxima admisible, en $mm^2$, de un soporte para cables tipo charola de 15 cm de ancho de la columna 2, debe ser 45 - (3 Sd)

**La expresión Sd de las columnas 2 y 4 es la suma de diámetros en cm de todos los cables multiconductores de 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG) y mayores instalados en el mismo soporte tipo charola con cables más pequeños.

**Nota:** Para anchos de soportes no incluidos en la tabla, interpolar los valores.

**e) Soporte tipo canal ventilado o malla para cables.** Cuando se instalen cables multiconductores de cualquier tipo en soporte tipo canal ventilado o malla para cables, se debe aplicar lo siguiente:

**1)** Cuando sólo haya instalado un cable multiconductor, el área de su sección transversal no debe exceder el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 318-9(e).

**2)** Cuando haya instalado 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 318-9(e).

**Tabla 318-9(e). Superficie máxima admisible de los cables multiconductores en soportes tipo charola de canal ventilado o malla para cables de 2000 V nominales o menos**

| Ancho interior del canal (cm) | Superficie máxima admisible de los cables multiconductores ($cm^2$) | |
|---|---|---|
| | Columna 1<br>Un solo cable | Columna 2<br>Más de un cable |
| 5 | 8 | 5 |
| 7,5 | 15 | 8 |
| 10 | 30 | 16 |
| 15 | 45 | 25 |

**318-10. Número de cables monoconductores de 2000 V nominales o menores en soporte para cables tipo charola.** El número de cables monoconductores de 2000 V nominales o menos permitidos en una sola parte de un soporte tipo charola, no debe superar lo establecido en esta sección. Los conductores o conjuntos de conductores se deben distribuir uniformemente a lo ancho de todo el soporte. Los tamaños nominales utilizados en este soporte se refieren tanto a conductores de cobre como de aluminio.

**a) Soporte tipo escalera, de fondo ventilado o malla para cables.** Cuando un soporte tipo escalera, de fondo ventilado o malla contenga cables monoconductores, el número máximo de éstos debe cumplir con los siguientes requisitos:

**1)** Si todos los cables son de 506,7 $mm^2$ (1000 kcmil) o mayores, la suma de los diámetros de los cables incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho del soporte tipo charola.

**2)** Si todos los cables son de 126,7 $mm^2$ (250 kcmil) a 506,7 $mm^2$ (1000 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento no debe superar la superficie máxima permitida en la Columna 1 de la Tabla 318-10, para el ancho correspondiente del soporte.

**3)** Si hay instalados en la misma charola cables monoconductores de 506,7 $mm^2$ (1000 kcmil) o mayores con cables monoconductores menores a 506,7 $mm^2$ (1000 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables incluyendo el aislamiento menores a 506,7 $mm^2$ (1000 kcmil) no debe superar la superficie máxima admisible resultante del cálculo de la Columna 2 de la Tabla 318-10, para el ancho correspondiente del soporte.

**4)** Cuando cualquiera de los cables instalados sean de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) a 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG), la suma de los diámetros de todos los cables monoconductores incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho del soporte.

**b) Soporte tipo canal ventilado o malla para cables.** Cuando un soporte tipo canal ventilado o malla de 5 cm, 7,5 cm, 10 cm o 15 cm de ancho contenga cables monoconductores, la suma de los diámetros de todos los cables monoconductores incluyendo el aislamiento no debe superar el ancho interior del canal.

**318-11. Capacidad de conducción de corriente de los cables de 2000 V o menores en soportes tipo charola para cables**

**a) Cables multiconductores.** La capacidad de conducción de corriente de los cables multiconductores de 2000 V nominales o menores, instalados según los requisitos indicados en 318-9, deben cumplir con la capacidad de conducción de corriente de las Tablas 310-16 y 310-18. Los factores de corrección del Artículo 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V, se deben aplicar sólo a cables multiconductores con más de tres conductores que transporten corriente eléctrica. La corrección se debe limitar al número de conductores que transportan corriente eléctrica en el cable y no al número de conductores en el soporte tipo charola.

***Excepción 1:*** *Cuando los soportes tipo charola para cables tengan cubiertas continuas a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables multiconductores tengan más de 95% de la capacidad de conducción de corriente indicada en las Tablas 310-16 y 310-18.*

***Excepción 2:*** *Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en soporte para cables tipo charola sin cubierta, guardando una separación entre cables no-inferior al diámetro del cable, su capacidad de conducción de corriente no debe exceder la establecida en 310-15(b) para cables multiconductores con no-más de tres conductores aislados de 0 a 2000 V nominales al aire libre, corregido para la correspondiente temperatura ambiente. Véase la Tabla A-310-3 del Apéndice A.*

**Tabla 318-10. Superficie máxima admisible de los cables monoconductores en soportes tipo escalera, malla, de canal ventilado para cables de 2000 V nominales o menos**

| Ancho interior de la charola (cm) | Superficie máxima admisible de los cables monoconductores ($cm^2$) | |
|---|---|---|
| | Columna 1<br>Aplicable sólo a la Sección<br>318-10(a)(2) | Columna 2<br>aplicable sólo a la Sección<br>318-10(a)(3) |
| 15 | 42 | 42 - (2,8 Sd) ** |
| 23 | 61 | 61 - (2,8 Sd) |
| 30 | 84 | 84 - (2,8 Sd) |
| 45 | 125 | 125 - (2,8 Sd) |
| 60 | 168 | 168– (2,8 Sd) |
| 75 | 210 | 210– (2,8 Sd) |
| 90 | 252 | 252– (2,8 Sd) |

*La superficie máxima admisible de la Columna 2 se debe calcular. Por ejemplo, la superficie máxima admisible, en $cm^2$, de una charola de 15 cm de ancho de la Columna 2, debe ser 42 - (2,8 Sd)

**La expresión Sd de la columna 2 es la suma de diámetros en cm de todos los cables monoconductores de 506,7$mm^2$ (1000 kcmil) y mayores instalados en la misma charola con cables más pequeños.

**b) Cables monoconductores.** Los factores de corrección del artículo 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V, no se deben aplicar a la capacidad de conducción de corriente de los cables en soportes tipo charola. La capacidad de conducción de corriente permisible de un cable monoconductor o de los cables monoconductores instalados juntos (en grupos de tres, de cuatro, etc.) de 2000 V nominales o menores, debe cumplir lo siguiente:

**1)** Cuando se instalen cables monoconductores de 304 $mm^2$ (600 kcmil) y mayores en soportes tipo charola para cables sin tapar, según los requisitos indicados en 318-10, su capacidad de conducción de corriente no debe exceder 75% de la capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-17 y 310-19. Cuando los soportes tipo charola para cables estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables monoconductores de 304 $mm^2$ (600 kcmil) y mayores tengan más de 70% de la capacidad de conducción de corriente permitida de las Tablas 310-17 y 310-19.

**2)** Cuando se instalen cables monoconductores de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) a 253,4 $mm^2$ (500 kcmil) en soportes tipo charola para cables sin cubrir, según los requisitos de 318-10, su capacidad de conducción de corriente permitida, no debe superar 65% de la capacidad de conducción de corriente permitida de las Tablas 310-17 y 310-19. Cuando los soportes tipo charola para cables estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que cables monoconductores de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) a 253,4 mm2 (500 kcmil) tengan más de 60% de la capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-17 y 310-19.

**3)** Cuando se instalen cables monoconductores en una sola capa en soportes tipo charola para cables sin cubrir, guardando una separación entre cables no-inferior al diámetro de cada conductor, la capacidad de conducción de corriente permitida en cables de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) y mayores no debe superar la capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-17 y 310-19.

**4)** Cuando se instalen cables monoconductores en configuración triangular o cuadrada en soportes tipo charola para cables sin tapar, guardando una separación entre circuitos no-inferior a 2,15 veces el diámetro exterior de un conductor (2,15 x DE), de cables de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) y mayores no debe superar la capacidad de conducción de corriente permitida de dos o tres cables monoconductores aislados de 0 a 2000 V nominales soportados por un mensajero, como se indica en la Tabla A-310-2 del Apéndice A.

**318-12. Número de cables de Tipo MV y MC de 2001 V nominales en adelante en soportes tipo charola para cables.** El número de cables de 2001 V nominales en adelante, permitido en una sola charola de cables, no debe superar los requisitos de esta Sección.

La suma de diámetros de los cables monoconductores y multiconductores no debe exceder el ancho de la charola y los cables deben estar instalados en una sola capa. Cuando los cables monoconductores vayan en grupos de tres, cuatro o a grupos por circuitos, la suma de los diámetros de todos los conductores no debe superar el ancho del soporte tipo charola y estos grupos se deben instalar en una sola capa.

**318-13. Capacidad de conducción de corriente permitida de los cables de Tipo MV y MC (de 2001 V nominales en adelante) en los soportes tipo charola para cables.** La capacidad de conducción de corriente permitida de los cables de 2001 V nominales en adelante, instalados en soportes tipo charola según lo indicado en 318-12, no debe exceder los requisitos de esta Sección:

**a) Cables multiconductores (de 2001 V nominales en adelante).** La capacidad de conducción de corriente permitida de los cables multiconductores debe cumplir los requisitos de capacidad de conducción de corriente permitida en las Tablas 310-75 y 310-76.

***Excepción 1:*** *Cuando los soportes tipo charola para cables estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables multiconductores tengan más de 95% de la capacidad nominal indicada en las Tablas 310-75 y 310-76.*

***Excepción 2:*** *Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en soportes tipo charola para cables sin tapar, guardando una separación entre cables no-inferior al diámetro del cable, su capacidad de conducción de corriente no debe exceder las establecidas en las Tablas 310-71 y 310-72.*

**b) Cables monoconductores (de 2001 V nominales en adelante).** La capacidad de conducción de corriente permitida de los cables monoconductores o cables en grupos de tres, cuatro, etc., debe cumplir lo siguiente:

**1)** La capacidad de conducción de corriente permitida de los cables monoconductores de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) y mayores en soportes tipo charola para cables sin cubrir, no debe exceder 75% de la capacidad de conducción de corriente permitida de las Tablas 310-69 y 310-70. Cuando los soportes tipo charola estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1,8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables monoconductores de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) y mayores tengan más de 70% de la capacidad de conducción de corriente nominal referida en las Tablas 310-69 y 310-70.

**2)** Cuando se instalen cables monoconductores de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayores en una sola capa en soportes tipo charola para cables sin cubrir, guardando una separación entre cables no-inferior al diámetro del cable, su capacidad de conducción de corriente no debe exceder a la establecida en las Tablas 310-69 y 310-70.

**3)** Cuando se instalen cables monoconductores en configuración triangular (trébol) en soportes tipo charola sin tapar, manteniendo una separación entre circuitos no-inferior a 2,15 veces el diámetro de un conductor (2,15 x DE), la capacidad de conducción de corriente permitida de los cables de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) y mayores no debe exceder la capacidad de conducción de corriente permitida referida en las Tablas 310-67 y 310-68.

## ARTÍCULO 320 - ALAMBRADO VISIBLE SOBRE AISLADORES

**320-1. Definición.** El método de instalación de alambrado visible sobre aisladores consiste en instalar cables expuestos sujetos por abrazaderas, aisladores en pared, tubos rígidos y flexibles para la protección y soporte de cables monoconductores aislados tendidos en o sobre los edificios, no-ocultos en la estructura del edificio.

**320-2. Otros Artículos.** La instalación de alambrado visible sobre aisladores debe cumplir con este Artículo y además con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM, especialmente los Artículos 225 y 300.

**320-3. Usos permitidos.** Se permiten las instalaciones de alambrado visible sobre aisladores en sistemas de 600 V nominales o menos, sólo en edificios industriales o agrícolas, en interiores o exteriores y en lugares secos o mojados, cuando estén sometidos a vapores corrosivos y en las acometidas.

**320-5. Conductores**

**a) Tipo.** Los conductores deben ser del tipo especificado en el Artículo 310.

**b) Capacidad de conducción de corriente.** La capacidad de conducción de corriente debe cumplir lo establecido en 310-15.

**320-6. Soportes de los conductores.** Los conductores deben estar rígidamente soportados sobre aisladores con material no-combustible, no-absorbente y no deben estar en contacto con cualquier otro tipo de objetos. Los soportes se deben instalar como sigue: (1) a menos de 15 cm de un empalme o derivación; (2) a menos de 30 cm del extremo de la conexión final con un portalámparas o receptáculo; (3) a intervalos que no superen 1,4 m o menos, suficientes para ofrecer soporte adecuado cuando se puedan producir alteraciones.

***Excepción 1:*** *Se permite que los soportes de los conductores de 8,367 $mm^2$ (8 AWG) o mayores, instalados a través de espacios abiertos, estén separados hasta 4,6 m si se utilizan espaciadores aisladores no-combustibles y no-absorbentes como mínimo a cada 1,4 m para mantener una separación de los conductores de 60 mm como mínimo.*

***Excepción 2:*** *En edificios industriales en los que no exista la posibilidad de que se produzcan alteraciones, se permite instalar conductores de 8,367 $mm^2$ (8 AWG) y mayores sobre los espacios abiertos si están apoyados en todos los travesaños de madera sobre aisladores aprobados que mantengan una distancia de 16 cm entre los conductores.*

***Excepción 3:*** *Sólo en edificios industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permite utilizar conductores de 126,7 $mm^2$ (250 kcmil) y mayores a través de espacios abiertos cuando estén soportados a intervalos hasta de 9 m.*

**320-7. Montaje de los soportes de los conductores.** Cuando se utilicen pernos para sujetar los aisladores de pared, éstos no deben ser inferiores a 76 mm. Cuando se utilicen pernos para sujetar los aisladores o tornillos para montar abrazaderas, éstos deben tener longitud suficiente para que penetren en la madera a una profundidad igual como mínimo a la mitad de la altura del aislador y en todo el espesor de la abrazadera. Con los pernos se deben utilizar arandelas aisladas.

**320-8. Cables de amarre.** Los conductores de 8,367 $mm^2$ (8 AWG) o mayores apoyados en aisladores de pared sólidos, se deben sujetar firmemente a ellos mediante cables de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor.

**320-10. Tubo *(conduit)* flexible no-metálico.** En lugares secos, y cuando no estén expuestos a daño físico grave, se permite que los conductores estén encerrados independientemente en tubo *(conduit)* flexible no-metálico. El tubo *(conduit)* debe ser de tramos continuos no-superiores a 4,6 m y se debe sujetar a la superficie por abrazaderas a intervalos no-superiores a 1,4 m.

**320-11. Cables a través de las paredes, pisos, vigas de madera, etc.** Se debe evitar el contacto de los conductores visibles con las paredes, pisos, vigas de madera o tabiques que atraviesen, mediante tubos o boquillas de material aislante no-combustible y no-absorbente. Cuando la boquilla sea más corta que el orificio, se debe meter en el orificio un casquillo a prueba de agua de material no-inductivo y meter después una boquilla aislante por cada extremo del casquillo, de modo que los conductores no toquen en absoluto el casquillo. Cada conductor se debe llevar a través de un tubo o casquillo independiente.

**NOTA:** En cuanto a los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

**320-12. Distancia a tubo *(conduit)*, a otros conductores expuestos, etc.** Los conductores visibles deben estar separados como mínimo 5 cm de canalizaciones, tubo *(conduit)* metálico u otro material conductor y de cualquier conductor expuesto de iluminación, energía o señalización o estar separados de ellos por un material no-conductor continuo y firmemente sujeto, además del aislamiento del conductor. Cuando se utilice cualquier tipo de tubo aislante, se debe sujetar firmemente en sus dos extremos. Cuando sea posible, los conductores deben pasar sobre cualquier tubería que pueda producir fugas o acumulación de humedad, y no por debajo de ella.

**320-13. Entrada de los conductores en lugares donde pueda haber agua, humedad o vapores corrosivos.** Cuando los conductores entren o salgan en lugares donde pueda haber agua, humedad o vapores corrosivos, se debe hacer en ellos una curva de goteo y después pasarlos en dirección hacia arriba y hacia dentro o desde el lugar húmedo, mojado o corrosivo a través de tubos aislantes no-combustibles y no-absorbentes.

**NOTA:** Para los conductores que entran o salen de edificios u otras estructuras, véase 230-52.

**320-14. Protección contra daño físico.** Se deben considerar expuestos a daño físico los conductores que estén a menos de 2,1 m del piso. Cuando los conductores visibles que atraviesen vigas de techo y columnas estén expuestos a daño físico, se deben proteger por uno de los siguientes métodos: (1) por bandas protectoras de espesor nominal no-inferior a 2,5 cm y de una altura como mínimo igual a la de los soportes aisladores, colocados uno en cada extremo y cerca del conductor; (2) mediante un larguero de 13 mm de espesor mínimo en el que se apoyen los conductores, con protecciones laterales. Estos largueros deben prolongarse 25 mm como mínimo fuera de los conductores, pero no-más de 50 mm, y los laterales de protección deben tener como mínimo 50 mm de alto y 25 mm de espesor nominal; (3) mediante una caja hecha como se ha indicado anteriormente y dotada de tapa que se mantenga alejada de los conductores que pasen por su interior un mínimo de 25 mm. Cuando haya que proteger conductores verticales sobre paredes laterales, esta caja debe ir cerrada por arriba y en los orificios a través de los cuales pasen los conductores, se deben instalar casquillos; (4) mediante tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado, ligero, o rígido no-metálico que cumplan las condiciones de los Artículos 345, 346, 347 o 348; o por tubería metálica no-eléctrica, en cuyo caso los conductores deben ir encerrados en tramos continuos de tubería flexible. Los conductores que pasen a través de cubiertas metálicas deben agruparse de modo que la corriente eléctrica en ambas direcciones sea aproximadamente la misma.

**320-15. Desvanes y espacios bajo techo sin acabado.** Los conductores en desvanes y en espacios bajo techo sin acabado deben cumplir las siguientes condiciones:

**a) Accesibles mediante una escalera fija o portátil.** Los conductores se deben instalar a lo largo de o a través de agujeros perforados en las vigas, travesaños o columnas. Cuando pasen a través de orificios perforados, los conductores que atraviesen las vigas, travesaños o columnas a una altura no-inferior a 2 m por encima del piso o columnas del mismo, deben protegerse mediante largueros adecuados que se prolonguen no-más de 25 mm a cada lado del conductor. Estos largueros se deben sujetar firmemente. No son necesarios los largueros ni las bandas protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, travesaños o columnas.

**b) Lugares no accesibles mediante una escalera permanente o de mano.** Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, travesaños o columnas o a través de orificios perforados en los mismos.

***Excepción:*** *En edificios terminados antes de hacer la instalación y que tengan en todos sus puntos una altura de techo inferior a 90 cm.*

**320-16. Desconectadores.** Los desconectadores de resorte para montaje en superficie se deben instalar de acuerdo con lo indicado en 380-10(a) y no son necesarias cajas. Los desconectadores de otros tipos se deben instalar de acuerdo con lo indicado en 380-4.

## ARTÍCULO 321 - ALAMBRADO SOPORTADO POR UN MENSAJERO

**321-1. Definición.** Una instalación de cables soportados por un mensajero consiste en un alambrado soportado mediante un mensajero en los que se sujetan los conductores aislados por uno de los siguientes medios: (1) un mensajero con argollas o abrazaderas para los conductores; (2) un mensajero con anclajes instalados en obra para los conductores; (3) un cable aéreo ensamblado en fábrica; (4) cables múltiples, cableado en fábrica con un conductor desnudo y uno o más conductores aislados, como el dúplex, tríplex, o cuádruple.

**321-2. Otros artículos.** Las instalaciones con soporte tipo mensajero deben cumplir este Artículo y además las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM, especialmente los Artículos 225 y 300.

**321-3. Usos permitidos**

**a) Tipos de cables**. En las instalaciones con soporte tipo mensajero se permite instalar los siguientes elementos, en las condiciones indicadas en los Artículos que se mencionan para cada uno: (1) cables con aislamiento mineral y recubrimiento metálico (Artículo 330); (2) cables con recubrimiento metálico (Artículo 334); (3) cables multiconductores de entrada de acometida (Artículo 338); (4) cables multiconductores subterráneos del alimentador y de circuitos derivados (Artículo 339); (5) cables de control y energía aprobados para soportarse en soporte para cables tipo charolas (Artículo 340); (6) cables para soporte para cables tipo charolas de energía limitada en 725-71(e) y 725-61(c) y (7) otros cables multiconductores de control, señalización o energía, aprobados e identificados para este uso.

**b) En instalaciones industriales**. Sólo en instalaciones industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permite usar los siguientes cables:

**1)** Cualquiera de los conductores contemplados en las Tablas 310-13 o 310-62.

**2)** Cables MV.

Cuando estén expuestos a la intemperie, los conductores deben estar aprobados y listados para su uso en lugares mojados.

Cuando estén expuestos a los rayos directos del Sol, los cables o conductores deben ser resistentes a la luz de éste.

**c) En lugares peligrosos (clasificados).** Se permiten las instalaciones soportadas por un mensajero en lugares peligrosos (clasificados) cuando los cables de las mismas estén permitidos para tal uso, según se indica en 501-4, 502-4, 503-3 y 504-20.

**321-4. Usos no permitidos.** No se permite usar instalaciones soportadas por un mensajero en los cubos de los ascensores o cuando estén expuestas a daño físico.

**321-5. Capacidad de conducción de corriente.** La capacidad de conducción de corriente viene determinada en 310-15.

**321-6. Soporte del mensajero.** Los mensajeros deben sujetarse por sus extremos y en puntos intermedios, de modo que no causen esfuerzos mecánicos sobre los conductores. No se permite que los conductores estén en contacto con los soportes de los mensajeros ni con miembros estructurales, paredes o tuberías.

**321-7. Puesta a tierra.** El mensajero se debe conectar a tierra tal como se establece en 250-32 y 250-33, para la puesta a tierra de envolventes.

**321-8. Empalmes y derivaciones de los conductores.** En las instalaciones soportadas por un mensajero, se permiten empalmes y derivaciones de los conductores que estén hechas y aisladas con dispositivos aprobados.

## ARTÍCULO 324 - ALAMBRADO OCULTO SOBRE AISLADORES

**324-1. Definición.** El alambrado oculto sobre aisladores es una instalación en la que se utilizan aisladores, tubos y tubo *(conduit)* flexible no-metálico para la protección y soporte de los cables monoconductores aislados.

**324-2. Otros Artículos.** El alambrado oculto sobre aisladores debe cumplir con este Artículo y además con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM, especialmente el 300.

**324-3. Usos permitidos.** Se permite hacer un alambrado oculto sobre aisladores en los espacios huecos de las paredes o techos, en desvanes sin acabar y espacios bajo techos, tal como se establece en 324-11, sólo en los siguientes casos:

**1)** Ampliaciones de instalaciones ya existentes.

**2)** En cualquier otro, con permiso especial.

**324-4. Usos no permitidos.** No se permite hacer instalaciones ocultas sobre aisladores en estacionamientos comerciales, teatros y locales similares, estudios cinematográficos, lugares peligrosos (clasificados) o en los espacios huecos de las paredes, cielos rasos y desvanes, cuando dichos espacios estén aislados por material aislante suelto o en rollos, que envuelva a los conductores.

**324-5. Conductores**

**a) Tipo**. Los conductores deben ser del tipo especificado en el Artículo 310.

**b) Capacidad de conducción de corriente**. La capacidad de conducción de corriente debe cumplir lo establecido en 310-15.

**324-6. Soportes de los conductores.** Los conductores deben estar rígidamente sujetos sobre materiales aislantes no-combustibles y no-absorbentes, y no deben estar en contacto con cualquier otro tipo de objetos. Los soportes se deben instalar como sigue: (1) a menos de 15 cm a cada lado de un empalme o derivación, y (2) a intervalos no-mayores a 1,40 m.

***Excepción:*** *Si fuera impracticable que hubiera soportes en lugares secos, se permite pasar los conductores a través de espacios huecos si cada conductor va encerrado individualmente en un tubo (conduit) flexible no-metálico. El tubo (conduit) debe ser continuo entre los soportes, entre cajas o entre un soporte y una caja.*

**324-7. Alambres de amarre.** Cuando se utilicen aisladores sólidos, los conductores se deben sujetar a ellos mediante alambres de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor.

**324-8. Separación entre conductores.** Entre los conductores se debe mantener una distancia no-menor a 8 cm y entre el conductor y la superficie sobre la que pasa una no-menor a 2,5 cm.

***Excepción:*** *Cuando haya espacio muy limitado para cumplir con las anteriores separaciones, como en los medidores, tableros de distribución, salidas y desconectadores, los conductores se deben encerrar*

*individualmente en tubos (conduit) flexibles no-metálicos que deben ser de tramo continuo entre el último soporte o caja y el punto de terminación.*

**324-9. Cables a través de las paredes, pisos, vigas de madera, etc.** Cuando los conductores pasen a través de agujeros hechos en los miembros estructurales, deben cumplir lo establecido en 320-11. Cuando pasen a través de armazones de madera en paredes de yeso, los conductores se deben proteger mediante tubos aislantes no-combustibles y no-absorbentes que se extiendan no-menos de 7,5 cm sobre la madera.

**324.10. Separación con tubería, conductores expuestos, etc.** Los conductores deben cumplir las disposiciones en 320-12 en cuanto a separación a otros conductores expuestos, tubería, etcétera.

**324-11. Desvanes sin acabado y espacios bajo techo.** Los conductores en desvanes y espacios bajo techo sin acabado deben cumplir con las siguientes disposiciones:

**NOTA:** Para límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

**a) Accesibles mediante una escalera fija o portátil**. Los conductores se deben instalar a lo largo o a través de orificios perforados en las vigas, travesaños o columnas. Cuando pasen a través de orificios perforados, los conductores que atraviesen las vigas, travesaños o columnas a una altura no-menor de 2,10 m por encima del piso o columnas del mismo, deben protegerse mediante orificios adecuados que se extiendan no-más de 2,5 cm a cada lado del conductor. Estos largueros se deben sujetar firmemente. No son necesarios largueros ni bandas protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, travesaños o columnas.

**b) No accesibles mediante una escalera fija o portátil**. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas, travesaños o columnas o a través de orificios perforados en los mismos.

***Excepción:*** *En edificios terminados antes de hacer la instalación y que tengan en todos sus puntos una altura de techo menor a 1 m.*

**324-12. Empalmes.** Los empalmes deben estar soldados, a no ser que se utilicen dispositivos de empalme aprobados. No se deben hacer empalmes en línea o que se puedan romper por tensión mecánica.

**324-13. Cajas.** Las cajas de salida deben cumplir con el Artículo 370.

**324-14. Desconectadores.** Los desconectadores deben cumplir con lo indicado en 380-4 y 380-10 (b).

## ARTÍCULO 325 - CABLES CON SEPARADOR INTEGRADO DE GAS (Tipo IGS)

### A. Disposiciones generales

**325-1. Definición.** Un cable tipo IGS es un conjunto ensamblado en fábrica de uno o más conductores, cada uno de ellos aislado y encerrado individualmente en un tubo no-metálico flexible de acoplamiento elástico, como si fuera un cable integrado con separador de gas de 0 a 600 V nominales.

**325-2. Otros artículos.** Los cables tipo IGS deben cumplir con este Artículo y con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM.

**325-3. Usos permitidos.** Se permite utilizar los cables tipo IGS en instalaciones subterráneas, incluso enterrados directamente en la tierra, como conductores de entrada de acometida o como conductores de los alimentadores y circuitos derivados.

**325-4. Usos no permitidos.** Los cables tipo IGS no se deben utilizar en alambrados interiores o expuestos que estén en contacto con los edificios.

### B. Instalación

**325-11. Radio de curvatura.** Cuando se suministran tubos no-metálicos y los cables que se doblen en bobinas para su instalación o se doblen durante el embarque o instalación, el radio de curvatura medido desde el interior de la curva no debe ser inferior al especificado en la Tabla 325-11.

**325-12. Curvas.** Un tramo de cable tipo IGS entre dos cajas de jalado o terminales no debe tener más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total), incluidas las curvas situadas inmediatamente a la entrada o salida de la caja.

**Tabla 325-11. Radio mínimo de curvatura**

| Diámetro nominal del tubo (mm) | Radio mínimo (mm) |
|---|---|
| 53 | 600 |
| 78 | 900 |
| 103 | 1100 |

**325-13. Accesorios.** Las terminales y empalmes de los cables tipo IGS deben ser aprobadas e identificadas como de un tipo adecuado para mantener la presión del gas dentro del tubo. Cada tramo de cable debe tener una válvula, una tapa y un registro para comprobar la presión del gas o inyectar gas al tubo.

**325-14. Capacidad de conducción de corriente.** La capacidad de conducción de corriente de los cables y tubos tipo IGS no debe exceder los valores de la Tabla 325-14 para cables mono o multiconductores.

**Tabla 325-14. Capacidad de conducción de corriente de los cables tipo IGS**

| Tamaño nominal $mm^2$ ( kcmil) | A |
|---|---|
| 126,7 (250) | 119 |
| 253,4 (500) | 168 |
| 380 (750) | 206 |
| 506,7 (1000) | 238 |
| 633,9 (1250) | 266 |
| 760 (1500) | 292 |
| 886,7 (1750) | 315 |
| 1013,4 (2000) | 336 |
| 1140,1 (2250) | 357 |
| 1266,7 (2500) | 376 |
| 1520 (3000) | 412 |
| 1646,8 (3250) | 429 |
| 1773,5 (3500) | 445 |
| 1900,1 (3750) | 461 |
| 2026,8 (4000) | 476 |
| 2153,5 (4250) | 491 |
| 2280,2 (4500) | 505 |
| 2406,9 (4750) | 519 |

**C. Especificaciones de construcción**

**325-20. Conductores.** Los conductores deben ser barras de aluminio sólido en paralelo, formando conjuntos de 1 a 19 barras de 12,7 mm de diámetro. El tamaño nominal mínimo de los conductores debe ser de 126,7 $mm^2$ (250 kcmil) y el máximo de 2406,9 $mm^2$ (4750 kcmil).

**325-21. Aislamiento.** El aislamiento debe ser con cintas de papel kraft seco y hexafluoruro de azufre ($SF_6$) a presión, ambos aprobados para uso eléctrico. La presión nominal del gas debe ser de 138 kPa manométricos.

El espesor del papel separador debe ser el que se especifica en la Tabla 325-21.

**Tabla 325-21. Espesor del papel separador**

| Tamaño nominal $mm^2$ ( kcmil) | Espesor en mm |
|---|---|
| 126,7 a 506,7 (250-1000) | 1,0 |
| 633,9 a 2406,9 (1250-4750) | 1,5 |

**325-22. Tubo.** El tubo debe ser de polietileno de media densidad, aprobado para usarse en una tubería de gas natural de tamaño nominal de 51, 76 y 102 mm. El por ciento de ocupación del tubo aparece en la Tabla 325-22.

El área de la sección transversal del tubo permitido para cada tamaño nominal del conductor se debe calcular de modo que el por ciento de ocupación no supere lo permitido en la Tabla 325-22.

**Tabla 325- 22. Dimensiones de los tubos**

| Diámetro nominal del tubo (mm) | Diámetro exterior (mm) | Diámetro interior (mm) |
|---|---|---|
| 30 | 60 | 49,46 |
| 78 | 89 | 73,30 |
| 103 | 114 | 94,23 |

**325-23. Puesta a tierra.** Los cables tipo IGS deben cumplir lo establecido en el Artículo 250.

**325-24. Marcado.** Se deben aplicar a los cables tipo IGS las disposiciones de 310-11.

**ARTÍCULO 326 - CABLES DE MEDIA TENSIÓN (Tipo MV)**

**326-1. Definición.** Un cable tipo MV es un cable monoconductor o multiconductor con aislamiento sólido para tensión eléctrica nominal de 2001 a 35000 V.

**326-2. Otros artículos.** Los cables tipo MV deben cumplir este Artículo y además las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM, especialmente los Artículos 300, 305, 310, 318, 501 y 710.

**326-3. Usos permitidos.** Se permite usar los cables tipo MV en instalaciones hasta 35000 V nominales, en lugares secos o mojados (véase 310-61), en canalizaciones, en soportes tipo charola para cables como se especifica en 318-3(b)(1) o directamente enterrados según se indica en 710-4(b) y en alambrados soportados por mensajero.

**326-4. Usos no permitidos.** No se permite usar los cables tipo MV si no están aprobados e identificados para ese uso (1) cuando estén expuestos a la luz directa del Sol y (2) en soportes tipo charola para cables.

**326-5. Construcción.** Los cables tipo MV pueden tener conductores de cobre o aluminio, y deben estar construidos de acuerdo con lo establecido en el Artículo 310.

**326-6. Capacidad de conducción de corriente.** La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo MV debe cumplir con lo establecido en 310-15.

***Excepción:*** *La capacidad de conducción de corriente de un cable tipo MV, instalado en una soporte para cables tipo charola, debe cumplir lo establecido en 318-3.*

**326-7. Marcado.** Los cables tipo MV deben estar marcados como se exige en 310-11.

## ARTÍCULO 328 - CABLE PLANO TIPO FCC

### A. Disposiciones Generales

**328-1. Alcance**. Este artículo cubre a un sistema de alambrado de circuitos derivados, hecho en obra, con cables tipo FCC y sus correspondientes accesorios, según define este Artículo. Este sistema de alambrado está diseñado para instalarse bajo alfombra.

**328-2. Definiciones**

**Cable tipo FCC.** El cable tipo FCC consiste en tres o más conductores planos de cobre situados uno al lado del otro, y separados y encerrados dentro de una cubierta aislante.

**Sistema FCC.** Un sistema completo de alambrado para circuitos derivados diseñado para ser instalado bajo alfombras. El sistema FCC incluye los cables tipo FCC y sus correspondientes blindajes, conectadores, terminales, adaptadores, cajas y receptáculos.

**Conectador de cable.** Un conectador diseñado para unir cables tipo FCC sin necesidad de usar una caja.

**Extremo aislado.** Aislador diseñado para aislar eléctricamente el extremo de un cable tipo FCC.

**Pantalla superior.** Es una pantalla metálica puesta a tierra que protege bajo la alfombra y sobre los componentes del sistema FCC para protegerlos contra daño físico.

**Pantalla inferior.** Capa protectora que se instala entre el piso y los cables planos tipo FCC para protegerlos contra los daños físicos. Puede estar o no incorporada como parte integrante del cable.

**Ensamble de transición.** Conjunto que facilita la conexión de un sistema FCC a instalaciones de otro tipo y que incorpora (1) un medio de conexión eléctrica y (2) una caja o tapa adecuada que ofrezca seguridad eléctrica y protección contra daño físico.

**Conexiones de las pantallas metálicas.** Medios de conexión diseñados para conectar eléctrica y mecánicamente una pantalla metálica a otra pantalla, a una caja, a un dispositivo autónomo o a un conjunto de transición.

**328-3. Otros artículos.** Las instalaciones FCC deben cumplir además con lo establecido en los Artículos 210, 220, 240, 250 y 300 en aquello que les resulte aplicable.

**328-4. Usos permitidos**

**a) Circuitos derivados.** Se permite el uso de sistemas FCC en circuitos derivados, tanto los de uso general y de aparatos eléctricos como los individuales.

**b) Pisos.** Se permite instalar sistemas FCC sobre pisos duros, resistentes, suaves y continuos, hechos de concreto, cerámica o sistemas mixtos, madera y similares.

**c) Paredes.** Se permite el uso de sistemas FCC en la superficie de las paredes siempre que vayan en canalizaciones metálicas superficiales.

**d) Lugares húmedos.** Se permite el uso de sistemas FCC en lugares húmedos.

**e) Pisos calientes.** Los materiales utilizados en pisos que se calienten a más de 30 °C deben estar aprobados e identificados para poder usarlos a esas temperaturas.

**328-5. Usos no permitidos.** Los sistemas FCC no se deben usar: (1) en exteriores ni en lugares mojados; (2) en presencia de vapores corrosivos; (3) en cualquier lugar peligroso (clasificado); (4) en los edificios residenciales, escuelas, colegios y hospitales.

**328-6. Valores nominales de los circuitos derivados**

**a) Tensión eléctrica.** La tensión eléctrica entre conductores no-puestos a tierra no debe exceder de 300 V. La tensión eléctrica entre conductores no-puestos a tierra y el conductor puesto a tierra no debe exceder de 150 V.

**b) Corriente eléctrica.** Los circuitos derivados de uso general y de aparatos eléctricos deben tener una corriente eléctrica que no exceda 20 A. Los circuitos derivados individuales deben tener una capacidad máxima admisible que no exceda 30 A.

### B. Instalación

**328-10. Cubiertas.** Los cables, conectadores y extremos aislantes tipo FCC deben ir cubiertos con tramos cuadrados de alfombra de lados no-mayores a 90 cm. Los tramos de alfombra se deben pegar a la superficie del piso con adhesivos no-permanentes para cuando se requiera modificar o dar mantenimiento a la instalación.

**328-11. Conexiones y extremos aislados de los cables.** Todas las conexiones de los cables tipo FCC se deben hacer mediante conectadores aprobados para ese uso, instalados de manera que aseguren la continuidad eléctrica, el aislamiento y la hermeticidad contra la humedad y salpicaduras de líquidos. Todos los extremos desnudos de los cables se deben aislar y sellar contra la humedad y las salpicaduras de líquidos mediante aislantes aprobados.

**328-12. Pantallas**

**a) Pantalla superior.** Se debe instalar sobre todos los cables, conectadores y extremos aislantes tipo FCC montados en el piso una pantalla que cubra completamente todos los tramos de cables, esquinas, conectadores y extremos.

**b) Pantalla inferior.** Se debe instalar una pantalla inferior debajo de todos los cables, conectadores y extremos aislantes tipo FCC.

**328-13. Conexiones de envolventes y pantallas.** Todas las pantallas metálicas, cajas, cajas de receptáculos y dispositivos autocontenidos deben tener continuidad eléctrica con el conductor de puesta a tierra de equipo de su circuito derivado. Todas esas conexiones eléctricas se deben hacer con conectadores aprobados e identificados para este uso. La resistividad eléctrica de dicho sistema no debe exceder la de una fase del cable tipo FCC utilizado en la instalación.

**328-14. Receptáculos.** Los receptáculos, sus bases y dispositivos autónomos utilizados con el sistema FCC deben estar aprobados e identificados para ese uso y deben estar conectados al cable tipo FCC y a los blindajes metálicos. La conexión de cualquier conductor de puesta a tierra del cable FCC se debe hacer en cada receptáculo al sistema de pantallas metálicas.

**328-15. Conexión a otros sistemas.** La conexión al circuito de alimentación, de puesta a tierra y al sistema de pantallas entre la instalación FCC y cualquier otro sistema de alambrado, se debe hacer en un ensamble de transición aprobado e identificado para ese uso.

**328-16. Anclaje.** Todos los componentes de la instalación FCC deben ir firmemente anclados al piso o a la pared mediante un sistema de anclaje por adhesivo o mecánico aprobado e identificado para ese uso. Los pisos deben prepararse de modo que aseguren la adherencia de la instalación al piso hasta que se coloque la alfombra.

**328-17. Intersecciones.** No se permite en ningún punto intersecciones de más de dos cables tipo FCC. Se permiten las intersecciones de un cable tipo FCC sobre o bajo un cable plano de comunicaciones o de señales. En todos los casos los dos cables deben ir separados por una chapa de metal puesta a tierra y no se permiten más de dos cruces de cables planos en ningún punto.

**328-18. Altura de la instalación.** Cualquier parte de una instalación FCC que tenga una altura sobre el piso mayor de 2,3 mm deberá adelgazarse o biselarse en los extremos para dejarla al nivel del piso.

**328-19. Modificaciones al sistema FCC.** Se permiten cambios en las instalaciones FCC. En esos cambios, cuando se hagan nuevas conexiones, se deben utilizar conectadores nuevos. Se permite dejar instalados y energizados cables y conectadores asociados de circuitos que no estén en servicio. Todos los extremos de los cables deben estar cubiertos con terminales aislantes.

**328-20. Polarización de conexiones.** Todos los receptáculos y conexiones deben estar construidos e instalados de forma que se mantenga la polarización adecuada del sistema.

**C. Especificaciones de construcción**

**328-30. Cable tipo FCC.** El cable tipo FCC debe estar aprobado para usarse con el sistema FCC y debe consistir en tres, cuatro o cinco conductores planos de cobre, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra de equipo. El material aislante del cable debe ser resistente a la humedad y resistente a la propagación de la flama.

**328-31. Marcado.** El cable tipo FCC debe estar marcado de modo claro y duradero por ambos lados a intervalos no-mayores a 60 cm con la información que exige 310-11(a) y con la siguiente información adicional: (1) material de los conductores, (2) temperatura máxima admisible y (3) capacidad de conducción de corriente.

**328-32. Identificación de los conductores**

**a) Colores.** Los conductores deben estar marcados de modo claro y duradero por ambos lados a todo lo largo, como se especifica en 310-12.

**b) Órden de colocación.** En un sistema FCC de dos conductores y puesta a tierra, el conductor de puesta a tierra debe estar al centro.

**328-33. Resistencia a la corrosión.** Los componentes metálicos del sistema deben: (1) ser resistentes a la corrosión, (2) estar recubiertos de material resistente a la corrosión o (3) estar aislados del contacto con sustancias corrosivas.

**328-34. Aislamiento.** Todos los materiales aislantes del sistema FCC deben estar aprobados e identificados para su uso.

**328-35. Pantallas**

**a) Materiales y dimensiones.** Todas las pantallas superiores e inferiores deben ser de forma y materiales aprobados e identificados para ese uso. Las pantallas superiores deben ser metálicas. Las pantallas inferiores pueden ser metálicas o no-metálicas.

**b) Resistividad.** Las pantallas metálicas deben ser de sección transversal que ofrezca una resistividad eléctrica no-mayor a la de un conductor del cable tipo FCC que se utilice en la instalación.

**c) Conectadores de las pantallas metálicas.** Las pantallas metálicas se deben conectar entre sí y a las cajas, carcasas de receptáculos, dispositivos autocontenidos y ensambles de transición, mediante conectadores adecuados.

**328-36. Receptáculos y sus cajas.** Se permite utilizar en un sistema FCC cajas para receptáculos y dispositivos autocon-tenidos diseñados para montarlos en el piso o en la pared. Las cajas de los receptáculos y los dispositivos autocontenidos deben llevar medios que faciliten la entrada y terminación de los cables tipo FCC, y para conectar eléctricamente la caja o dispositivo a la pantalla metálica. Los receptáculos y dispositivos autocontenidos deben cumplir con lo establecido en 210-7. Se permite instalar tomas de comunicación y de corriente eléctrica en la misma caja, de acuerdo con lo establecido en la Excepción 2 de 800-52(c)(2).

**328-37. Ensambles de transición.** Todos los ensambles de transición deben estar aprobados e identificados para ese uso. Cada ensamble debe incorporar medios que faciliten la entrada del cable tipo FCC en el conjunto para conectarlo a los conductores puestos a tierra y para conectar eléctricamente el ensamble a las pantallas metálicas de los cables y a los conductores de puesta a tierra de equipo.

## ARTÍCULO 330 - CABLE CON AISLAMIENTO MINERAL Y CUBIERTA METÁLICA TIPO MI

### A. Disposiciones generales

**330-1. Definición.** Un cable con aislamiento mineral y cubierta metálica tipo MI es un cable ensamblado de fábrica de uno o más conductores aislados con un aislante de mineral refractario de alta compresión y encerrado en una cubierta continua de cobre o de aleación de acero, hermético a los líquidos y a los gases.

**330-2. Otros Artículos.** Los cables tipo MI deben cumplir con este Artículo y con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM, especialmente con lo indicado en el Artículo 300.

**330-3. Usos permitidos.** Se permite usar cables tipo MI para lo siguiente: (1) para acometidas, alimentadores y circuitos derivados; (2) para circuitos de fuerza, alumbrado, señalización y control; (3) en lugares secos, mojados o continuamente húmedos; (4) en interiores y exteriores; (5) expuestos u ocultos; (6) embebidos en aplanados, concreto, rellenos u otros materiales de mampostería, ya sea sobre o bajo la superficie; (7) en cualquier lugar peligroso (clasificado); (8) expuestos a aceite a gasolina; (9) expuestos a condiciones corrosivas que no deterioren su recubrimiento; (10) en tramos subterráneos, adecuadamente protegidos contra daño físico y contra la corrosión.

**330-4. Usos no permitidos.** No se debe usar cables MI cuando estén expuestos a condiciones corrosivas destructivas.

***Excepción:*** *Cuando estén protegidos por materiales adecuados para esas condiciones.*

### B. Instalación

**330-10. Lugares mojados.** Cuando se instalen en lugares mojados, los cables MI deben cumplir lo establecido en 300-6(c).

**330-11. A través de vigas, columnas y travesaños.** Cuando se instalen a través de vigas, columnas, travesaños o elementos de madera similares, los cables tipo MI deben cumplir lo establecido en 300-4.

**330-12. Soportes.** Los cables tipo MI se deben sujetar firmemente a intervalos que no superen 1,8 m mediante cinchos, grapas, abrazaderas o accesorios similares diseñados para ello e instalados de modo que no dañen al cable.

***Excepción 1:*** *Cuando el cable esté colgado por los extremos.*

***Excepción 2:*** *Los cables tipo MI instalados en soportes tipo charola para cables, deben cumplir con lo establecido en 318-8(b).*

**330-13. Curvas.** Las curvas en los cables tipo MI se deben hacer de modo que no dañen al cable. El radio de la parte interior de cualquier curva no debe ser inferior a los valores siguientes:

**1)** Cinco veces el diámetro exterior de la cubierta metálica para cables de diámetro exterior no-mayor a 20 mm.

**2)** Diez veces el diámetro exterior de la cubierta metálica para cables de diámetro exterior superior a 20 mm pero no-mayor a 25 mm.

**330-14. Accesorios.** Los accesorios utilizados para conectar cables tipo MI a las cajas, gabinetes u otro equipo deben estar aprobados e identificados para ese uso. Cuando entren en cajas o envolventes de metales ferrosos, la instalación de cables monoconductores debe cumplir con lo establecido en 300-20, para evitar el calentamiento debido a inducción.

**330-15. Sellado de terminales.** En las terminales de cables tipo MI, inmediatamente después de quitar el recubrimiento se debe aplicar un sello para evitar la entrada de humedad en el aislamiento. Los conductores que sobresalgan del recubrimiento se deben tapar individualmente con un material aislante.

**330-16. Cables monoconductores.** Cuando se usen cables monoconductores, todos los conductores de fase y el neutro, cuando exista, se deben agrupar para minimizar la tensión eléctrica inducida en el recubrimiento. Cuando entren en envolventes de metales ferrosos los cables monoconductores, la instalación debe cumplir con lo establecido en 300-20, para evitar el calentamiento por inducción.

### C. Especificaciones de construcción

**330-20. Conductores.** Los conductores de los cables tipo MI deben ser de cobre sólido o cobre recubierto de níquel, con una resistencia eléctrica correspondiente a su tamaño nominal.

**330-21. Aislamiento.** El aislamiento de los conductores de los cables tipo MI debe ser de un mineral refractario de alta compresión que deje espacio suficiente para todos los conductores.

**330-22. Recubrimiento exterior.** El recubrimiento exterior debe ser de construcción continua, de modo que ofrezca protección mecánica y contra la humedad. Si es de cobre, debe tener continuidad suficiente para poder utilizarse

como conductor de puesta a tierra de equipo. Si es de acero, deberá llevar un conductor de puesta de tierra de equipo que cumpla con el Artículo 250.

## ARTÍCULO 331 - TUBO *(CONDUIT)* NO-METÁLICO

### A. Disposiciones generales

**331-1. Definición.** Un tubo *(conduit)* no-metálico es una canalización corrugada y flexible, de sección transversal circular, con acoplamientos, conectadores y accesorios integrados o asociados, aprobada para la instalación de conductores eléctricos. Está compuesto de un material resistente a la humedad, a atmósferas químicas y resistente a la propagación de la flama.

Una canalización flexible es una canalización que se puede doblar a mano aplicando una fuerza razonable, pero sin herramientas.

El tubo *(conduit)* no-metálico debe ser de material que no exceda las características de ignición, inflamabilidad, generación de humo y toxicidad del cloruro de polivinilo rígido (no-plastificado).

**331-2. Otros artículos.** Las instalaciones con tubo *(conduit)* no-metálico deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando en el Artículo 250 se exija un conductor de puesta a tierra de equipo, en el tubo *(conduit)* se debe instalar un conductor separado para dicho fin.

**331-3. Usos permitidos.** Está permitido el uso de tubo *(conduit)* no-metálico y sus accesorios:

**1)** En cualquier edificio que no supere tres pisos sobre el nivel de la calle.

**a)** En instalaciones expuestas que no estén sujetas a daño físico.

**b)** En instalaciones ocultas dentro de las paredes, pisos y techos.

**NOTA:** Para la definición de primer piso, véase 336-5(a)(1).

**2)** En edificios que superen tres pisos sobre el nivel de la calle, el tubo *(conduit)* no-metálico debe ir oculto en paredes, pisos y techos cuando ofrezcan una barrera térmica que resista al menos 15 minutos de exposición al fuego, como se estipula en las listas de materiales contra el fuego. Esta barrera térmica de 15 minutos se puede usar en paredes, pisos y techos combustibles o no-combustibles.

**NOTA:** Se establece la clasificación de los acabados para ensambles que contengan soportes combustibles (de madera). La clasificación de un acabado se decide como el tiempo en el que la columna o viga de madera experimenta un incremento medio de la temperatura de 121 °C o un incremento de la temperatura en un punto de 163 °C, medido en el plano de la madera más cercana del fuego. La clasificación de los acabados no se aplica a los techos de membrana.

**3)** En lugares sometidos a fuertes influencias corrosivas, como se explica en 300-6, y si están expuestos a productos químicos para los que los materiales estén específicamente aprobados.

**4)** En lugares ocultos, secos y húmedos no prohibidos en 331-4.

**5)** Por encima de los techos suspendidos, cuando los techos suspendidos ofrezcan una barrera térmica de material con un acabado de clasificación mínima de 15 minutos, como se indica en las listas de materiales contra el fuego, excepto lo permitido en 331-3(1)(a).

**6)** Embebidos en concreto colado, siempre que se utilicen para las conexiones accesorios aprobados e identificados para ese uso.

**7)** En lugares interiores mojados, como se permite en esta sección o en losas de concreto sobre o bajo el piso, con accesorios aprobados y listados para ese uso.

**NOTA:** Las temperaturas muy bajas pueden hacer que cierto tipo de tubos no-metálicos se haga más quebradizo y, por tanto, más susceptible a daños por contacto físico.

**331-4. Usos no permitidos.** No se debe usar el tubo *(conduit)* no-metálico:

**1)** En lugares peligrosos (clasificados).

***Excepción:*** *Lo permitido en 504-20.*

**2)** Como soporte de aparatos y otro equipo.

**3)** Cuando esté sometido a temperatura ambiente que supere aquélla para la que el tubo *(conduit)* está aprobado y listado.

**NOTA:** Para esta Sección, la temperatura ambiente del tubo *(conduit)* de PVC se limita a 50 °C.

**4)** Para conductores cuya limitación de la temperatura del aislamiento de operación exceda a la cual el tubo *(conduit)* está aprobado y listado.

**5)** Directamente enterradas.

**6)** Para tensiones eléctricas superiores a 600 V.

**7)** En lugares expuestos, excepto lo permitido en 331-3(1), 331-3(5) y 331-3(7).

**8)** En teatros y lugares similares, excepto lo establecido en los Artículos 518 y 520.

**9)** Cuando estén expuestas a la luz directa del Sol, a menos que estén aprobadas e identificadas como "resistentes a la luz del Sol".

### B. Instalación

**331-5. Tamaño nominal**

**a) Mínimo.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* de tamaño nominal menor a 16 mm.

**b) Máximo.** No se deben utilizar tubo *(conduit)* de tamaño nominal mayor a 53 mm.

**331-6. Número de conductores en el tubo *(conduit)* no-metálico.** El número de conductores en tubo *(conduit)* no debe exceder el permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

**331-7. Cortado.** Todos los extremos cortados del tubo *(conduit)* se deben limar por dentro y por fuera hasta dejarlos lisos.

**331-8. Uniones.** Todas las uniones entre tramos de tubo *(conduit)* y entre tubo *(conduit)* tipo ligero y acoplamientos, accesorios y cajas, deben hacerse con accesorios aprobados.

**331-9. Curvas.** Las curvas del tubo *(conduit)* no-metálico se deben hacer de modo que el tubo *(conduit)* no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permite hacer curvas a mano sin equipo auxiliar, y el radio de curvatura de la parte interna de dichas curvas no debe ser inferior al permitido en la Tabla 346-10.

**331-10. Curvas. Número de curvas en un tramo**. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

**331-11. Soportes.** El tubo *(conduit)* no-metálico se debe instalar como un sistema completo, como establece el Artículo 300, y se debe sujetar firmemente a menos de 1 m de cada caja de salida, de unión, de conexiones, de cada gabinete o accesorio.

El tubo *(conduit)* se deben sujetar como mínimo cada 1 m.

***Excepción 1:*** *Se permiten tramos horizontales del tubo (conduit) no-metálico soportados por aberturas a través de miembros estructurales a intervalos no-mayores a 1 m y sujetos firmemente a menos de 1 m de los extremos.*

***Excepción 2:*** *Los tramos que no superen una distancia de 1,8 m desde la conexión de una terminal de aparatos para conexión a aparatos de alumbrado.*

**331-12. Cajas y accesorios.** Las cajas y accesorios deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 370.

**331-13. Empalmes e interconexiones.** Los empalmes y las interconexiones 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 370.

**331-14. Boquillas.** Cuando un tubo *(conduit)* entre en una caja, envolvente y otra cubierta se debe instalar una boquilla o adaptador que proteja al cable contra la abrasión, excepto si la caja, envolvente o cubierta ofrecen una protección similar.

> **NOTA:** Para la protección de conductores de tamaño nominal de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

**C. Especificaciones de construcción**

**331-15. Generalidades.** El tubo *(conduit)* no-metálico debe estar marcado de modo claro y duradero cada 3 m como mínimo, como exige el primer párrafo de 110-21. En la marca se indicará también el tipo de material. Se permite identificar con el sufijo LS a tubo *(conduit)* con baja emisión de humos, resistente a la propagación de incendio y baja emisión de gas ácido.

## ARTÍCULO 332 - TUBO *(CONDUIT)* DE POLIETILENO

**A. Disposiciones generales**

**332 -1. Definición.** El tubo (*conduit*) de polietileno es una canalización semi-rígida, lisa, con sección transversal circular y sus correspondientes accesorios aprobados para la instalación de conductores eléctricos. Está compuesto de un material que es resistente a la humedad, a atmósferas químicas. Este tubo *(conduit)* no es resistente a la flama.

**332-2. 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.

**332-3. 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 a 50 cm condicionado a que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 cm de espesor como mínimo

> **NOTA:** Las temperaturas bajas pueden hacer que cierto tipo de tubo *(conduit)* no-metálicos se haga más quebradizo y, por tanto, más susceptible a daños por contacto físico.

**332-4. Usos no permitidos.** No se debe usar el tubo (*conduit*) de polietileno:

**1)** En lugares peligrosos (clasificados).

**2)** Como soporte de aparatos y otro equipo.

**3)** Cuando estén sometidas a temperatura ambiente que supere aquélla 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 V 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 por plafones.
**12)** En cubos y ductos de instalaciones en edificios.

**B. Instalación**

**332-5. Tamaño**

**a) Mínimo.** No se debe utilizar tubo (*conduit*) de polietileno de tamaño nominal menor a 16 mm.
**b) Máximo.** No se debe utilizar tubo (*conduit*) de polietileno de tamaño nominal mayor a 53 mm.

**332- 6. Número de conductores en un tubo *(conduit)*.** El número de conductores en tubo (*conduit*) no debe exceder el permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

**332 -7. Cortado.** Todos los extremos cortados del tubo (*conduit*) de polietileno se deben limar por dentro y por fuera hasta dejarlos lisos.

**332 -8. Empalmes.** No se permite realizar empalmes en tubo (*conduit*) de polietileno.

**332 -9. Curvas.** Las curvas 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 curvas a mano sin equipo auxiliar, y el radio de curvatura de la parte interna de dichas curvas no debe ser inferior al permitido en la Tabla 346-10. Se debe utilizar accesorios aprobados.

**332 -10. Curvas. Número de curvas en un tramo.** Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a dos curvas de 90° (180° máximo).

**332 -11. Cajas y accesorios.** Las cajas y accesorios deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 370.

**332 -12. Empalmes y conexiones.** Los empalmes y conexiones 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 370.

**332 -13. Boquillas.** Cuando un tubo (*conduit*) entre en una caja, envolvente u otra cubierta, se debe instalar una boquilla o adaptador que proteja al cable contra la abrasión, excepto si la caja, envolvente o cubierta ofrecen una protección similar.

**NOTA:** Para la protección de conductores de tamaño nominal de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

**C. Especificaciones de construcción**

**332-14. Marcado.** El tubo *(conduit)* de polietileno debe estar marcado de modo claro y duradero cada 2 m como mínimo, como se exige en el primer párrafo 110-21. En la marca se indicará también el tipo de material.

## ARTÍCULO 333 - CABLE ARMADO TIPO AC

**A. Disposiciones generales**

**333-1. Definición.** Un cable tipo AC es un ensamble fabricado de conductores aislados en una cubierta metálica flexible. Véase 333-19.

**333-2. Otros Artículos aplicables.** Los cables tipo AC deben cumplir lo establecido en este Artículo y las disposiciones aplicables de otros en esta NOM, especialmente el Artículo 300.

**333-3. Usos permitidos.** Si no se especifica otra cosa en esta NOM y si no están sujetos a daño físico, se permite utilizar cables tipo AC en circuitos alimentadores y derivados, tanto expuestos como ocultos y en soporte para cables tipo charola cuando estén especificados para dicho uso.

Se permite usar cables tipo AC en lugares secos e instalados directamente bajo yeso, ladrillo u otro material de mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados. Se permite tender o sujetar estos cables en los huecos existentes entre las paredes de ladrillo o azulejo, cuando éstas no estén expuestas o sometidas a excesiva agua o humedad o se encuentren bajo el nivel del piso.

**333-4. Usos no permitidos.** No se deben usar cables tipo AC cuando esté prohibido en cualquier lugar de esta NOM, como (1) en teatros y lugares similares, excepto lo establecido en el Artículo 518, lugares de reunión; (2) en estudios cinematográficos; (3) en lugares peligrosos (clasificados), excepto lo permitido en la Excepción de 501-4(b), Excepción de 502-4(b), y 504-20; (4) cuando estén expuestos a humos o vapores corrosivos; (5) en grúas o polipastos, excepto lo establecido en la Excepción 3 de 610-11; (6) en bancos de baterías; (7) en elevadores o montacargas, excepto lo establecido en 620-21, y (8) en estacionamientos comerciales cuando esté prohibido por el Artículo 511.

**B. Instalación**

**333-7. Soportes.** Los cables tipo AC deben sujetarse por medio de grapas, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios, diseñados e instalados de forma que no dañen al cable, a intervalos que no excedan de 1,4 m y a menos de 30 cm de una caja de salida, caja, gabinete o envolvente.

***Excepción 1:*** *Cuando el cable se instale dentro de cualquier tipo de canalización, por medio de un sistema de jalado.*

***Excepción 2:*** *En las terminales con longitudes no-mayores a 60 cm, cuando se requiera flexibilidad.*

***Excepción 3:*** *En longitudes no-mayores a 1,8 m desde una caja dentro de un cielo falso, accesible para aparatos o equipo de alumbrado.*

***Excepción 4:*** *Cuando vayan instalados en soporte para cables tipo charola los cables tipo AC deben cumplir lo establecido en 318-8(b).*

***Excepción 5:*** *Cuando los cables se instalen a través de elementos estructurales con distancias entre ellos no-mayores a 1,4 m, no se requieren soportes adicionales, pero deben cumplir con el requerimiento de sujeción en cada caja de salida, caja de unión gabinete o accesorio.*

**333-8. Radio de curvatura.** Todas las curvas se deben hacer de modo que el cable no resulte dañado y que el radio de curvatura del borde interior de cada curva no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable tipo AC.

**333-9. Cajas y accesorios.** En todos los puntos donde termine la armadura de un cable AC se debe instalar un accesorio que proteja los cables contra la abrasión, excepto si el diseño de las cajas de salida o el accesorio ofrecen una protección equivalente y además se instala un casquillo aislante o protección equivalente entre los conductores y el blindaje. El conectador o grapa con la que se sujete el cable tipo AC a las cajas o envolventes debe estar proyectado de tal manera que el casquillo aislante o protección equivalente quede visible para su inspección. Cuando se cambie de un cable tipo AC a otro cable o método de alambrado en canalización, en los puntos de unión se deben instalar cajas o registros de acuerdo con lo indicado en 300-15.

**333-10. Cruces a través de miembros estructurales o paralelos a ellos.** Cuando los cables tipo AC se instalen a través de columnas, vigas, travesaños o miembros estructurales similares de madera o metálicos, deben cumplir lo establecido en 300-4.

**333-11. Cables expuestos.** Los tramos expuestos de cables deben seguir la superficie del acabado del inmueble o sobre los aleros o techos volados.

***Excepción 1:*** *Tramos no-mayores a 60 cm en las terminales, cuando haya que darles flexibilidad.*

***Excepción 2:*** *Cuando vayan por la parte inferior de las vigas y estén apoyados en cada viga y colocados de modo que no estén sometidos a daño físico.*

***Excepción 3:*** *Tramos no-mayores a 1,8 m desde una caja dentro de un cielo falso accesible, hasta los dispositivos o luminarias.*

**333-12. En tapancos accesibles.** Los cables tipo AC en desvanes o espacios bajo el techo accesibles, se deben instalar según las siguientes especificaciones:

**a) Cuando se instalen 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 de 2 m del techo o de las vigas del mismo, los cables deben protegerse por medio de tiras de guarda 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 de1,8 m a partir de la entrada al desván.

**b) Cables instalados paralelamente a los miembros estructurales.** Cuando el cable se instale paralelamente a los laterales de travesaños, columnas o vigas del piso, no se necesitan abrazaderas ni largueros protectores y su instalación debe cumplir lo establecido en 300-4(d).

### C. Especificaciones de construcción

**333-19. Construcción.** Los cables tipo AC deben tener una armadura de cinta metálica flexible. Los conductores aislados deben cumplir lo establecido en 333-20. Los cables tipo AC deben tener una banda interna de empalme de cobre o aluminio en contacto continuo con la armadura y a lo largo de toda ella.

**333-20. Conductores.** Los conductores aislados deben ser de un tipo indicado en la Tabla 310-13 o identificados para su uso en este tipo de cable. Además, los conductores deben tener una cubierta fibrosa resistente a la humedad y resistente a la propagación de la flama. Para los cables tipo AC sólo se requiere cubierta fibrosa y resistente a la humedad en cada uno de los conductores. Su capacidad de conducción de corriente será la determinada en 310-15.

***Excepción:*** *Los cables blindados instalados en aislamientos térmicos deben tener conductores para una temperatura mínima de 90 °C. La capacidad de conducción de corriente será la correspondiente a conductores de 60 °C.*

**333-21. Puesta a tierra.** Los cables tipo AC deben tener un conductor adecuado para puesta a tierra de equipo, como se exige en 250-51.

**333-22. Marcado.** Se debe aplicar lo establecido en 310-11, excepto que los cables tipo AC deben llevar la identificación del fabricante mediante una marca externa visible en la cubierta del cable, a todo lo largo. Se permite identificar con el sufijo LS a los cables resistentes a la propagación de la flama y con baja emisión de humos.

## ARTÍCULO 334 - CABLES CON ARMADURA METÁLICA TIPO MC

### A. Disposiciones generales

**334-1. Definición.** Un cable tipo MC es un conjunto ensamblado en fábrica de uno o más conductores aislados con o sin cables de fibra óptica, encerrados en una armadura metálica de cinta engargolada o en un tubo liso o corrugado.

**334-2. Otros Artículos.** Los cables con armadura metálica deben cumplir las disposiciones de este Artículo y las que les sean aplicables de otros en esta NOM, en especial el Artículo 300.

Se permite utilizar cables tipo MC en instalaciones de más de 600 V nominales. Véase 300-2(a).

**334-3. Usos permitidos.** Si no se indica otra cosa en esta NOM y si no están sujetos a daño físico, se permite utilizar cables tipo MC en los siguientes casos: (1) en acometidas, circuitos alimentadores y derivados; (2) en circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización; (3) en interiores y exteriores; (4) expuestos u ocultos; (5) directamente enterrados cuando estén especificados para ese uso; (6) en soportes tipo charola para cables; (7) en cualquier canalización; (8) en tramos abiertos; (9) como cable aéreo o soportado por mensajero; (10) en lugares peligrosos

(clasificados) como permiten los Artículos 501, 502, 503 y 504; (11) en lugares secos e instalados directamente bajo yeso, ladrillo u otro material de mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados, y (12) en lugares mojados que cumplan alguna de las siguientes condiciones:

**1)** Que la cubierta metálica resistente a la humedad.

**2)** Que debajo de la armadura metálica lleve una cubierta de plomo o una cubierta resistente a la humedad.

**3)** Que los conductores aislados bajo la armadura metálica estén aprobados y listados para usarlos en lugares mojados.

***Excepción:*** *Véase la Excepción de 501-4(b).*

**NOTA:** Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**334-4. Usos no permitidos.** Los cables tipo MC no se deben usar cuando estén expuestos a condiciones corrosivas destructivas, como enterrados directamente o en concreto o cuando estén expuestos a relleno de escoria, cloruros fuertes, álcalis cáusticos o vapores de cloro o de ácido clorhídrico.

***Excepción:*** *Si la armadura metálica es adecuada para esas condiciones o está protegida por un material adecuado para esas condiciones.*

**B. Instalación**

**334-10. Instalación.** Los cables tipo MC deben instalarse cumpliendo las disposiciones de los Artículos 300, 710, 725 y 770-52 que les sean aplicables.

**a) Soportes.** Los cables tipo MC deben apoyarse y sujetarse a intervalos no-superiores a 1,8 m. Los cables que contengan cuatro conductores o menos de tamaño nominal no-superior a 5,260 $mm^2$ (10 AWG), se deben sujetar a 30 cm de cada caja, envolvente o accesorio.

***Excepción. 1:*** *Tramos no-mayores a 1,8 m desde una salida para conexión a equipo o aparatos de alumbrado en el interior de un techo falso accesible.*

***Excepción. 2:*** *Cuando el cable tipo MC esté sujeto por sus extremos.*

***Excepción. 3:*** *Los cables instalados en lugares distintos a los trayectos verticales a través de orificios punzonados o taladrados en miembros de estructuras de madera o metálicas o a través de ranuras en miembros de estructuras de madera y protegidos por una chapa de acero de un espesor mínimo de 1,6 mm, se considerarán sujetos cuando los intervalos de soporte no superen los especificados en esta Sección y el cable esté firmemente sujeto por medios aprobados a menos de 30 cm de una caja, envolvente, registro u otra terminal propia del cable.*

**b) Soporte para cables tipo charola.** Los cables tipo MC instalados en soporte para cables tipo charola deben cumplir con lo establecido en el Artículo 318.

**c) Directamente enterrados.** Los cables directamente enterrados deben cumplir con lo establecido en 300-5 o 710-4, en lo que les sea aplicable.

**d) Como cables de entrada de acometida.** Un cable tipo MC instalado como cable de entrada de acometida debe cumplir con el Artículo 230.

**e) Instalados fuera de los edificios o cable aéreo.** Un cable tipo MC instalado fuera de un edificio o como cable aéreo, debe cumplir con los Artículos 225 y 321.

**f) A través de vigas, columnas o travesaños o paralelo a ellas.** Cuando los cables tipo MC se instalen a través de vigas, columnas, travesaños o elementos de madera similares, deben cumplir con lo establecido en 300-4.

**g) En desvanes accesibles.** La instalación de cables tipo MC en desvanes o espacios accesibles bajo el techo, debe cumplir con lo establecido en 333-12.

**334-11. Radio de curvatura.** Todas las curvas deben hacerse de manera que el cable no sufra daños y el radio de curvatura del borde interior de cualquier curva no debe ser inferior a lo siguiente:

**a) Cubierta lisa**

**1)** Diez veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el cable no tenga más de 19 mm de diámetro exterior.

**2)** Doce veces el diámetro exterior de la cubierta metálica cuando el cable tenga más de 19 mm de diámetro exterior, pero no-más de 38 mm.

**3)** Quince veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el cable tenga más de 38 mm de diámetro exterior.

**b) Armadura engargolada o cubierta corrugada.** Siete veces el diámetro exterior de la cubierta metálica.

**c) Conductores blindados.** La mayor de estas dos magnitudes: doce veces el diámetro total de uno de los conductores o siete veces el diámetro total del cable multiconductor.

**334-12. Accesorios.** Los accesorios usados para conectar los cables tipo MC a cajas, gabinetes u otro equipo deben estar aprobados e identificados para ese uso. Cuando un cable monoconductor entre en una caja o gabinete de metal ferroso, la instalación debe cumplir con lo establecido en 300-20 para evitar el calentamiento por inducción.

**334-13. Capacidad de conducción de corriente.** La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo MC debe cumplir con lo establecido en 310-15.

***Excepción. 1:*** *La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo MC instalados en soporte para cables tipo charola se debe calcular de acuerdo con lo indicado en 318-11 y 318-13.*

***Excepción. 2:*** *La capacidad de conducción de corriente de los conductores de tamaño nominal 1,307 mm$^2$ (16 AWG) y 0,8235 mm$^2$ (18 AWG) se debe calcular según la Tabla 402-5.*

**NOTA:** Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

**C. Especificaciones de construcción**

**334-20. Conductores.** Los conductores deben ser de cobre o aluminio, sólidos o cableados.

El tamaño nominal mínimo de los conductores debe ser de 0,8235 mm$^2$ (18 AWG) de cobre y de 13,3 mm$^2$ (6 AWG) de aluminio.

**334-21. Aislamiento.** Los conductores aislados deben cumplir con los siguientes Apartados:

**a) 600 V.** Los conductores aislados de tamaño nominal 1,307 mm$^2$ (16 AWG) y 0,8235 mm$^2$ (18 AWG) deben ser de un tipo listado en la Tabla 402-3 con temperatura máxima de operación no-menor a 90 °C y según se permite en 725-27. Los conductores de tamaño nominal superior a 1,307 mm$^2$ (16 AWG) deben ser de un tipo listado en la Tabla 310-13 o especificado para su uso en cables MC.

**b) De más de 600 V.** Los conductores aislados deben ser de un tipo listado en las Tablas 310-61 a 310-64.

**334-22. Cubierta metálica.** La cubierta metálica debe ser de uno de los tipos siguientes: cubierta metálica lisa, cubierta metálica soldada y corrugada, armadura de cinta metálica engargolada. La cubierta metálica debe ser continua y ajustar perfectamente.

Se permite utilizar protección suplementaria en forma de otra cubierta externa de material resistente a la corrosión, que será obligatoria cuando dicha protección sea necesaria. La cubierta metálica no se debe usar como conductor.

**NOTA:** Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**334-23. Puesta a tierra.** Los cables tipo MC deben tener una trayectoria adecuada para puesta a tierra de equipo, como se exige en el Artículo 250.

**334-24. Marcado.** Es de aplicación lo establecido en 310-11. Se permite marcar con el sufijo LS los cables no propagadores de incendio y con baja emisión de humos.

**ARTÍCULO 336 - CABLES CON CUBIERTA TERMOPLÁSTICA (TIPOS NM, NMC Y NMS )**

**336-1. Alcance.** Este Artículo cubre el uso, instalación y especificaciones de construcción de los cables con cubierta termoplástica.

**A. Disposiciones generales**

**336-2. Definición.** Un cable con cubierta termoplástica es un conjunto ensamblado en fábrica de dos o más conductores aislados que tienen una cubierta exterior de material termoplástico, resistente a la humedad y resistente a la propagación de la flama o a la propagación de incendios.

**336-3. Otros Artículos.** Las instalaciones con cables de cubierta termoplástica deben cumplir las disposiciones de este Artículo y otros aplicables de esta NOM, especialmente los Artículos 300 y 310.

**336-4. Usos permitidos.** Se permite usar los cables tipo NM, NMC y NMS en edificios de viviendas unifamiliares, bifamiliares, viviendas multifamiliares y otras edificaciones, excepto las prohibidas en 336-5. Cuando estén instalados en soportes tipo charola para cables, deben estar aprobados e identificados para ese uso.

**NOTA:** Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

**a) Tipo NM.** Se permite usar cables tipo NM en instalaciones expuestas y ocultas en lugares normalmente secos. Se permite instalar o tender cables tipo NM en la cámara de aire existente entre las paredes de ladrillo o azulejo, cuando dichas paredes no estén expuestas o sometidas a excesiva agua o humedad.

**b) Tipo NMC.** Se permite instalar cables tipo NMC:

**1)** En instalaciones expuestas y ocultas en lugares secos, húmedos, mojados o corrosivos.

**2)** En el interior y exterior de paredes de ladrillo o azulejo.

**3)** En ranuras hechas en ladrillo, concreto o adobe y protegidas contra clavos o tornillos por una chapa de acero de un espesor mínimo de 1,6 mm y acabadas con yeso, adobe o similar.

**c) Tipo NMS.** Se permite instalar cables tipo NMS en instalaciones expuestas u ocultas en lugares normalmente secos. Se permite instalar o tender cables tipo NMS en la cámara de aire existente entre las paredes de ladrillo o azulejo, cuando dichas paredes no estén expuestas o sometidas a excesiva agua o humedad. Los cables tipo NMS se deben usar como se indica en el Artículo 780.

**336-5. Usos no permitidos**

**a) Tipos NM, NMC y NMS.** No se deben usar cables tipo NM, NMC y NMS:

**1)** En cualquier edificio de viviendas u otro que tenga más de tres pisos sobre el nivel de la calle.

Para efectos de este Artículo, el primer piso de un edificio se debe considerar el que tenga 50% o más de la superficie exterior de sus paredes a nivel del piso o por encima de éste. Se permite considerar un piso adicional que sea en la planta baja y no esté proyectado para que lo habiten personas, sino sólo para estacionamiento de vehículos, almacén u otros usos similares.

***Excepción:*** *Se permite considerar un piso adicional en una vivienda unifamiliar cuando la renovación de un desván, estacionamiento de vehículos o almacén cree una planta habitable.*

**2)** Como cables de entrada de acometida.

**3)** En estacionamientos públicos que tengan lugares peligrosos (clasificados), como se establece en 511-3.

**4)** En teatros y locales similares, excepto lo que establece el Artículo 518, lugares de concentración pública.

**5)** En estudios cinematográficos.
**6)** En bancos de baterías.
**7)** En los huecos de los ascensores.
**8)** Instalados bajo lechada de cemento, concreto o similar.
**9)** En lugares peligrosos (clasificados), excepto lo permitido en la Excepción de 501-4(b), Excepción de 502-4(b) y 504-20.

**b) Tipos NM y NMS.** No se deben instalar cables tipo NM y NMS:
**1)** Cuando estén expuestos a humos o vapores corrosivos.
**2)** Bajo ladrillo, concreto, adobe, tierra o yeso.
**3)** En una ranura poco profunda en ladrillo, concreto o adobe cubierta con yeso, adobe u otro acabado similar.

**B. Instalación**

**336-6. Instalaciones expuestas-Disposiciones generales.** En las instalaciones expuestas, los cables se deben instalar como se especifica en los siguientes incisos, excepto lo que establece 300-11(a).

**a) Siguiendo la superficie.** El cable debe seguir lo más cerca posible la superficie del acabado del edificio o los bordes.

**b) Protegidos contra daño físico.** Los cables deben estar protegidos contra daño físico cuando sea necesario mediante tubo *(conduit)* metálico tipo ligero, tubo *(conduit)* no-metálico de PVC rígido Cédula 80, tubo, cintas protectoras o por otros medios. Cuando pasen a través del piso, los cables deben ir en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, metálico tipo ligero, no-metálico de PVC rígido Cédula 80 u otro que sobresalga como mínimo 15 cm del piso.

**c) En sótanos sin acabado.** Cuando el recorrido del cable forme ángulo con vigas en sótanos sin terminar, se permite sujetar los cables que no tengan menos de dos conductores de 13,30 $mm^2$ (6 AWG) o tres conductores de 8,367 $mm^2$ (8 AWG) directamente a las caras menores de las vigas. Los cables más pequeños se deben instalar a través de orificios taladrados en las vigas o sobre largueros.

**d) En desvanes accesibles.** Los cables instalados en áticos o espacios bajo techo accesibles deben cumplir además con lo establecido en 333-12.

**336-9. A través de vigas, columnas o travesaños o paralelo a ellas.** Cuando los cables tipo NM, NMC o NMS se instalen a través de vigas, columnas, travesaños o elementos de madera similares, deben cumplir con lo establecido en 300-4.

**336-16. Curvas.** Todas las curvas se deben hacer de modo que el cable no resulte dañado y que el radio de curvatura del borde interior de cada curva no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable.

**336-18. Soportes.** Los cables con cubierta termoplástica se deben sujetar con grapas, cables de anclaje, abrazaderas o elementos similares proyectados e instalados de modo que no dañen al cable. El cable se debe sujetar a intervalos no-mayores a 1,4 m y a menos de 3 m de cualquier gabinete, caja o accesorio. No se deben engrapar los cables de dos conductores sobre un borde. Los cables que pasen a través de orificios hechos en columnas, vigas o travesaños de madera o metal, pueden considerarse soportados y asegurados.

**NOTA:** Para la fijación cuando se usan cajas no-metálicas, véase 370-17.

***Excepción 1:*** *En instalaciones ocultas en edificios acabados o paneles acabados para edificios prefabricados en los que tales apoyos sean imposibles, se permite tender el cable entre dos puntos de acceso.*

***Excepción 2:*** *Se permite utilizar un dispositivo eléctrico identificado para ese uso sin caja de salida de corriente eléctrica independiente, que incorpore una abrazadera de cables integrada, cuando el cable esté sujeto a intervalos no-mayores a 1,4 m y a menos de 3 m de la ranura hecha en la pared para ese dispositivo y cuando quede como mínimo una vuelta de 30 cm de cable continuo o de 15 cm del extremo del cable en el interior de la pared acabada, que permita cambiarlo.*

**336-20. Cajas de material aislante.** Se permiten las cajas de salida no-metálicas, tal como se establece en 370-3.

**336-21. Dispositivos de material aislante.** Se permite utilizar sin cajas para desconectadores y dispositivos de derivación de material aislante en instalaciones de cables a la vista, así como para un nuevo alambrado en inmuebles existentes donde el cable sea amarrado y quede oculto. Los orificios de dichos dispositivos deben ajustarse a la cubierta exterior del cable y el dispositivo cubrir la parte del cable que haya quedado sin cubierta.

Cuando las conexiones a los conductores se hagan mediante tornillos, debe haber tantas terminales como conductores.

**336-25. Dispositivos con cubierta integral.** Está permitido utilizar dispositivos eléctricos con cubierta integral especificados para ese uso, como lo establece la Excepción 4 en 300-15(b).

**C. Especificaciones de construcción**

**336-30. Disposiciones generales.** Los cables con cubierta termoplástica deben cumplir las siguientes disposiciones:

**a) Construcción.** La cubierta exterior del cable debe ser de material no-metálico.

**1) Tipo NM.** La cubierta exterior debe ser resistente a la propagación de la flama y a la humedad.

**2) Tipo NMC.** La cubierta exterior debe ser resistente a la propagación de la flama y a la humedad, a los hongos y a la corrosión.

**3) Tipo NMS.** Un cable tipo NMS es un conjunto ensamblado en fábrica de conductores aislados de energía, comunicaciones y señalización, encerrados en una cubierta común de material no-metálico, resistente a la

humedad y resistente a la propagación de la flama. La cubierta se debe instalar de modo que separe los conductores de energía de los de comunicaciones y señales. Se permite que los conductores de señales vayan blindados con una pantalla electrostática. Se permite el uso opcional de una cubierta exterior.

**NOTA:** Para los cables de fibra óptica, véanse 770-4 y 770-52.

**b) Conductores.** Los conductores aislados de potencia deben ser de uno de los tipos indicados en la Tabla 310-13 y adecuados para alambrado de circuitos derivados o aprobados e identificados para usarse en estos cables.

Los conductores de potencia deben ser de tamaño nominal de 2,082 $mm^2$ (14 AWG) a 33,62 $mm^2$ (2 AWG) de cobre o de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) a 33,62 $mm^2$ (2 AWG) de aluminio.

Los conductores de señalización deben cumplir con lo establecido en 780-5. Puesta a tierra de equipo. Cuando lleve este conductor, su tamaño nominal debe estar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

Los conductores deben tener una temperatura nominal de trabajo de 90 °C. La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo NM, NMC y NMS debe ser igual a la de los conductores de 60 °C y cumplir con lo establecido en 310-15.

**NOTA:** Los cables tipo NM, NMC y NMS identificados por las marcas NM-B, NMC-B y NMS-B, cumplen este requisito.

***Excepción:*** *Se permite calcular las correcciones por temperatura y por agrupamiento basándose en la capacidad de conducción de corriente a 90 °C, siempre que el valor obtenido no exceda la capacidad de conducción de corriente de un conductor de temperatura de operación del aislamiento de 60 °C.*

**336-31. Marcado.** Los cables deben ir marcados según lo establecido en 310-11. Se permite marcar con el sufijo LS a los cables resistentes a la propagación de incendio y con baja emisión de humos.

## ARTÍCULO 338 - CABLES DE ENTRADA DE ACOMETIDA

**338-1. Definición.** Un cable de entrada de acometida es un ensamble de uno o varios conductores con o sin cubierta exterior, utilizado fundamentalmente para acometidas. Puede ser de los siguientes tipos:

**a) Tipo SE.** El tipo SE con cubierta resistente a la propagación de incendio y resistente a la humedad.

**b) Tipo USE.** El tipo USE, identificado para uso subterráneo, con cubierta resistente a la humedad pero no necesariamente resistente a la propagación de la flama.

Los ensambles de cables monoconductores tipo USE reconocidos para uso subterráneo, pueden incluir en el ensamble un conductor de cobre desnudo. Los cables monoconductores, paralelos o multiconductores tipo USE reconocidos para uso subterráneo pueden llevar un conductor concéntrico de cobre desnudo. Estos cables no requieren una cubierta exterior.

**c) Tipos TWD-UV, BTC, DRS, CCE Y BM-AL.** Véase la Tabla 310-13.

**NOTA:** Para los conductores de entrada de acometida no-aislados y directamente enterrados, véase la Excepción (b) de 230-41.

**d) Un conductor sin aislar.** Si los cables tipo SE o USE consisten en dos o más conductores, se permite que uno esté sin aislar.

**338-2. Usos permitidos como conductores de entrada de acometida.** Los cables utilizados como conductores de entrada de acometida se deben instalar como exige el Artículo 230.

Se permite que los cables tipo USE utilizados para acometidas laterales sobresalgan del piso en las terminales a las bases de medidores u otras cubiertas, cuando estén protegidos según lo establecido en 300-5(d).

**338-3. Otros usos permitidos**

**a) Conductor aislado puesto a tierra.** Se permite usar cables de entrada de acometida tipo SE en sistemas interiores de alambrado cuando todos los conductores de circuito del cable estén recubiertos de hule o aislamiento termoplástico.

**b) Conductor no-aislado puesto a tierra.** Los cables de entrada de acometida tipo SE sin aislamiento individual del conductor del circuito puesto a tierra, no se deben usar como cables del alimentador o del circuito derivado en el interior de un edificio, excepto si el cable tiene una cubierta exterior final termoplástica y se alimenta con c.a. no-menor a 150 V a tierra, en cuyo caso se permite utilizarlo como cable del circuito de alimentación sólo para otros edificios de la misma propiedad.

Se permite usar cables de entrada de acometida tipo SE con conductores totalmente aislados cuando se usen como cables de circuitos los conductores aislados y el conductor sin aislar se use para puesta a tierra.

**c) Límites de temperatura.** Los cables de entrada de acometida tipo SE que se usen para alimentar aparatos no deben estar sometidos a temperaturas mayores a la temperatura especificada para el tipo de aislamiento que lleven.

**d)** Los cables tipo BTC se pueden utilizar en la distribución subterránea de energía eléctrica en baja tensión, siempre y cuando no contravenga disposiciones indicadas en otros Artículos de esta NOM.

**e)** Los cables tipo DRS se pueden utilizar en la distribución subterránea de energía eléctrica en baja tensión y en instalaciones eléctricas permanentes o temporales para alumbrado general, siempre y cuando no contravenga disposiciones indicadas en otros Artículos de esta NOM.

**f)** Los cables tipo BM-AL se pueden utilizar en la distribución aérea de energía eléctrica en baja tensión y en instalaciones eléctricas permanentes o temporales para alumbrado general, siempre y cuando no contravenga disposiciones indicadas en otros Artículos de esta NOM.

**338-4. Métodos de instalación en interiores.** Además de lo establecido en este Artículo, los cables de entrada de acometida tipo SE utilizados en instalaciones interiores deben cumplir los requisitos de instalación del Artículo 336, Parte A y Parte B, y lo establecido en el Artículo 300.

**NOTA:** Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

**338-5. Marcado.** Los cables de entrada de acometida se deben marcar como se exige en 310-11. Un cable con un conductor neutro de tamaño nominal menor a la de los conductores de fase, debe indicarlo en el marcado.

**338-6. Curvas.** Las curvas y cualquier otro manejo de los cables se deben hacer de modo que no dañen las cubiertas protectoras del cable y que el radio de curvatura del borde interior de la curva no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable.

**ARTÍCULO 339 - CABLES SUBTERRÁNEOS PARA ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS TIPO UF**

**339-1. Descripción y marcado**

**a) Descripción.** Los cables para alimentadores subterráneos y de circuitos derivados deben estar aprobados y listados como tipo UF y de tamaño nominal de 2,082 $mm^2$ (14 AWG) de cobre o de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) de aluminio hasta 107,2 $mm^2$ (4/0 AWG). Los conductores tipo UF deben corresponder a uno de los tipos resistentes a la humedad según se indica en la Tabla 310-13, adecuado para instalaciones de circuitos derivados o aprobados e identificados para ese uso. Además de los conductores aislados, se permite que el cable lleve un conductor aislado o desnudo de tamaño nominal adecuado, exclusivamente para puesta a tierra de equipo. La cubierta exterior debe ser de material resistente a la propagación de la flama; resistente a la humedad, a los hongos y a la corrosión y adecuada para usarse directamente enterrada.

**b) Marcado.** Además de lo establecido en 310-11, el cable debe llevar marcas claras en su exterior y a todo lo largo, que indiquen el tipo de cable.

**339-2. Otros Artículos.** Además de lo establecido en este Artículo, las instalaciones de cables subterráneos de alimentadores o de circuitos derivados (tipo UF) deben cumplir las demás disposiciones aplicables de esta NOM, sobre todo las indicadas en el Artículo 300 y en 310-13.

**339-3. Uso**

**a) Usos permitidos**

**1)** Se permite usar cables tipo UF en instalaciones subterráneas, incluso directamente enterrados en la tierra, como cables del alimentador o de un circuito derivado, siempre que estén dotados de dispositivo de protección contra sobrecorriente para la capacidad de conducción de corriente que se establece en 339-4.

**2)** Cuando se instalen cables monoconductores, los cables del alimentador o del circuito derivado, incluido el neutro y el conductor de puesta a tierra de equipo, si lo hubiera, deben ir juntos en la misma zanja o canalización.

***Excepción:*** *En los sistemas solares fotoeléctricos, según lo establecido en 690-31.*

**3)** En cuanto a los requisitos de la instalación subterránea, véase 300-5.

**4)** Se permite usar cables tipo UF en instalaciones interiores en lugares secos, mojados o corrosivos siempre que se cumplan los requisitos de instalación de esta NOM y que, cuando se instalen cables con cubierta termoplástica, la instalación y los cables cumplan con lo establecido en el Artículo 336 y los cables sean además multiconductores.

***Excepción:*** *Se permite usar cables monoconductores como terminales no-calefactoras para cables de calefacción, según se indica en 424-43, y en sistemas solares fotoeléctricos como se indica en 690-31.*

Si se usan cables tipo UF en soporte para cables tipo charolas deben ser multiconductores.

**NOTA:** Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

**b) Usos no permitidos.** No se deben usar cables tipo UF: (1) como cables de entrada de acometida; (2) en estacionamientos públicos; (3) en teatros; (4) en estudios cinematográficos; (5) en bancos de baterías; (6) en huecos de elevadores; (7) en lugares peligrosos (clasificados); (8) embebidos en aplanados de cemento, concreto u otro, excepto guías no-calefactoras embebidas en yeso según establece el Artículo 424; (9) expuestos a la luz directa del Sol, excepto si están aprobados e identificados como resistentes a la luz del Sol.

***Excepción:*** *Véase la Excepción en 501-4(b).*

**339-4. Protección contra sobrecorriente.** Debe haber protección contra sobrecorriente según lo establecido en 240-3.

**339-5. Capacidad de conducción de corriente.** La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo UF debe ser la correspondiente a los conductores de 60 °C, según se indica en 310-15.

**339-6. Marcado.** La superficie de la cubierta de estos conductores debe marcarse como se especifica en 310-11.

**ARTÍCULO 340 - CABLES DE ENERGÍA Y CONTROL TIPO TC PARA USO EN SOPORTES TIPO CHAROLA**

**340-1. Definición.** El cable de energía y control tipo TC para uso en soportes tipo charola es un ensamble hecho en fábrica de dos o más conductores aislados con o sin conductores de puesta a tierra, cubiertos o desnudos, en una cubierta termoplástica, para su instalación en soporte para cables tipo charola, canalizaciones o soportados por un mensajero.

**340-2. Otros Artículos.** Además de lo establecido en este Artículo, las instalaciones de cables tipo TC deben cumplir las disposiciones aplicables de otros en esta NOM, especialmente los Artículos 300 y 318.

**340-3. Construcción.** Los conductores aislados de los cables tipo TC deben ser de tamaño nominal 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) a 506,7 $mm^2$ (1000 kcmil) de cobre y de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) a 506,7 $mm^2$ (1000 kcmil) de aluminio. Los

conductores de cobre aislados de tamaño nominal de 2,082 $mm^2$ (14 AWG) y mayores y de tamaño 13,3 $mm^2$ (6 AWG) y mayores de aluminio deben ser de uno de los tipos listados en las Tablas 310-13 o 310-62, adecuados para alimentadores o circuitos derivados o identificados para dicho uso. Los conductores aislados de tamaño nominal 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) y 1,307 $mm^2$ (16 AWG) de cobre deben cumplir con lo indicado en 725-27. La cubierta exterior debe ser de material termoplástico y resistente a la propagación de la flama. No se permite una cubierta metálica bajo ni sobre la cubierta exterior termoplástica. Si se instalan en lugares mojados, los cables tipo TC deben ser resistentes a la humedad y a los agentes corrosivos.

***Excepción 1:*** *Cuando se utilicen en instalaciones de alarma contra incendios, los conductores deben cumplir lo establecido en 760-27.*

***Excepción 2:*** *Se permite que los conductores de los cables tipo TC utilizados en circuitos que cumplan con el Artículo 725, sean de cualquiera de los materiales utilizados en las extensiones de cables para termopares. En los cables tipo TC que utilicen extensiones de termopares, no debe haber marcas de tensión eléctrica.*

**340-4. Usos permitidos.** Se permite usar cables tipo TC (1) en circuitos de energía, alumbrado, control y señalización; (2) en soporte para cables tipo charola o en canalizaciones o en tramos exteriores soportados por un mensajero; (3) en soporte para cables tipo charola en lugares peligrosos (clasificados), como permiten los Artículos 318, 501, 502 y 504, en instalaciones industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación es atendida únicamente por personas calificadas; (4) en circuitos de Clase 1, como permite el Artículo 725; (5) en circuitos de alarma contra incendios, no-limitados en potencia, si los conductores cumplen los requisitos indicados en 760-27.

**NOTA:** Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

**340-5. Usos no permitidos.** No se permite usar cables tipo TC (1) cuando estén expuestos a daños físicos; (2) como cable desnudo en grapas o abrazaderas; (3) expuestos a la luz directa del Sol, a no ser que estén identificados para ese uso, y (4) directamente enterrados, a no ser que estén identificados para ese uso.

***Excepción:*** *En instalaciones industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación es atendida únicamente por personas calificadas y el cable no esté expuesto a daño físico, se permite usar cables tipo TC que cumplan las condiciones de choque e impacto de los cables tipo MC y que estén identificados para utilizarlos como cables abiertos entre el soporte para cables tipo charola y el equipo de utilización en longitudes no-mayores a 15 m. El cable debe estar soportado y sujeto a intervalos no-mayores a 1,8 m. Debe haber dentro del cable un conductor de puesta a tierra de equipo, que se utilice como conductor de puesta a tierra de equipo entre el soporte para cables tipo charola y el equipo de utilización.*

**340-6. Marcado.** Los cables deben ir marcados según lo establecido en 310-11. Se permite marcar con el sufijo LS los cables no-propagadores de incendio y con baja emisión de humos.

**340-7. Capacidad de conducción de corriente.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores del cable tipo TC, se debe calcular según 402-5 para los conductores menores al tamaño nominal 2,082 $mm^2$ (14 AWG) y según 318-11.

**340-8. Curvas.** Las curvas en los cables tipo TC se deben hacer de modo que no dañen al cable.

## ARTÍCULO 342 - EXTENSIONES NO-METÁLICAS

**342-1. Definición.** Las extensiones no-metálicas son ensambles de dos conductores aislados dentro de una cubierta no-metálica o termoplástica extruida. Su clasificación incluye tanto las extensiones de superficie, diseñadas para ser instaladas directamente en la superficie de paredes o techos, y los cables aéreos que contienen un cable mensajero como soporte integrante del ensamble.

**342-2. Otros Artículos.** Además de lo establecido en este Artículo, las extensiones no-metálicas se deben instalar cumpliendo las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM.

**342-3. Usos permitidos.** Se permite usar extensiones no-metálicas únicamente cuando se cumplan las siguientes condiciones:

**a) Desde una salida existente.** Si la extensión proviene de una salida existente en un circuito derivado de 15 o 20 A que cumpla los requisitos del Artículo 210.

**b) Expuestas en un lugar seco.** Si la extensión está expuesta y en un lugar seco.

**c) Extensiones superficiales no-metálicas.** Si la extensión superficial es no-metálica, si el edificio es de uso residencial o de oficinas y si no supera los límites de altura establecidos en 336-5(a)(1).

**c1) Alternativa a (c)*:*** Si el cable es aéreo, el edificio es de uso industrial y la naturaleza de la actividad desarrollada en el mismo exige medios muy flexibles para la conexión de equipo.

**NOTA:** Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

**342-4. Usos no permitidos.** No se deben usar extensiones no-metálicas:

**a) Como cables aéreos.** Como cables aéreos en sustitución de cualquiera de los métodos de alambrado especificados en esta NOM.

**b) En zonas sin terminar.** En sótanos, desvanes o lugares bajo el techo sin terminar.

**c) Tensión eléctrica entre conductores.** Cuando la tensión eléctrica entre conductores exceda 150 V para extensiones superficiales no-metálicas; cuando la tensión eléctrica entre conductores exceda 300 V para cables aéreos.

**d) Vapores corrosivos.** Cuando esté sometida a vapores corrosivos.

**e) A través de pisos o tabiques.** Cuando tenga que pasar a través de pisos o tabiques o salir de la habitación en donde se origina.

**342-5. Empalmes y derivaciones.** Las extensiones deben consistir en un ensamble continuo e ininterrumpido, sin empalmes y sin conductores expuestos entre los accesorios. Se permiten las derivaciones cuando se utilicen accesorios de conexión aprobados que las cubran completamente. Los cables aéreos y sus conectadores deben ir dotados de un medio aprobado para señalar la polaridad. Los conectadores derivados tipo contacto deben contar con un mecanismo de candado.

**342-6. Accesorios.** Cada tramo de la extensión debe terminar en un accesorio que cubra el extremo de todo el ensamble. Todos los accesorios y dispositivos deben ser de un tipo identificado para ese uso.

**342-7. Instalación.** Las extensiones no-metálicas se deben instalar según lo establecido en los siguientes apartados.

**a) Extensiones no-metálicas superficiales**

**1)** Se permite instalar una o más extensiones a partir de una salida existente en cualquier dirección, pero no en el piso ni a menos de 50 cm del piso.

**2)** Las extensiones no-metálicas superficiales se deben sujetar por medios aprobados a intervalos no-mayores a 20 cm.

***Excepción:*** *Cuando la conexión con la salida se haga por medio de un conectador o clavija, se permite que la primera sujeción esté a 30 cm o menos de la clavija. Debe haber como mínimo un elemento de sujeción entre cada dos salidas contiguas. Una extensión sólo se debe sujetar a elementos de madera o yeso y no debe estar en contacto con metales ni con otros materiales conductores, excepto con las placas metálicas en los receptáculos.*

**3)** Las curvas que reduzcan la separación normal entre conductores se deben cubrir con una tapa para proteger el ensamble contra daño físico.

**b) Cables aéreos**

**1)** Los cables aéreos deben estar sujetos a su cable mensajero y sujetos firmemente en cada extremo con abrazaderas y tensores adecuados. Deben colocarse soportes intermedios a intervalos no-mayores a 6 m. La tensión mecánica del cable debe ajustarse para evitar una flecha excesiva. El cable debe conservar una distancia no-menor a 50 cm de los miembros estructurales de acero u otros materiales conductores.

**2)** Los cables aéreos deben estar a una distancia no-menor a 3 m sobre el piso de zonas accesibles a peatones y no-menor a 4,3 m sobre el piso de zonas accesibles a tráfico de vehículos.

**3)** Los cables suspendidos sobre zonas de trabajo no-accesibles al tráfico peatonal deben guardar una distancia no-menor a 2,4 m sobre el piso.

**4)** Se permiten los cables aéreos como medios de soporte de dispositivos de alumbrado cuando la carga total sobre el cable mensajero no exceda su capacidad.

**5)** Se permite utilizar el cable mensajero como conductor de puesta a tierra de equipo siempre que esté instalado de acuerdo con las disposiciones aplicables del Artículo 250 y debidamente identificado como conductor de puesta a tierra de equipo. El cable mensajero no se debe utilizar como conductor de un circuito derivado.

**342-8. Marcado.** Las extensiones no-metálicas se deben marcar según lo establecido en 110-21.

## ARTÍCULO 343 - TUBO *(CONDUIT)* NO-METÁLICO CON CABLES PREENSAMBLADOS PARA USOS SUBTERRÁNEOS

### A. Disposiciones generales

**343-1. Descripción.** Tubo (*conduit*) no-metálico con cables pre-ensamblados para usos subterráneos; un ensamble hecho en fábrica de conductores o cables dentro de un tubo no-metálico de sección circular y paredes lisas.

El tubo *(conduit)* no-metálico debe estar fabricado de un material resistente a la humedad y a los agentes corrosivos. También puede suministrarse en carretes sin que se dañe o se deforme y debe ser de resistencia suficiente para soportar el trato, como impactos o aplastamientos, tanto durante su manejo como durante su instalación, sin que sufran daños ni el tubo *(conduit)* ni los conductores.

**343-2. Otros Artículos.** La instalación de tubo *(conduit)* no-metálico con cables pre-ensamblados para usos subterráneos debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando se requiera conductor de puesta a tierra de equipo según exige el Artículo 250, se debe utilizar un ensamble que contenga un conductor independiente de puesta a tierra de equipo.

**343-3. Usos permitidos.** Se permite el uso de tubo *(conduit)* no-metálico con cables pre-ensamblados para usos subterráneos y sus accesorios en los siguientes casos:

**1)** En instalaciones directamente enterradas. Para los requisitos mínimos de cobertura, véanse las columnas de los tubos rígidos no-metálicos de las Tablas 300-5 y 710-4(b).

**2)** Empotrados o embebidos en concreto.

**3)** En relleno de escoria.

**4)** En instalaciones subterráneas sometidas a condiciones corrosivas severas, como se especifica en 300-6 y sujetas a productos químicos para los que el ensamble esté específicamente aprobado.

**343-4. Usos no permitidos.** No está permitido utilizar tubo *(conduit)* no-metálico subterráneo con conductores:

**1)** Cuando estén expuestos.

**2)** En el interior de los edificios.

***Excepción:*** *Sólo los conductores contenidos en el tubo pueden pasar hacia el interior del edificio, para elaborar sus terminales, de acuerdo con lo indicado en 300-3.*

**3)** En lugares peligrosos (clasificados).

***Excepción:*** *Lo establecido en las Secciones 503-3(a), 504-20, 514-8 y 515-5 y en los lugares de Clase I División 2, tal como se permite en la Excepción de 501-4(b).*

**B. Instalación**

**343-5. Tamaño nominal**

**a) Mínimo.** No se debe usar tubo *(conduit)* no-metálico subterráneo de tamaño nominal menor a 16 mm.

**b) Máximo.** No se debe usar tubo *(conduit)* no-metálico subterráneo de tamaño nominal mayor a 103 mm.

**343-6. Acabado.** En sus extremos, el tubo *(conduit)* se debe limar usando un método apropiado que no dañe el aislamiento de los cables ni a su cubierta exterior. Todos los extremos se deben limar por dentro y por fuera para dejarlos lisos.

**343-7. Uniones.** Todas las uniones entre el tubo *(conduit)*, accesorios y cajas se deben hacer con accesorios aprobados.

**343-8. Terminación de los conductores.** Las terminales entre los conductores o cables y equipo se deben hacer por un dispositivo aprobado para el tipo de conductor o cable.

**343-9. Boquillas.** Cuando un tubo *(conduit)* no-metálico subterráneo con conductores entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se debe instalar una boquilla o adaptador que proteja al conductor o cable de la abrasión, siempre que el diseño de la caja, gabinete o cubierta no ofrezca una protección equivalente.

**NOTA:** Para la protección de los conductores de tamaño nominal 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

**343-10. Curvas.** Las curvas de tubo *(conduit)* no-metálico subterráneo con conductores se deben hacer manualmente de modo que el tubo *(conduit)* no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca.

**343-11. Curvas. Número de curvas en un tramo.** Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante, 360° en total.

**343-12. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos o registros. Para las disposiciones sobre instalación y uso de las cajas y registros, véase el Artículo 370.

**C. Especificaciones de construcción**

**343-13. Disposiciones generales.** El tubo *(conduit)* no-metálico subterráneo con conductores se suministra como ensamble continuo en una bobina, carrete o caja.

**343-14. Conductores y cables.** Los conductores y cables utilizados en tubo *(conduit)* subterráneos no-metálicos con conductores deben estar aprobados y listados ser adecuados para su uso en lugares mojados. Además deben cumplir lo siguiente:

**a) De 600 V o menos.** Se permite utilizarlos en circuitos de c.a. y c.c. Todos los conductores deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión eléctrica nominal máxima del circuito de cualquier conductor o cable dentro del tubo *(conduit)*.

**b) De más de 600 V.** Los conductores o cables de más de 600 V nominales no deben ocupar el mismo tubo *(conduit)* que conductores o cables de circuitos de 600 V nominales o menos.

**343-15. Número de conductores.** El número máximo de conductores o cables en tubo *(conduit)* subterráneos no-metálicos con conductores no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

**343-16. Marcado.** El tubo *(conduit)* no-metálico subterráneo con conductores debe ir marcado de modo claro y duradero por lo menos cada 3 m, como se exige en 110-21. La marca debe incluir también el tipo de material del que está hecho el tubo *(conduit)*. La identificación de los conductores o cables del ensamble debe ir en una etiqueta unida a cada extremo del ensamble o en los laterales de la bobina. Las marcas de los conductores o cables en los ensambles de tubo *(conduit)* subterráneos no-metálicos con conductores deben cumplir lo establecido en 310-11.

## ARTÍCULO 345 - TUBO *(CONDUIT)* METÁLICO TIPO SEMIPESADO

**A. Disposiciones generales**

**345-1. Definición.** Un tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado es una canalización metálica, de sección circular, con juntas, conectadores y accesorios integrados o asociados, aprobada para la instalación de conductores eléctricos.

**345-2. Otros Artículos.** Las instalaciones de tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado deben cumplir lo establecido en las correspondientes Secciones del Artículo 300.

**345-3. Usos permitidos**

**a) Todas las condiciones atmosféricas y en edificios.** Se permite el uso de tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado en todas las condiciones atmosféricas y en edificios de cualquier uso. Cuando sea posible, se debe evitar que haya en la instalación metales distintos en contacto para evitar la posibilidad de reacciones galvánicas. Se permite utilizar tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado como conductor de puesta a tierra del equipo.

***Excepción:*** *Se permite utilizar en tubo (conduit) metálico tipo semipesado, cubiertas y accesorios de aluminio.*

**b) Protección contra la corrosión.** Se permite instalar tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado, codos, juntas y accesorios en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas sometidas a condiciones corrosivas graves, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.

**NOTA:** Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**c) Relleno de escoria.** Se permite la instalación de tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado dentro o debajo del relleno de escoria en donde está sujeto a la humedad permanente, siempre y cuando esté embebido en concreto sin escorias, de espesor no-menor de 5 cm o que se coloque a no-menos de 50 cm por debajo del relleno o que se proteja contra la corrosión y se estime adecuado para esta condición.

**NOTA:** Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**B. Instalación**

**345-5. Lugares húmedos.** Todos los apoyos, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos por materiales resistentes contra la corrosión.

**NOTA:** Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**345-6. Tamaño nominal**

**a) Mínimo.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* de tamaño nominal menor a 16 mm

**b) Máximo.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* de tamaño nominal mayor a 103 mm

**345-7. Número de conductores en tubo *(conduit)*.** El número de conductores en tubo *(conduit)* no debe superar lo permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10, según el tamaño nominal del tubo *(conduit)* que aparece en la Tabla 10-4 del Capítulo 10.

**345-8. Escariado y abocardado.** Todos los extremos cortados del tubo *(conduit)* se deben limar o acabar de cualquier forma para dejarlos lisos. Cuando el tubo *(conduit)* se rosque en obra, se debe utilizar una tarraja normal con conicidad de 19 mm por cada 300 mm.

**345-9. Acoplamientos y conectadores**

**a) Sin rosca.** Los acoplamientos y conectadores sin rosca utilizados con tubo *(conduit)* se deben impermeabilizar. Cuando estén enterrados en ladrillo o concreto deben ser herméticos al mismo; cuando estén en lugares mojados deben ser herméticos a la lluvia.

**b) Con roscas corridas.** En tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado no se deben utilizar conectadores con rosca corrida.

**345-10. Curvas.** Las curvas en tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado se deben hacer de modo que el tubo *(conduit)* no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva hecha en obra no debe ser menor al indicado en la Tabla 346-10.

***Excepción:*** *En las curvas hechas en obra en conductores con cables sin forrar, con máquinas de curvar de un solo golpe diseñadas para ese fin, el radio de curvatura mínimo no debe ser menor al indicado en la Tabla 346-10, Excepción.*

**345-11. Curvas. Número de curvas en un tramo**. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

**345-12. Soportes.** El tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado se debe instalar como un sistema completo, como establece el Artículo 300, y debe fijarse firmemente. El tubo *(conduit)* debe estar soportado como mínimo a cada 3 m. Además, el tubo *(conduit)* se debe sujetar firmemente a menos de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, gabinete, caja de paso u otra terminación cualquiera. Cuando los miembros de la estructura no permitan fácilmente sujetar el tubo *(conduit)* a cada metro, se permite aumentar la distancia hasta 1,5 m.

***Excepción 1:*** *Si están hechos con acoplamientos roscados, se permite soportar los tramos rectos de tubo (conduit) según lo establecido en la Tabla 346-12, siempre que tales soportes eviten la transmisión de esfuerzos a la terminación donde el tubo (conduit) se doble entre los soportes.*

***Excepción 2:*** *La distancia entre soportes podrá aumentarse a 6 m siempre que el tubo (conduit) esté hecho con acoplamientos roscados, esté firmemente sujeto en la parte mayor y menor y no haya otros medios de apoyo.*

***Excepción 3:*** *Se permite no sujetar al tubo (conduit) a menos de 1 m de la entrada de la acometida, cuando termine en un poste sobre el piso.*

***Excepción 4:*** *Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no-mayores a 3 m y sujetos firmemente a menos de 1 m de las terminales.*

**345-13. Cajas y accesorios.** Véase el Artículo 370.

**345-14. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para los requisitos sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

**345-15. Boquillas.** Cuando un tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se debe instalar una boquilla o adaptador que proteja al conductor o cable de la abrasión, siempre que el diseño de la caja, accesorio o envolvente no ofrezca una protección equivalente.

**NOTA:** Para la protección con boquillas de los conductores de tamaño nominal de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

**C. Especificaciones de construcción**

**345-16. Generalidades.** El tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado debe cumplir las siguientes especificaciones:

**a) Longitud.** Debe ser de longitud en tramos de 3 m incluyendo acoplamientos, en cada tramo debe haber un acoplamiento. Para aplicaciones especiales de uso se permite suministrarlos en longitudes menores o mayores a 3 m con o sin acoplamientos.

**b) Material resistente a la corrosión.** El tubo *(conduit)* de metal no-ferroso resistente a la corrosión debe llevar marcas adecuadas.

**c) Marcado.** Cada tramo debe ir marcado de modo claro y duradero de conformidad con la norma de producto.

## ARTÍCULO 346 - TUBO *(CONDUIT)* METÁLICO TIPO PESADO

### A. Disposiciones generales

**346-1. Uso.** Se permite el uso de tubo *(conduit)* metálico tipo pesado en todas las condiciones atmosféricas y en edificios de cualquier ocupación, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

**a) Protegidos por esmalte.** Si el tubo *(conduit)* y accesorios de metales ferrosos sólo están protegidos contra la corrosión por un esmalte, se permite su uso únicamente en interiores y en edificios no sometidos a condiciones corrosivas graves.

**b) De otros metales.** Cuando sea posible se debe evitar que haya metales distintos en contacto dentro de la misma instalación, para eliminar la posibilidad de reacción galvánica.

***Excepción:*** *Se permite utilizar accesorios y envolventes de aluminio con tubo (conduit) de acero tipo pesado y envolventes y accesorios de acero con tubo (conduit) de aluminio de tipo pesado.*

**c) Protección contra la corrosión.** Se permite instalar tubo *(conduit)*, codos, acoplamientos y accesorios de metales ferrosos y no-ferrosos en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas sometidas a corrosión grave, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.

**NOTA:** Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**346-2. Otros Artículos.** Las instalaciones con tubo *(conduit)* metálico tipo pesado deben cumplir lo establecido en las correspondientes Secciones del Artículo 300.

### B. Instalación

**346-3. Relleno de escoria.** Se permite instalar tubo *(conduit)* metálico tipo pesado en o bajo relleno de escoria si están sometidos a humedad permanente, embebido en concreto no-menor a 50 mm de espesor sin escoria; cuando el tubo *(conduit)* esté a no-menos de 46 cm bajo la escoria o cuando esté protegido contra la corrosión y se juzgue adecuado para esas condiciones.

**NOTA:** Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**346-4. En lugares mojados.** Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente contra la corrosión o estar protegidos con material resistente contra la corrosión.

**NOTA:** Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**346-5. Tamaño nominal**

**a) Mínimo.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* metálico tipo pesado de tamaño nominal menor a 16 mm.

***Excepción:*** *Para instalar cables de motores, como se permite en 430-145(b).*

**b) Máximo.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* metálico tipo pesado de tamaño nominal mayor a 155 mm.

**346-6. Número de conductores en un conducto.** El número de conductores permitido en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado no debe superar el por ciento especificado en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

**346-7. Escariado y abocardado**

**a) Escariado.** Todos los extremos cortados de tubo *(conduit)* metálico tipo pesado se deben escariar o terminar en forma de eliminar los bordes filosos.

**b) Abocardado.** Cuando el tubo *(conduit)* metálico tipo pesado se rosque en obra, se debe utilizar una tarraja estándar con una conicidad de 19 mm por cada 30 cm.

**346-8. Boquillas.** Cuando un tubo *(conduit)* metálico tipo pesado entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se deben instalar boquillas o adaptadores que protejan el conductor o cable de la abrasión, siempre que el diseño de la caja, accesorio o envolvente no ofrezca una protección equivalente.

**NOTA:** Para la protección de los conductores de tamaño nominal 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

**346-9. Acoplamientos y conectadores**

**a) Sin rosca.** Los acoplamientos y conectadores sin rosca utilizadas con tubo *(conduit)* se deben apretar adecuadamente. Cuando estén enterrados en ladrillo u concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados, deben ser de tipo hermético a la lluvia.

**b) Con rosca corrida**. En tubo *(conduit)* metálico tipo pesado no se deben utilizar conectadores con rosca corrida.

**346-10. Curvas. Cómo se hacen.** Las curvas del tubo *(conduit)* metálico tipo pesado se deben hacer de modo que el tubo *(conduit)* no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva hecha en obra no debe ser menor al indicado en la Tabla 346-10.

***Excepción:*** *Para las curvas hechas en obra en conductores con cables sin forrar, con máquinas de curvar de un solo golpe diseñadas para ese fin, el radio de curvatura mínimo no debe ser menor al indicado en la Excepción de la Tabla 346-10.*

**Tabla 346-10. Radio de curvatura del tubo *(conduit)* tipo pesado**

| Tamaño nominal del tubo mm (in) | Conductores sin cubierta de plomo (mm) | Conductores con cubierta de plomo (mm) |
|---|---|---|
| 16(1/2) | 102 | 152 |
| 21(3/4) | 127 | 203 |
| 27(1) | 152 | 279 |
| 35(1-1/4) | 203 | 356 |
| 41(1-1/2) | 254 | 406 |
| 53(2) | 305 | 533 |
| 63(2-1/2) | 381 | 635 |
| 78(3) | 457 | 787 |
| 91(3-1/2) | 533 | 914 |
| 103(4) | 610 | 1016 |
| 129(5) | 762 | 1270 |
| 155(6) | 914 | 1549 |

**Nota:** El tamaño nominal del tubo es el correspondiente a la normativa internacional IEC. De forma que el lector se familiarice con la designación internacional en la Tabla anterior se indica entre paréntesis la designación correspondiente en pulgadas.

**346-11. Curvas.** Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

**Tabla 346-10 (Excepción) Radio de curvatura de tubo *(conduit)* tipo pesado**

| Tamaño nominal (mm) | Radio del centro del tubo en mm |
|---|---|
| 16 | 102 |
| 21 | 114 |
| 27 | 146 |
| 35 | 184 |
| 41 | 210 |
| 53 | 241 |
| 63 | 267 |
| 78 | 330 |
| 91 | 381 |
| 103 | 406 |
| 129 | 610 |
| 155 | 762 |

**346-12. Soportes.** El tubo *(conduit)* metálico tipo pesado se debe apoyar como sistema completo, como establece el Artículo 300, y sujetarse firmemente. El tubo *(conduit)* se debe sujetar como mínimo a cada 3 m. Además, se debe sujetar firmemente a menos de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, gabinete, caja de paso u otras terminales. Cuando los miembros de la estructura no permitan fácilmente sujetar el tubo *(conduit)* a cada metro, se permite aumentar la distancia hasta 1,5 m.

***Excepción 1:*** *Si están hechos con acoplamientos roscados, se permite soportar los tramos rectos del tubo (conduit) metálico tipo pesado según lo establecido en la Tabla 346-12, siempre que tales apoyos eviten la transmisión de esfuerzos a los extremos donde el tubo (conduit) presente un doblez entre los soportes.*

***Excepción 2:*** *En soportes verticales expuestos para maquinaria industrial se permite aumentar la distancia de los soportes hasta 6 m, siempre que el tubo (conduit) tenga acoplamientos roscados, esté sujeto en los extremos y no haya otros medios de apoyo al alcance.*

***Excepción 3:*** *Se permite no sujetar al tubo (conduit) a menos de 1 m de la entrada de la acometida, cuando termine en un poste sobre el piso.*

***Excepción 4:*** *Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) metálico tipo pesado apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no-mayores a 3 m y sujetos a menos de 1 m de los puntos de terminación.*

**346-13. Cajas y accesorios.** Véase el Artículo 370.

**346-14. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y derivaciones deben cumplir con los establecido en el Artículo 370.

**Tabla 346-12. Soportes para tubo *(conduit)* metálico tipo pesado**

| Tamaño nominal (mm) | Distancia máxima entre soportes en metros |
|---|---|
| 16 - 21 | 3,9 |
| 27 | 3,7 |
| 35 –41 | 4,3 |
| 53 - 63 | 4,9 |
| 78 y mayores | 6,1 |

**C. Especificaciones de construcción**

**346-15. Disposiciones generales.** El tubo *(conduit)* metálico tipo pesado debe cumplir con las siguientes especificaciones:

**a) Longitudes.** El tubo *(conduit)* metálico tipo pesado se suministra en tramos de 3 m, incluido el acoplamiento (se suministra un acoplamiento con cada tramo). El tubo *(conduit)* se debe escariar y roscar en sus dos extremos. Para aplicaciones o usos específicos se permite suministrar tramos más cortos o más largos de 3 m con o sin acoplamientos y con o sin rosca.

**b) Material resistente a la corrosión.** El tubo *(conduit)* de metal no-ferroso resistente a la corrosión debe ir marcado adecuadamente.

**c) Identificación permanente.** Cada tubo *(conduit)* debe ir identificado de modo claro y duradero conforme lo establecido en la norma de producto.

## ARTÍCULO 347-TUBO *(CONDUIT)* RÍGIDO NO-METÁLICO

### A. Disposiciones generales

**347-1. Definición.** El tubo rígido no-metálico es una canalización de sección transversal circular de policloruro de vinilo (PVC) con accesorios aprobados para la instalación de conductores eléctricos. Debe ser de material resistente a la flama, a la humedad y a agentes químicos. Por encima del piso, debe ser además resistente a la propagación de la flama, resistente a los impactos y al aplastamiento, resistente a las distorsiones por calentamiento en las condiciones que se vayan a dar en servicio y resistente a las bajas temperaturas y a la luz del Sol. Para uso subterráneo, el material debe ser aceptablemente resistente a la humedad y a los agentes corrosivos y de resistencia suficiente para soportar impactos y aplastamientos durante su manejo e instalación. En instalaciones subterráneas se permite tubo *(conduit)* aprobado para este objetivo en longitudes continuas de un carrete. Cuando esté diseñado para enterrarlos directamente, sin empotrarlos en concreto, el material del tubo *(conduit)* debe ser además capaz de soportar las cargas continuas previstas para después de su instalación.

**347-2. Usos permitidos.** Se permite el uso de tubo *(conduit)* rígido no-metálico tipo pesado o ligero aprobado y listado sus accesorios, en las siguientes condiciones:

> **NOTA:** Las temperaturas extremadamente frías pueden hacer que algún tubo *(conduit)* rígido no-metálico tipo pesado o ligero se vuelva quebradizo y por tanto sea más susceptible a daños por contacto físico.

**a) Ocultos.** En paredes, pisos y techos.

**b) En atmósferas corrosivas.** En lugares expuestos a atmósferas corrosivas intensas, como se especifica en 300-6, y sometidos a productos químicos para los que estén aprobados específicamente esos materiales.

**c) Escoria.** Con relleno de escoria.

**d) En lugares mojados.** En instalaciones en centrales lecheras, lavanderías, fábricas de conservas u otros lugares mojados y en lugares en los que se laven frecuentemente las paredes, todo el sistema de conducción, incluidas las cajas y accesorios usados en ellos, deben estar instalados y equipados de manera que eviten que entre el agua en la tubería. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos por materiales aprobados como resistentes a la corrosión.

**e) En lugares secos y húmedos.** En los lugares secos y húmedos no prohibidos en 347-3.

**f) Expuestos.** Para instalaciones expuestas no sometidas a daño físico, si están aprobados e identificados para dicho uso.

**g) En instalaciones subterráneas.** Para las instalaciones subterráneas, véanse 300-5 y 710-4(b).

**347-3. Usos no permitidos.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* rígido no-metálico tipo pesado o ligero:

**a) En lugares peligrosos (clasificados).** En los lugares peligrosos (clasificados), excepto lo establecido en las Secciones 503-3(a), 504-20, 514-8 y 515-5 y en los lugares de Clase I División 2, tal como lo permite la Excepción de 501-4(b).

**b) Como soporte de aparatos.** Como soporte de aparatos u otros equipos.

***Excepción:*** *Se permite usar tubo (conduit) rígido no-metálico tipo pesado o ligero para soporte de registros no-metálicos y de tamaño no superior al mayor tamaño nominal de las canalizaciones que entren en los mismos. Los registros no deben contener dispositivos ni elementos de soporte.*

**c) Expuesto a daños físicos.** Cuando esté expuesto a daños físicos, si no está marcado para ese uso.

**d) Temperatura ambiente.** Cuando esté expuesto a temperaturas ambientes superiores a las del marcado del tubo *(conduit)*.

**e) Límites de temperatura del aislamiento.** Para conductores cuyos límites de temperatura del aislamiento superen los límites aprobados y listados para el tubo *(conduit)*.

**f) En teatros y locales similares.** En teatros y locales similares, excepto lo establecido en los Artículos 518 y 520.

**347-4. Otros Artículos.** Las instalaciones con tubo *(conduit)* rígido no-metálico tipo pesado o ligero deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando, según el Artículo 250, se requiera la puesta a tierra de los equipos, se debe instalar en el tubo *(conduit)* un conductor de puesta a tierra de equipo independiente.

***Excepción:*** *Lo permitido en la Excepción 2 de 250-57(b) para instalaciones de c.c. y en la Excepción 3 de 250-57(b), para conductores independientes de puesta a tierra de equipo.*

### B. Instalación

**347-5. Abocardado.** Todos los extremos de tubo *(conduit)* se deben abocardar por dentro y por fuera para dejarlos lisos.

**347-6. Uniones.** Todas las uniones entre tubo *(conduit)* y entre tubo *(conduit)* y acoplamientos, cajas y accesorios, se deben hacer con accesorios aprobados.

**347-8. Soportes.** El tubo *(conduit)* rígido no-metálico tipo pesado o ligero se debe instalar como sistema completo, como se establece en 300-18 y se deben soportar como exige la Tabla 347-8. Además el tubo *(conduit)* debe sujetarse a menos de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, registro u otra terminación del tubo *(conduit)*. El tubo *(conduit)* rígido no-metálico tipo pesado o ligero se debe sujetar de modo que se deje holgura para los movimientos de expansión o contracción térmica.

El *tubo (conduit)* rígido no-metálico tipo pesado o ligero aprobado y listado para poderlo sujetar a distancias diferentes a 1 m y a distancias diferentes de las especificadas en la Tabla 347-8, se puede utilizar de acuerdo con su diseño aprobado.

***Excepción:*** *Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) rígido no-metálico tipo pesado o ligero apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no-superiores a los de la Tabla 347-8 y sujetos a menos de 1 m de los puntos de terminación.*

**Tabla 347-8. Soportes de tubo *(conduit)* rígido no-metálico tipo pesado o ligero**

| Tamaño nominal (mm) (in) | Separación máxima entre soportes en metros |
|---|---|
| 16(1/2) | 1,0 |
| 21(3/4) | 1,0 |
| 27(1) | 1,0 |
| 35(1-1/4) | 1,5 |
| 41(1-1/2) | 1,5 |
| 53(2) | 1,5 |
| 63(2-1/2) | 1,8 |
| 78(3) | 1,8 |
| 91(3-1/2) | 2,1 |
| 103(4) | 2,1 |
| 129(5) | 2,1 |
| 155(6) | 2,4 |

**Nota:** El tamaño nominal del tubo es el correspondiente a la normativa internacional IEC. De forma que el lector se familiarice con la designación internacional en la Tabla anterior se indica entre paréntesis la designación correspondiente en pulgadas.

**347-9. Juntas de expansión.** Cuando se espere que la expansión o contracción térmica del tubo *(conduit)* rígido no-metálico tipo pesado o ligero, sea de 6 mm o mayor en un tramo recto entre elementos sujetos como cajas, gabinetes, codos u otras terminaciones del tubo *(conduit)*, se deben instalar juntas de expansión para compensar dichas expansiones.

**347-10. Tamaño nominal**

**a) Mínimo.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* rígido no-metálico tipo pesado o ligero de tamaño nominal menor a 16 mm.

**b) Máximo.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* rígido no-metálico tipo pesado o ligero de tamaño nominal superior a 155 mm.

**347-11. Número de conductores.** El número de conductores en un tubo *(conduit)* rígido no-metálico tipo pesado o ligero no debe exceder el por ciento de ocupación permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

**347-12. Boquillas.** Cuando un tubo *(conduit)* rígido no-metálico tipo pesado o ligero entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se debe instalar una boquilla o accesorio adaptador para evitar el daño por abrasión a la cubierta de los conductores, a menos que la caja o accesorio ofrezca una protección equivalente.

**NOTA:** Para la protección de los conductores de tamaño nominal de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

**347-13. Curvas.** Las curvas de tubo *(conduit) rígido no-metálico tipo pesado o ligero* se deben hacer de modo que el tubo *(conduit)* no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. Cuando se hagan en obra se debe utilizar únicamente un equipo de doblar aprobado e identificado para ese uso. El radio de curvatura del borde interior de dichas curvas no debe ser menor al especificado en la Tabla 346-10.

**347-14. Curvas. Número de curvas en un tramo.** Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

**347-15. Cajas y accesorios.** Las cajas y accesorios deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 370.

**347-16. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

**C. Especificaciones de construcción**

**347-17. Disposiciones generales.** El tubo *(conduit) rígido no-metálico tipo pesado o ligero* debe cumplir lo siguiente:

**Marcado.** Cada tramo de tubo *(conduit) rígido no-metálico tipo pesado o ligero* se debe marcar en forma permanente por lo menos a cada 3 m con caracteres legibles e indelebles, como establece el primer párrafo de 110-21. Las marcas deben incluir también el tipo de material, a menos que sea identificable visualmente. Se permite marcar tubo *(conduit)* en la superficie para indicar las características especiales del material. Se debe indicar nombre o marca del fabricante, material del que está fabricado, si es de tipo pesado o ligero, diámetro nominal y uso.

**NOTA:** Por ejemplo, algunas de estas marcas opcionales pueden ser "LS" (de baja emisión de humos), "resistente a la luz del Sol", etcétera.

## ARTÍCULO 348-TUBO *(CONDUIT)* METÁLICO TIPO LIGERO

### A. Disposiciones generales

**348-1. Uso.** Se permite el uso de tubo *(conduit)* metálico tipo ligero en instalaciones expuestas y ocultas. No se debe utilizar tubo *(conduit)* metálico tipo ligero: (1) cuando durante su instalación o después pueda verse sometido a daño físico grave; (2) cuando estén protegidas contra la corrosión sólo por un esmalte; (3) en concreto de escoria o relleno de escoria cuando estén sometidas a humedad permanente, si no están embebidos en concreto sin escoria de 51 mm de espesor mínimo o si la tubería no está como mínimo a 46 cm bajo el relleno; (4) en cualquier lugar peligroso (clasificado) excepto lo permitido en 502-4, 503-3 y 504-20, o (5) como soporte de aparatos u otros equipos, excepto de registros no-mayores al tubo *(conduit)* de mayor tamaño nominal. Cuando sea posible, se debe evitar que haya metales distintos en contacto dentro de la misma instalación, para eliminar la posibilidad de reacción galvánica.

***Excepción:*** *Se permite utilizar accesorios y envolventes de aluminio con tubo (conduit) metálico tipo ligero.*

Se permite instalar tubo *(conduit)* metálico tipo ligero, codos, acoplamientos y accesorios de metales ferrosos o no-ferrosos en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas expuestas a ambientes corrosivos severos cuando estén protegidos contra la corrosión y se consideren adecuados para esas condiciones.

**NOTA:** Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**348-2. Otros Artículos.** Las instalaciones de tubo *(conduit)* metálico tipo ligero deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

### B. Instalación

**348-4. En lugares mojados.** Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos por materiales resistentes contra la corrosión.

**NOTA:** Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**348-5. Tamaño nominal**

**a) Mínimo.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* metálico tipo ligero de tamaño nominal menor a 16 mm.

***Excepción:*** *Para cables de control de motores, como se permite en 430-145(b).*

**b) Máximo.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* metálico tipo ligero de tamaño nominal mayor a 103 mm.

**348-6. Número de conductores en una tubería.** El número de conductores en un tubo *(conduit)* no debe exceder los por cientos de ocupación permitidos en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

**348-7. Roscas.** El tubo *(conduit)* metálico tipo ligero no debe tener roscas. Cuando se utilicen acoplamientos integrados, dichos acoplamientos se deben roscar en fábrica.

**348-8. Coples y conectadores.** Los coples y conectadores utilizados con el tubo *(conduit)* metálico tipo ligero se deben sujetar firmemente. Cuando estén enterrados en ladrillo u concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados, deben ser de tipo hermético a la lluvia.

**348-9. Curvas. Cómo se hacen.** Las curvas del tubo *(conduit)* metálico tipo ligero se deben hacer de modo que el tubo *(conduit)* no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva hecha en obra no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-10.

***Excepción:*** *En las curvas hechas en obra con máquinas de curvar de un solo golpe diseñadas para ese fin, el radio de curvatura mínimo no debe ser inferior al indicado en la Excepción de la Tabla 346-10,.*

**348-10. Curvas. Número de curvas en un tramo.** Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

**348-11. Abocardado.** Todos los extremos del tubo *(conduit)* metálico tipo ligero se deben abocardar por dentro y por fuera para eliminar los bordes filosos.

**348-12. Soportes.** El tubo *(conduit)* metálico tipo ligero se debe instalar como sistema completo, como establece el Artículo 300, y sujetarse firmemente como mínimo a cada 3 m y a menos de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, gabinete, caja de paso u otra terminación cualquiera.

***Excepción 1:*** *Se permiten tramos continuos apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no-superiores a 1,5 m y sujetos firmemente a menos de 1 m de los puntos de terminación.*

***Excepción 2:*** *Se permite sujetar por los extremos al tubo (conduit) metálico tipo ligero en instalaciones ocultas en edificios acabados o paneles de pared prefabricados cuando sea imposible sujetarlos de otro modo.*

Se permiten tramos horizontales de *tubo (conduit)* metálico tipo ligero soportados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no-superiores a 3 m y sujetos firmemente a menos de 1 m de los puntos de terminación.

**348-13. Cajas y accesorios.** Las cajas y accesorios deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 370.

**348-14. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

### C. Especificaciones de construcción

**348-15. Disposiciones generales.** El tubo *(conduit)* metálico tipo ligero debe cumplir con las siguientes especificaciones:

**a) Sección.** El tubo *(conduit)* metálico tipo ligero y los codos y otras secciones curvas que se utilicen con los mismos, deben ser de sección circular.

**b) Acabado.** El tubo *(conduit)* metálico tipo ligero debe tener un acabado o tratamiento en su superficie exterior que le proporcione un medio aprobado y duradero que lo distinga fácilmente, una vez instalado, de los otros tipos de tubo *(conduit)* metálicos.

**c) Coples.** Cuando el tubo *(conduit)* metálico tipo ligero se una a rosca, los coples deben estar diseñados de modo que evite que el tubo *(conduit)* se curve en cualquier parte de la rosca.

**d) Marcado.** El tubo *(conduit)* metálico tipo ligero debe ir marcado de modo claro y duradero por lo menos cada 3 m, como se exige en el primer párrafo de 110-21.

## ARTÍCULO 349-TUBO *(CONDUIT)* METÁLICO FLEXIBLE TIPO LIGERO

### A. Disposiciones generales

**349-1. Alcance.** Las disposiciones de este Artículo se aplican a las canalizaciones de sección circular, para conductores eléctricos, metálicas, flexibles y herméticas a los líquidos, sin cubierta no-metálica,.

**349-2. Otros Artículos.** Las instalaciones de tubo *(conduit)* metálico flexible tipo ligero deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300 y lo indicado en 110-21.

**349-3. Usos permitidos.** Se permite usar tubo *(conduit)* metálic o flexible tipo ligero en circuitos derivados (1) de lugares secos, (2) ocultos, (3) en lugares accesibles y (4) para instalaciones de 1000 V máximo.

**349-4. Usos no permitidos.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* metálico flexible tipo ligero (1) en huecos de elevadores, (2) en cuartos de bóvedas de bancos de baterías, (3) en lugares peligrosos (clasificados), si no lo autorizan otros Artículos de esta NOM, (4) directamente enterradas o empotradas en concreto colado o agregado, (5) si están expuestas a daños físicos y (6) en tramos de más de 1,8 m.

### B. Construcción e instalación

**349-10. Tamaño nominal**

**a) Mínimo.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* metálico flexible tipo ligero de tamaño nominal menor a 16 mm.

***Excepción 1:*** *Se permite instalar tubo (conduit) de tamaño nominal de 10 mm según lo establecido en 300-22 (b) y (c).*

***Excepción 2:*** *Se permite instalar tubo (conduit) de tamaño nominal de 10 mm en tramos no mayores a 1,8 m como parte de un ensamble aprobado para elementos de alumbrado. Véase 410-67 c).*

**b) Máximo.** El tamaño nominal máximo del tubo *(conduit)* metálico flexible tipo ligero es de 21 mm.

**349-12. Número de conductores**

**a) Tubo *(conduit)* metálico flexible tipo ligero de 16 mm y 21 mm.** El número de conductores permitido en un tubo *(conduit)* metálico flexible tipo ligero con tamaño nominal de 16 mm y 21 mm, no debe exceder el por ciento de ocupación especificado en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

**b) Tubo *(conduit)* metálico flexible tipo ligero de 10 mm.** El número de conductores permitidos en el tubo *(conduit)* metálico flexible tipo ligero con tamaño nominal de 10 mm, no debe exceder lo permitido en la Tabla 350-12.

**349-16. Puesta a tierra.** Para las reglas sobre el uso de tubo *(conduit)* metálico flexible tipo ligero como conductor de puesta a tierra de los equipos, véase la Excepción 1 de 250-91(b).

**349-17. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

**349-18. Accesorios.** El tubo *(conduit)* metálico flexible tipo ligero sólo se debe utilizar con accesorios terminales aprobados y listados. Los accesorios deben cerrar eficazmente cualquier abertura de la conexión.

**349-20. Curvas**

**a) Flexiones no frecuentes en servicio.** Cuando el tubo *(conduit)* metálico flexible tipo ligero, una vez instalado no esté sometido a flexiones frecuentes en servicio, el radio de curvatura medido en el interior de la curva no debe ser menor a lo especificado en la Tabla 349-20(a).

**Tabla 349-20(a). Radios de curvatura de tubos con flexiones**

| Tamaño nominal (mm) (in) | Radio mínimo en mm |
|---|---|
| 10(1/4) | 250 |
| 16(1/2) | 320 |
| 21(3/4) | 445 |

**NOTA:** El tamaño nominal del tubo es el correspondiente a la normativa internacional IEC. De forma que el lector se familiarice con la designación internacional en la Tabla anterior se indica entre paréntesis la designación correspondiente en pulgadas.

**b) Curvas fijas.** Cuando el tubo *(conduit)* metálico flexible tipo ligero se doble para instalarlo y ya no se requiera doblar o flexionar después de su instalación, el radio de curvatura medido en el interior de la curva no debe ser menor a lo especificado en la Tabla 349-20(b).

**Tabla 349-20(b). Radios de curvatura de tubos con curvas fijas**

| Tamaño nominal (mm) | Radio mínimo en mm |
|---|---|
| 10 | 90 |
| 16 | 100 |
| 21 | 130 |

## ARTÍCULO 350 - TUBO *(CONDUIT)* METÁLICO FLEXIBLE

### A. Disposiciones generales

**350-1. Alcance.** Este Artículo trata del uso e instalaciones con tubo *(conduit)* metálico flexible y sus correspondientes accesorios.

**350-2. Definición.** Un tubo *(conduit)* metálico flexible es una canalización de sección circular hecha de una banda metálica devanada helicoidalmente, preformada y engargolada.

**350-3. Otros Artículos.** Las instalaciones con tubo *(conduit)* metálico flexible deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

**350-4. Usos permitidos.** El tubo *(conduit)* metálico flexible debe estar aprobado y listado y se puede usar en lugares expuestos y ocultos.

**350-5. Usos no permitidos.** No se debe usar tubo *(conduit)* metálico flexible:

**1)** En lugares mojados, si los conductores no están aprobados para esas condiciones específicas y si la instalación es tal que no haya posibilidad de que el líquido pueda entrar en las canalizaciones o cubiertas a las que vaya conectado el tubo *(conduit)*.

**2)** En huecos de elevadores, excepto lo permitido en 620-21(a)(1).

**3)** En cuartos de bancos de baterías.

**4)** En lugares peligrosos (clasificados), excepto lo permitido en 501-4(b) y 504-20.

**5)** Cuando esté expuesto a materiales que puedan producir el deterioro de los conductores instalados, como aceite o gasolina.

**6)** Subterráneo o empotrados en colados o agregados de concreto.

**7)** Cuando esté expuesto a daño físico.

### B. Instalación

**350-10. Tamaño nominal**

**a) Mínimo.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* metálico flexible de tamaño nominal menor a 16 mm, excepto lo permitido en los siguientes apartados (1) a (5) para tubo *(conduit)* de 10 mm:

**1)** Para cables de motores, como se permite en 430-145(b).

**2)** En tramos no-mayores a 1,8 m, como parte de un ensamble aprobado y listado o en salidas para elementos de alumbrado como se permite en 410-67 c) o para equipos de utilización.

**3)** En sistemas de alambrado prefabricados como se permite en 604-6(a).

**4)** En los huecos de ascensores, como se permite en 620-21(a)(1).

**5)** Como parte de un ensamble aprobado y listado para conectar cables de aparatos, como se permite en 410-77 c).

**b) Máximo.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* metálico flexible de tamaño nominal mayor de 103 mm.

**350-12. Número de conductores.** El número de conductores permitido en un tubo *(conduit)* metálico flexible no debe exceder el por ciento de ocupación establecido en la Tabla 10-1, Capítulo 10 o lo que permite la Tabla 350-12 para tubo *(conduit)* metálico flexible de 10 mm.

**350-14. Puesta a tierra.** Se permite usar tubo *(conduit)* metálico flexible para puesta a tierra, según lo establecido en 250-91(b). Cuando haya que conectar un puente de unión alrededor de un tubo *(conduit)* metálico flexible, se debe hacer de acuerdo con lo establecido en 250-79.

***Excepción:*** *Se permite utilizar un tubo (conduit) metálico flexible como medio de puesta a tierra si la longitud total del tramo es de 1,8 m o menos, si el tubo (conduit) termina en accesorios aprobados y listados para puesta a tierra y si los conductores contenidos en el mismo están protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 20 A nominales o menos.*

Cuando se usen para conectar equipos con cierta flexibilidad, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de los equipos.

**Tabla 350-12. Número máximo de conductores aislados en tubo *(conduit)* metálico flexible de 10 mm***

Columna **A:** Con accesorios dentro del tubo *(conduit)* Columna **B:** Con accesorios fuera del tubo *(conduit)*

| Tamaño nominal $mm^2$ (AWG) | Tipos RFH - 2, SF - 2 | Tipos TF, XHHW, AF, TW THW, THHN | Tipos TFN, THHN, THWN | Tipos FEP, FEPB, PF, PGF |
|---|---|---|---|---|

| | A B | A B | A B | A B |
|---|---|---|---|---|
| 0,82 (18) | 2 3 | 3 5 | 5 8 | 5 8 |
| 1,3 (16) | 1 2 | 3 4 | 4 6 | 4 6 |
| 2,08 (14) | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 3 4 |
| 3,3 (12) | -- -- | 1 2 | 2 3 | 2 3 |
| 5,26 (10) | -- -- | 1 1 | 1 1 | 1 2 |
| *Además está permitido un conductor adicional de puesta a tierra de los equipos del mismo tamaño, cubierto o desnudo. | | | | |

**350-16. Curvas.** No debe haber más curvas que el equivalente a 360° entre los puntos de sujeción, por ejemplo en registros y cajas. Las curvas en el tubo *(conduit)* deben hacerse de modo que el tubo *(conduit)* no se dañe y que su diámetro interior no se reduzca. El radio de curvatura en el borde interior de cualquier curva hecha en obra, no debe ser menor a los de la Tabla 346-10.

**350-18. Soportes.** El tubo *(conduit)* metálico flexible se debe sujetar firmemente por medios aprobados, a menos de 3 m de cada caja, gabinete, caja de paso u otra terminación del tubo *(conduit)* y deben ir apoyados y sujetos a intervalos no-mayores a 1,4 m.

***Excepción 1:*** *Cuando el tubo (conduit) metálico flexible esté sujeto por sus extremos.*

***Excepción 2:*** *Tramos que no superen 1 m entre terminales, cuando sea necesaria cierta flexibilidad.*

***Excepción 3:*** *Tramos que no superen 1,8 m desde una conexión terminal para conexiones de salidas para aparatos de alumbrado, como se permite en 410-67 c).*

Se permite el uso de *tubo (conduit)* metálico flexible instalado horizontalmente que esté soportado por aberturas a través de los miembros de la estructura a intervalos menores a 1,4 m y sujeto firmemente a menos de 30 cm de los puntos de terminación.

**350-20. Accesorios.** Los accesorios utilizados con tubo *(conduit)* metálico flexible deben estar aprobados y listados. No se utilizarán secciones angulares para instalaciones en canalizaciones ocultas.

**350-22. Abocardado.** Todos los extremos del tubo *(conduit)* se deben abocardar por dentro y por fuera para dejarlos lisos, excepto cuando se usen accesorios roscados.

**350-24. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

## ARTÍCULO 351 - TUBO *(CONDUIT)* FLEXIBLE HERMÉTICO A LOS LÍQUIDOS METÁLICO Y NO-METÁLICO

**351-1. Alcance.** Este Artículo cubre a instalaciones realizadas con tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos y con tubo *(conduit)* no-metálico flexible hermético a los líquidos.

### A. Tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos

**351-2. Definición.** Un tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos es una canalización de sección circular que lleva una cubierta exterior hermética a los líquidos, no-metálica y resistente a la luz del Sol sobre un núcleo metálico flexible con sus acoplamientos, conectadores y accesorios y aprobado para la instalación de conductores eléctricos.

**351-3. Otros Artículos.** La instalación con tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos debe cumplir las disposiciones correspondientes del Artículo 300 y las Secciones específicas de los Artículos 350, 501, 502, 503 y 553, a las que se hace referencia a continuación.

**NOTA:** En cuanto a las marcas, véase 110-21.

**351-4. Usos**

**a) Permitidos.** Se permite usar tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos en instalaciones expuestas u ocultas:

**1)** Cuando las condiciones de instalación, funcionamiento o mantenimiento requieran flexibilidad o protección contra líquidos, vapores o sólidos.

**2)** Según se permita en 501-4(b), 502-4, 503-3 y 504-20 y en otros lugares peligrosos (clasificados) específicamente aprobados, y según se indica en 553-7(b).

**3)** Enterrado directamente, cuando esté aprobado e identificado para ese uso.

**b) No permitidos.** No se debe usar tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos:

**1)** Cuando esté expuesto a daño físico.

**2)** Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y de los conductores pueda producir una temperatura de funcionamiento superior a aquélla para la cual está aprobado el material.

**351-5. Tamaño nominal**

**a) Mínimo.** No se debe utilizar tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos de tamaño nominal inferior a 16 mm.

***Excepción:*** *Se permite instalar tubo (conduit) de sección comercial de 10 mm según lo establecido en 350-10 (a).*

**b) Máximo.** El tamaño máximo nominal del tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos es de 103 mm.

**351-6. Número de conductores**

**a) Un solo tubo *(conduit)*.** El número de conductores permitido en un solo tubo *(conduit)* de tamaño nominal de 16 a 103 mm no debe exceder el por ciento de ocupación especificado en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

**b) Tubo *(conduit)* de 10 mm.** El número de conductores permitidos en un tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos de 10 mm no debe exceder lo permitido en la Tabla 350-12.

**351-7. Accesorios.** El tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos sólo se debe usar con accesorios terminales aprobados. No se deben utilizar conectadores angulares en instalaciones ocultas.

**351-8. Soportes.** El tubo *(conduit)* metálicos flexible hermético a los líquidos se debe sujetar firmemente mediante medios aprobados, a menos de 3 m de cada caja, gabinete, caja de paso u otra terminación del tubo *(conduit)* y debe ir soportado y sujeto a intervalos no-mayores a 1,4 m.

***Excepción 1:*** *Cuando el tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos vaya sujeto por sus extremos.*

***Excepción 2:*** *Tramos que no excedan 1 m entre terminales, cuando sea necesaria flexibilidad.*

***Excepción 3:*** *Tramos que no superen los 1,8 m desde una terminal para salidas de aparatos de alumbrado, como se permite en 410-67(c).*

Se permiten tramos horizontales de tubo *(conduit)* rígido no-metálico apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no-superiores a 1,4 m y sujetos firmemente a menos de 30 cm de los puntos de terminación.

**351-9. Puesta a tierra.** Se permite usar un tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos para puesta a tierra, según lo establecido en 250-91(b). Cuando haya que conectar un puente de unión alrededor de un tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos, se debe hacer de acuerdo con lo establecido en 250-79.

***Excepción:*** *Se permite utilizar un tubo (conduit) metálico flexible hermético a los líquidos como medio de puesta a tierra, si la longitud total del tramo de tierra es de 1,8 m o menos, si el tubo (conduit) termina en accesorios aprobados y listados para puesta a tierra y si los conductores contenidos en el mismo están protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 20 A nominales o menos para tubo (conduit) de tamaño nominal de 10 mm y 16 mm y de 60 A o menos para tubo (conduit) de tamaño nominal desde 21 mm hasta 35 mm.*

Cuando se usen para conectar equipo con cierta flexibilidad, se debe instalar un conductor de puesta a tierra del equipo.

> **NOTA:** Para los tipos de conductores de puesta a tierra de equipo, véanse las Secciones 501-16(b), 502-16(b) y 503-16(b).

**351-10. Curvas. Número de curvas en un tramo.** Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

**351-11. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

### B. Tubo *(conduit)* no-metálico flexible y hermético a los líquidos

**351-22. Definición.** Un tubo *(conduit)* no-metálico flexible y hermético a los líquidos es una canalización de sección circular de uno de los siguientes tipos:

**1)** Con un núcleo interior liso, sin costuras y una cubierta adherida al núcleo y teniendo uno o más refuerzos entre el núcleo y la cubierta.

**2)** Una superficie interior lisa con refuerzos integrados dentro de la pared del tubo *(conduit)*.

**3)** Una superficie corrugada por dentro y por fuera sin refuerzos integrados dentro de la pared del tubo *(conduit)*.

Este tubo *(conduit)* debe ser resistente a la flama y aprobado, junto con sus accesorios, para la instalación de conductores eléctricos.

**351-23. Usos**

**a) Permitidos.** Se permite usar tubo *(conduit)* no-metálico flexible y hermético a los líquidos en instalaciones expuestas u ocultas:

> **NOTA:** Las temperaturas muy bajas pueden hacer que algunos tubos *(conduit)* no-metálicos se vuelvan quebradizos y por tanto sean más susceptibles de daños por contacto físico.

**1)** Cuando se necesite flexibilidad de instalación, funcionamiento o mantenimiento.

**2)** Cuando haya que proteger a los conductores de los vapores, líquidos o sólidos.

**3)** En instalaciones en exteriores cuando esté aprobado e identificado para ese uso.

> **NOTA:** Para los requisitos de las marcas, véase 110-21.

**4)** Enterrado directamente cuando esté aprobado e identificado para ese uso.

**b) No permitidos.** No se debe usar tubo *(conduit)* no-metálico flexible y hermético a los líquidos:

**1)** Cuando esté expuesto a daño físico.

**2)** Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y de los conductores pueda producir una temperatura de funcionamiento superior a aquélla para la cual está aprobado el material.

**3)** En tramos no-superiores a 1,8 m.

***Excepción 1:*** *Se permite usar tubo (conduit) no-metálico flexible hermético a los líquidos, como se define en 351-22(2), para instalarlo en tramos superiores a 1,8 m si están sujetos de acuerdo con lo indicado en 351-27.*

***Excepción 2:*** *Cuando sea necesaria mayor longitud para obtener el grado de flexibilidad deseado.*

**4)** Cuando la tensión eléctrica entre los conductores contenidos en el tubo *(conduit)* sea superior a los 600 V nominales.

***Excepción:*** *Lo permitido en la Excepción de 600-32(a) para anuncios luminosos de más de 600 V.*

**351-24. Tamaño nominal.** El tubo *(conduit)* no-metálico flexible hermético a los líquidos debe ser de tamaño nominal de 16 a 103 mm.

***Excepción 1:*** *Se permite instalar tubo (conduit) de 10 mm de tamaño nominal según lo establecido en 430-135(b).*

***Excepción 2:*** *Se permite instalar tubo (conduit) de 10 mm de tamaño nominal en tramos no-superiores a 1,8 m como parte de un ensamble aprobado y listado para elementos de alumbrado, según 410-67 c), o para equipos de utilización.*

***Excepción 3:*** *El tubo (conduit) de 10 mm para conductores de anuncios luminosos en aisladores según se establece en 600-32 a).*

**351-25. Número de conductores.** El número de conductores permitidos en un tubo *(conduit)* individual debe cumplir los por cientos de ocupación establecidos en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

**351-26. Accesorios.** El tubo *(conduit)* no-metálico flexible hermético a los líquidos solo debe usarse con accesorios terminales aprobados e identificados para ese uso. No se deben utilizar conectadores angulares en instalaciones ocultas.

**351-27. Soportes.** El tubo *(conduit)* no-metálico flexible hermético a los líquidos, tal como se define en 351-22(2), se debe sujetar firmemente a intervalos no-mayores a 1 m y a menos de 30 cm de cada lado de cada caja de salida, cajas de terminales, gabinetes o accesorios.

***Excepción 1:*** *Cuando el tubo (conduit) no-metálico flexible y hermético a los líquidos vaya sujeto por sus extremos.*

***Excepción 2:*** *Tramos que no superen 1 m entre terminales, cuando sea necesaria cierta flexibilidad.*

***Excepción 3:*** *Tramos que no superen los 1,8 m desde una conexión terminal para salidas de aparatos de alumbrado, como se permite en 410-67(c).*

Se permiten tramos horizontales de tubo *(conduit)* no-metálico flexible y hermético a los líquidos apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no-mayores a 1 m y sujetos firmemente a menos de 30 cm de los puntos de terminación.

**351-28. Puesta a tierra de los equipos.** Cuando sea necesario instalar un conductor de puesta a tierra de equipo para circuitos instalados en tubo *(conduit)* no-metálico flexible y hermético a los líquidos, se permite instalarlo dentro o fuera del tubo *(conduit)*. Cuando se instale fuera, la longitud del conductor de puesta a tierra de los equipos no debe superar 1,8 m y debe seguir el mismo camino que la canalización o cubierta. Los accesorios y cajas se deben poner a tierra o empalmar, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

**351-29. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

**351-30. Curvas. Número de curvas en un tramo.** Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

## ARTÍCULO 352 - CANALIZACIONES SUPERFICIALES METÁLICAS Y NO-METÁLICAS

### A. Canalizaciones superficiales metálicas

**352-1. Uso.** Se permite el uso de canalizaciones superficiales metálicas en lugares secos. No se permite utilizarlas: (1) cuando estén expuestas a daño físico, si no están aprobadas para ello; (2) cuando exista una tensión eléctrica entre conductores de 300 V o más, excepto si el metal tiene un espesor no-menor a 1 mm; (3) cuando estén expuestas a vapores corrosivos; (4) en los huecos de los ascensores; (5) en los lugares peligrosos (clasificados) excepto los de Clase I División 2, como se permite en la Excepción de 501-4(b), ni (6) en instalaciones ocultas, con la Excepción siguiente:

***Excepción:*** *Lo que se permite en 645-5(d)(2).*

**NOTA:** Véase en el Artículo 100 la definición de “Expuesto (aplicado a métodos de alambrado)”.

**352-2. Otros Artículos.** Las canalizaciones superficiales metálicas deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

**352-3. Tamaño nominal de los conductores.** En una canalización superficial metálica no se deben instalar conductores de mayor tamaño nominal de aquellos para los cuales esté diseñada la canalización.

**352-4. Número de conductores en las canalizaciones.** El número de conductores instalados en cualquier canalización superficial metálica no debe ser mayor a aquél para el que está diseñada la canalización.

Los factores de corrección de las Notas a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V, Nota 8(a) del Artículo 310, no aplican a los conductores instalados en canalizaciones superficiales metálicas, si se cumplen los requisitos siguientes: (1) el área de la sección transversal de la canalización es mayor a 2600 $mm^2$; (2) los conductores activos no son más de 30; (3) la suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos no supera 20% de la correspondiente de la canalización.

**352-5. Extensiones a través de paredes y pisos.** Se permite que las canalizaciones superficiales metálicas pasen a través de paredes, ladrillos y pisos secos, respectivamente, si el tramo que atraviesa estos elementos es continuo. A ambos lados de la pared, tabique o piso se debe mantener el acceso a los conductores.

**352-6. Combinación en canalizaciones.** Cuando se usen las canalizaciones superficiales metálicas para circuitos de señalización, de alumbrado y de fuerza, los distintos sistemas deben ir en compartimentos independientes, identificados mediante colores de alto contraste en su interior. En toda la instalación se mantendrá la misma posición relativa de esos compartimentos.

**352-7. Empalmes y derivaciones.** Se permite hacer empalmes y derivaciones en las canalizaciones superficiales metálicas que tengan tapa removible accesible después de la instalación. En ese punto, los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal interior de la canalización. En las canalizaciones metálicas superficiales sin tapa removible, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en cajas de terminales. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer con accesorios aprobados.

**352-8. Disposiciones generales.** Las canalizaciones superficiales metálicas deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, acoplamientos y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente e instalar sin que sus cables estén expuestos a la abrasión.

Cuando se utilicen en las canalizaciones superficiales metálicas tapas y accesorios no-metálicos, éstos deben estar aprobados e identificados para dicho uso.

**352-9. Puesta a tierra.** Las cubiertas de canalizaciones superficiales metálicas que sirvan como paso a otro método de alambrado deben tener un medio para conexión de puesta a tierra de equipo.

**B. Canalizaciones superficiales no-metálicas**

**352-21. Descripción.** La parte B de este Artículo se debe aplicar a un tipo de canalización superficial no-metálica y de accesorios de material no-metálico resistente a la humedad y a las atmósferas químicas. También debe ser resistente a la propagación de la flama, resistente a impactos y aplastamientos, resistente a las distorsiones por calentamiento en las condiciones que se vayan a dar en servicio y resistente a las bajas temperaturas. Se permite identificar las canalizaciones superficiales no-metálicas con baja emisión de humos, resistencia a la propagación de incendio y baja acidez con el sufijo LS.

**352-22. Uso.** Se permite usar canalizaciones superficiales no-metálicas en lugares secos. No se debe usar (1) en instalaciones ocultas; (2) si están expuestas a daño físico; (3) cuando exista una tensión eléctrica entre conductores de 300 V o más, excepto que esté aprobada y listada para una tensión eléctrica más alta; (4) en los huecos de los ascensores; (5) en los lugares peligrosos (clasificados) excepto los de Clase I División 2, como se permite en la Excepción de 501-4(b); (6) cuando estén expuestas a temperaturas que superen aquéllas para las que está aprobada la canalización ni (7) para conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento superen la temperatura para la que está aprobada la canalización.

**352-23. Otros Artículos.** Las canalizaciones superficiales no-metálicas deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando el Artículo 250 exija poner a tierra al equipo, se debe instalar en la canalización un conductor independiente de puesta a tierra de equipo.

**352-24. Tamaño nominal de los conductores.** En una canalización superficial no-metálica no se deben instalar conductores de mayor tamaño nominal que el diseñado para la canalización.

**352-25. Número de conductores en las canalizaciones.** El número de conductores instalados en cualquier canalización superficial no-metálica, no debe ser superior a aquél para el que está diseñada la canalización.

**352-26. Combinación en canalizaciones.** Cuando se usen las canalizaciones superficiales no-metálicas para circuitos de señalización, de alumbrado y de fuerza, los distintos sistemas deben ir en compartimentos independientes identificados mediante colores de mucho contraste en su interior. En toda la instalación se mantendrá la misma posición relativa de esos arreglos.

**352-27. Disposiciones generales.** Las canalizaciones superficiales no-metálicas deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, acoplamientos y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente e instalar sin que sus cables estén expuestos a la abrasión.

**352-28. Extensiones a través de paredes y pisos.** Se permite que las canalizaciones superficiales metálicas pasen a través de paredes, ladrillos y pisos secos, respectivamente, si el tramo que atraviesa estos elementos es continuo. A ambos lados de la pared, tabique o piso se debe mantener el acceso a los conductores.

**352-29. Empalmes y derivaciones.** Se permite hacer empalmes y derivaciones en las canalizaciones superficiales no-metálicas que tengan tapa removible y accesible después de su instalación. En ese punto, los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal interior de la canalización. En las canalizaciones no-metálicas superficiales sin tapa removible, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en cajas de terminales. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer con accesorios aprobados.

**C. Canal tipo extruido**

**352-40. Descripción.** La parte C de este Artículo se debe aplicar al canal tipo extruido y sus accesorios, hechos de metal resistente a la humedad o protegido contra la corrosión y que se estime adecuado para esas condiciones. Se permite que estas canalizaciones con tapa a presión removible estén galvanizadas o sean de acero inoxidable, acero esmaltado o recubierto de PVC o de aluminio. Sus tapas pueden ser metálicas o no-metálicas.

**352-41. Usos permitidos.** Se permite instalar canal tipo extruido: (1) en instalaciones expuestas; (2) en lugares húmedos; (3) en lugares expuestos a vapores corrosivos, cuando estén protegidas por un acabado que se estime adecuado para esas condiciones; (4) en instalaciones cuya tensión eléctrica sea de 600 V o menos y (5) como postes eléctricos.

**352-42. Usos no permitidos.** No está permitido utilizar canal tipo extruido: (1) en instalaciones ocultas o (2) en lugares peligrosos.

***Excepción:*** *Lo que se permite en la Excepción de 501-4(b),.*

Se permite utilizar canal tipo extruido de metal ferroso protegido contra la corrosión únicamente por un esmalte, exclusivamente en interiores y en lugares no expuestos a condiciones corrosivas severas.

**352-43 Otros Artículos.** Las instalaciones de canal tipo extruido deben cumplir las disposiciones aplicables de los Artículos 250 y 300.

**352-44. Tamaño nominal de los conductores.** En un canal tipo extruido no se deben instalar conductores de mayor tamaño nominal que el diseñado para la canalización.

**352-45. Número de conductores en una canalización.** El número de conductores permitido en un canal tipo extruido no debe superar los por cientos de la Tabla 352-45 ni las dimensiones del diámetro exterior (DE) de los cables de los tipos y tamaño nominales dados en las Tablas del Capítulo 10.

No se debe aplicar a los conductores instalados en un canal tipo extruido los factores de corrección de la Nota 8(a) a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V, si no se dan todas las siguientes condiciones: (1) si el área de la sección transversal de la canalización es superior a 2600 $mm^2$; (2) los conductores activos no son más de 30; (3) la suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos no supera 20% de la correspondiente a la canalización.

**Tabla 352-45. Sección de la canalización y diámetro interior de canalizaciones con tapa a presión removible**

| Tamaño de la canalización en cm | Superficie ($mm^2$) | 40% superficie ($mm^2$) | 25% superficie ($mm^2$) |
|---|---|---|---|
| 4,2 x 2,1 | 570 | 230 | 140 |
| 4,2 x 2,5 | 740 | 300 | 185 |
| 4,2 x 3,5 | 1080 | 430 | 270 |
| 4,2 x 4,1 | 1310 | 520 | 330 |
| 4,2 x 6,2 | 2045 | 820 | 510 |
| 4,2 x 8,3 | 2780 | 1110 | 695 |
| 3,8 x 1,9 | 550 | 220 | 135 |
| 3,8 x 3,8 | 1180 | 470 | 295 |
| 3,8 x 4,8 | 1485 | 595 | 370 |
| 3,8 x 7,6 | 2490 | 995 | 620 |

**Comentario:** Fórmula de la superficie ocupada por los cables:

$$N = \frac{AC}{AW}$$

Donde:

N= Número de conductores.

AC= Área de la sección transversal del canal en $mm^2$.

AW= Área de la sección transversal del conductor en $mm^2$.

**Observaciones:**

**1.** Para calcular el número de conductores permitidos, en las canalizaciones con uniones externas se toma un 40%.

**2.** Para calcular el número de conductores permitidos, en las canalizaciones con uniones internas se toma un 25%.

**352-46. Extensiones a través de paredes y pisos.** Se permite que tramos continuos de canal tipo extruido se extiendan a través de paredes, tabiques y pisos si las tiras de la cubierta se pueden quitar desde los dos lados y la parte de la canalización que atraviesa la pared, tabique o piso permanece cubierta.

**352-47. Soportes de canal tipo extruido**

**a) Instalación superficial.** Un canal tipo extruido se debe sujetar a la superficie sobre la que va instalado mediante abrazaderas externas al canal a intervalos que no superen 3 m y a menos de 30 cm de cada caja de salida, gabinete, caja de paso o cualquier otra terminación del canal.

**b) Instalación suspendida.** Se permite instalar el canal tipo extruido suspendido en el aire por medio de accesorios aprobados diseñados para ese uso y a intervalos que no superen 3 m.

**352-48. Empalmes y derivaciones.** Se permite hacer en el canal tipo extruido empalmes y derivaciones que sean accesibles después de su instalación a través de una tapa desmontable. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal del canal en ese punto. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer con accesorios aprobados.

**352-49. Disposiciones generales.** El canal tipo extruido debe estar construido de modo que se distinga de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, acoplamientos y accesorios similares deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente e instalar sin que sus cables estén expuestos a la abrasión.

Cuando se use en canal tipo extruido metálico abrazaderas de sujeción y accesorios de material no-metálico, deben estar aprobados e identificados para dicho uso.

**352-50. Puesta a tierra.** Las envolventes de canalizaciones superficiales metálicas que sirvan como paso a otro método de alambrado, deben tener un medio para puesta a tierra de equipo. Se permite usar el canal tipo extruido como conductor de puesta a tierra de equipo de acuerdo con lo indicado en 250-91(b)(11). Cuando se utilice una tapa metálica a presión en un canal tipo extruido, para conseguir la continuidad eléctrica de acuerdo con sus valores especificados, no se permite usar esa tapa como medio de continuidad eléctrica de cualquier salida de corriente eléctrica montada en la misma.

**352-51. Marcado.** Todos los tramos del canal tipo extruido se deben marcar de modo claro y duradero, según requiere el primer párrafo de 110-21.

## ARTÍCULO 353 - ENSAMBLE DE RECEPTÁCULOS MÚLTIPLES

**353-1. Otros Artículos.** Un ensamble de receptáculos múltiples debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

**353-2. Uso.** Se permite el uso del ensamble de receptáculos múltiples en lugares secos. No se deben instalar (1) ocultos, pero se permite rodear la parte posterior y los laterales de un conjunto metálico de este tipo por las paredes del edificio o meter un conjunto no-metálico con un ensamble de receptáculos múltiples en un tablero eléctrico; (2) cuando estén expuestos a daño físico; (3) cuando la tensión eléctrica entre conductores sea de 300 V o más, excepto si el ensamble es de metal y tiene un espesor no-menor a 1 mm; (4) si están expuestos a vapores corrosivos; (5) en los huecos de los ascensores, ni (6) en lugares peligrosos (clasificados), excepto los de Clase I División 2, como lo permite la Excepción de 501-4(b).

**353-3. Ensamble de receptáculos múltiples metálicos a través de tabiques de mampostería.** Se permite extender un ensamble de receptáculos múltiples metálico a través de tabiques de mampostería (pero no tenderlos por el interior de los mismos), si se instalan de modo que se pueda quitar la tapa o tapas de todas las partes expuestas y no se instala ningún receptáculo en el interior de los tabiques.

## ARTÍCULO 354-CANALIZACIONES BAJO EL PISO

**354-1. Otros Artículos.** Las canalizaciones bajo el piso deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

**354-2. Uso.** Se permite instalar canalizaciones bajo el piso debajo de la superficie de concreto u otro material del piso en edificios de oficinas, siempre que queden a nivel con el piso de concreto y cubiertas por linóleo u otro revestimiento equivalente. No se deben instalar canalizaciones bajo el piso: (1) donde puedan estar expuestas a vapores corrosivos ni (2) en lugares peligrosos (clasificados), excepto lo permitido en 504-20 y en los lugares de Clase I División 2, como se permite en la Excepción de 501-4(b). A menos que estén hechas de un material que se estime adecuado para esas condiciones, o a menos que estén protegidas contra la corrosión a un nivel aprobado para esas condiciones, no se deben instalar canalizaciones de metales ferrosos o no-ferrosos, cajas de terminales ni accesorios en concreto ni en zonas expuestas a la influencia de factores corrosivos severos.

**354-3. Cubiertas.** Las cubiertas de las canalizaciones deben cumplir con los siguientes apartados.

**a) Canalizaciones de no-más de 10 cm de ancho.** Las canalizaciones semicirculares con la parte superior plana, de no-más de 10 cm de ancho, deben tener una cubierta de concreto o madera de un espesor no-menor a 19 mm de concreto o madera sobre la canalización.

***Excepción:*** *Lo permitido en los siguientes apartados (c) y (d) para canalizaciones con la parte superior plana.*

**b) Canalizaciones de más de 10 cm, pero de no-más de 20 cm de ancho.** Las canalizaciones con la parte superior plana, de más de 10 cm, pero no-más de 20 cm de ancho, con una separación mínima entre canalizaciones de 25,4 mm, se deben cubrir con concreto de un espesor no-menor a 25,4 mm. Las canalizaciones con una separación menor a 25,4 mm se deben cubrir con concreto de un espesor no-menor a 38 mm.

**c) Canalizaciones de tipo zanja a nivel con el concreto.** Se permite que las canalizaciones de tipo zanja con tapas removibles queden al nivel de la superficie del piso. Dichas canalizaciones aprobadas deben estar diseñadas de modo que las chapas de la tapa les proporcionen una protección mecánica y una rigidez adecuadas y equivalentes a las tapas de las cajas de empalme.

**d) Otras canalizaciones a nivel con el concreto.** En edificios de oficinas se permite instalar canalizaciones aprobadas con parte superior metálica y plana, de no-más de 10 cm de ancho, a nivel con la superficie del piso de concreto, siempre que estén cubiertas con una capa importante de linóleo o similar, de espesor no-menor a 1,6 mm. Cuando se instalen a nivel con el concreto más de una canalización, pero no-más de tres, deben situarse una al lado de otra y unirse de modo que formen un conjunto rígido.

**354-4. Tamaño nominal de conductores.** En las canalizaciones subterráneas no se deben instalar conductores de tamaño nominal mayor que aquél para el que está diseñado la canalización.

**354-5. Número máximo de conductores en una canalización.** La suma del área de la sección transversal de todos los conductores o cables en una canalización no debe exceder 40% de la correspondiente interior de la canalización.

**354-6. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y derivaciones se deben hacer únicamente en cajas de empalme.

Para los fines de esta sección, el alambrado tipo anillo (conductores continuos no-seccionados que conectan varias salidas individuales) no se consideran empalmes ni derivaciones.

***Excepción:*** *Se permite empalmes y derivaciones en canalizaciones de tipo zanja a nivel con el piso, que tengan tapa removible y sean accesibles después de la instalación. Los conductores, incluidos los empalmes y*

*derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal interior de la canalización en ese punto.*

**354-7. Salidas fuera de servicio.** Cuando una salida se abandone, se elimine o se deje de utilizar, los conductores del circuito que suministraban energía a la salida se deben quitar de la canalización. No se permite que haya en las canalizaciones empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de las salidas fuera de servicio en los alambrados tipo anillo.

**354-8. En línea recta.** Las canalizaciones subterráneas deben hacerse de modo que si se traza una línea recta que una el centro de una caja de empalme con el centro de la siguiente caja de empalme, coincida con el eje central del sistema de canalización. Las canalizaciones se deben sujetar firmemente de tal modo que no pierdan la alineación durante la construcción.

**354-9. Marcas en los extremos.** En el extremo de cada tramo recto de una canalización o lo más cerca posible del mismo, se debe localizar una marca adecuada que permita localizar la última inserción.

**354-10. Extremos finales.** Los extremos finales de las canalizaciones se deben cerrar.

**354-13. Cajas de terminales.** Las cajas de terminales se deben instalar a nivel con el piso y sellar para evitar la entrada de agua o concreto. Las cajas de terminales que se utilicen con canalizaciones metálicas deben ser metálicas y no perder la continuidad eléctrica con la canalización.

**354-14. Insertos.** Los insertos se deben situar a nivel con el piso y sellar para evitar la entrada de concreto. Los insertos utilizados en canalizaciones metálicas deben ser metálicos y mantener la continuidad eléctrica con la canalización. Los insertos colocados en o sobre canalizaciones de fibra antes de tapar el piso, deben sujetarse mecánicamente a la canalización. Los insertos colocados en canalizaciones de fibra después de tapar el piso, se deben atornillar a la canalización. Cuando se corten las paredes de la canalización, y los insertos, se debe evitar que las partículas y la suciedad queden dentro de la canalización y se debe procurar utilizar herramientas diseñadas de modo que no entren en la canalización, para que no afecten a los cables que pudiera haber instalados.

**354-15. Conexiones con gabinetes y salidas de pared.** Las conexiones de las canalizaciones con los centros de distribución y salidas de pared, se deben hacer por medio de tubo *(conduit)* metálico flexible cuando no estén instaladas en concreto y de tubo *(conduit)* tipo pesado, semipesado o ligero y accesorios aprobados. Cuando un sistema subterráneo de canalizaciones metálicas lleve terminales para los conductores de puesta a tierra de equipo, se permite utilizar tubo *(conduit)* rígido metálico, no-metálica o no-metálico flexible y herméticos a los líquidos, siempre que no estén instalados en concreto.

## ARTÍCULO 356-CANALIZACIONES EN PISOS METÁLICOS CELULARES

**356-1. Definiciones.** Para los propósitos de este Artículo, una "canalización en piso metálico celular" se define como los espacios huecos de los pisos metálicos celulares, junto con los accesorios adecuados, que se puedan aprobar como cubiertas de conductores eléctricos. Una "celda" se define como un espacio sencillo, de forma tubular y cerrado en una sección del piso metálico celular, cuyo eje es paralelo al de la sección del piso metálico. Un "cabezal" se define como una canalización transversal para conductores eléctricos que da acceso a determinadas celdas de un piso metálico celular, permitiendo así el tendido de conductores eléctricos desde un centro de distribución hasta las celdas.

**356-2. Usos no permitidos.** No se deben instalar conductores eléctricos en canalizaciones en pisos metálicos celulares: (1) si están expuestos a vapores corrosivos; (2) en lugares peligrosos (clasificados) excepto lo permitido por 504-20 y en lugares de Clase I División 2, como se permite en la Excepción de 501-4(b); (3) en estacionamientos públicos, excepto para salidas en el techo o extensiones por debajo del piso, pero no por encima.

**NOTA:** Para la instalación de conductores con otros sistemas, véase 300-8.

**356-3. Otros Artículos.** Las canalizaciones en pisos metálicos celulares deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

### A. Instalación

**356-4. Tamaño nominal de los conductores.** No se debe instalar conductores de tamaño nominal mayor a 53,48 $mm^2$ (1/0 AWG), excepto con permiso especial.

**356-5. Número máximo de conductores en una canalización.** La suma del área de la sección transversal de todos los conductores o cables en una canalización no debe superar 40% del área de la sección transversal interior de la celda o del cabezal.

**356-6. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las unidades de acceso a los cabezales o en cajas de empalme.

Para los propósitos de esta sección, se considera que los llamados alambrados tipo anillo (conductores continuos que conectan distintas salidas sin ser segmentados) no se consideran empalmes ni derivaciones.

**356-7. Salidas fuera de servicio.** Cuando una salida quede fuera de servicio, se elimine o se deje de utilizar, los conductores del circuito que suministraban energía a la salida se deben quitar de la canalización. No se permite que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de las salidas abandonadas en los alambrados tipo anillo.

**356-8. Marcas.** Para la localización de las celdas futuras, se debe instalar una cantidad adecuada de marcas.

**356-9. Cajas de empalme.** Las cajas de empalme se deben instalar a nivel con el piso y sellar para evitar la entrada de agua o concreto. Las cajas de empalme que se utilicen con canalizaciones metálicas deben ser metálicas y no perder la continuidad eléctrica con la canalización.

**356-10. Insertos.** Los insertos se deben situar a nivel con el piso y sellar para evitar la entrada de concreto. Los insertos utilizados en canalizaciones metálicas deben ser metálicos y mantener la continuidad eléctrica con la canalización. Cuando se corten las paredes de la canalización y los insertos, se debe evitar que las partículas y la suciedad queden dentro de la canalización, y se debe procurar utilizar herramientas diseñadas de modo que no entren en la canalización, para que no afecten a los cables que pudiera haber instalados.

**356-11. Conexiones desde las celdas con gabinetes y extensiones.** Las conexiones de las canalizaciones con los centros de distribución y salidas de pared, se deben hacer por medio de tubo *(conduit)* metálico flexible cuando no estén instaladas en concreto y de tubo *(conduit)* tipo pesado, tipo semipesado, tipo ligero y accesorios aprobados. Cuando las canalizaciones lleven terminales para los conductores de puesta a tierra de equipo, se permite utilizar tubo *(conduit)* rígido no-metálicos, tubo *(conduit)* no-metálico o tubo *(conduit)* no-metálico flexible y hermético a los líquidos, siempre que no estén instalados en concreto.

**B. Especificaciones de construcción**

**356-12. Disposiciones generales.** Las canalizaciones en pisos metálicos celulares deben estar construidas de modo que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica de todo el sistema. Sus superficies interiores deben estar libres de rebabas y bordes cortantes y las superficies sobre las que se tiendan los conductores deben estar lisas. Cuando los conductores pasen a través de una canalización se deben instalar boquillas o accesorios adecuados con bordes lisos redondeados.

## ARTÍCULO 358-CANALIZACIONES EN PISOS DE CONCRETO CELULAR

**358-1. Alcance.** Este Artículo trata de las canalizaciones en pisos de concreto celular, en los espacios huecos de los pisos construidos con baldosas prefabricadas de concreto celular y sus accesorios metálicos diseñados para permitir el acceso a las celdas del piso.

**358-2. Definiciones.** Una “celda” se define como un espacio sencillo, cerrado y tubular en un piso hecho de baldosas prefabricadas de concreto celular, cuyo eje es paralelo a la dirección del miembro del piso. Un “cabezal” se define como una canalización transversal para conductores eléctricos que da acceso a determinadas celdas de un piso de concreto celular, permitiendo así el tendido de conductores eléctricos desde un centro de distribución hasta las celdas.

**358-3. Otros Artículos.** Las canalizaciones en pisos de concreto celular deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

**358-4. Usos no permitidos.** No se deben instalar conductores eléctricos en canalizaciones en pisos de concreto celular: (1) si están expuestos a vapores corrosivos; (2) en lugares peligrosos (clasificados), excepto lo permitido en 504-20 y en lugares de Clase I División 2, como se permite en la Excepción de 501-4(b), ni (3) en estacionamientos públicos, excepto para salidas en el techo o extensiones por debajo del piso, pero no por encima.

**NOTA:** Para la instalación de conductores con otros sistemas, véase 300-8.

**358-5. Cabezales.** Los cabezales se deben instalar en línea recta y perpendiculares a las celdas. Los cabezales se deben sujetar mecánicamente a la mayor parte del piso prefabricado de concreto celular. Las juntas de los extremos se deben cerrar con un cierre metálico y sellar para impedir la entrada de concreto. El cabezal debe ser eléctricamente continuo y estar firmemente conectado al envolvente del centro de distribución.

**358-6. Conexiones con gabinetes y otras envolventes.** La conexión de los cabezales con los gabinetes y otras envolventes se debe hacer por medio de canalizaciones metálicas aprobadas y listadas con sus accesorios igualmente aprobados y listados.

**358-7. Cajas de empalme.** Las cajas de empalme se deben instalar a nivel con el piso y sellar para evitar la entrada de agua o concreto. Las cajas de empalme deben ser de metal y tener continuidad mecánica y eléctrica con los cabezales.

**358-8. Marcas.** Para la localización de las celdas se deben instalar marcas en una cantidad adecuada.

**358-9. Insertos.** Los insertos se deben situar a nivel con el piso y sellar para evitar la entrada de concreto. Los insertos deben ser metálicos y estar dotados de bases de contacto con puesta a tierra. Un conductor de puesta a tierra debe conectar las bases de contactos a la conexión de puesta a tierra del cabezal. Cuando se corten las paredes de la canalización, por ejemplo, para hacer los insertos y para otros casos (por ejemplo, para acceder a las aberturas entre el cabezal y las celdas), se debe evitar que las partículas y la suciedad queden dentro de la canalización, y se debe procurar utilizar herramientas diseñadas de modo que no entren en la canalización, para que no afecten a los cables que pudiera haber instalados.

**358-10. Tamaño nominal de los conductores.** No se deben instalar conductores de tamaño nominal mayor a 53,48 $mm^2$ (1/0 AWG), excepto con permiso especial.

**358-11. Número máximo de conductores en una canalización.** La suma del área de la sección transversal de todos los conductores o cables en una canalización no debe exceder 40% del área de la sección transversal interior de la celda o cabezal.

**358-12. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las unidades de acceso a los cabezales o cajas de empalmes.

Para los propósitos de esta sección, se considera que los llamados alambrados tipo anillo (conductores continuos que conectan las distintas salidas sin ser segmentados) no son empalmes ni derivaciones.

**358-13. Salidas fuera de servicio.** Cuando una salida quede fuera de servicio, se elimine o se deje de utilizar, los conductores del circuito que alimentaban a la salida se deben quitar de la canalización. No se permite que haya en las canalizaciones empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de las salidas abandonadas en los alambrados tipo anillo.

## ARTÍCULO 362 - DUCTOS METÁLICOS Y NO-METÁLICOS CON TAPA

### A. Ductos metálicos

**362-1. Definición.** Los ductos metálicos son ductos de placa metálica con tapa a presión removible, o con bisagras para alojar y proteger cables eléctricos y en los cuales se instalan los conductores después de haber instalado el ducto, como un sistema completo.

**362-2. Uso.** Sólo se permite usar los ductos metálicos en instalaciones expuestas. Los ductos metálicos instalados en lugares mojados deben ser herméticos a la lluvia. No se debe instalar ductos metálicos: (1) cuando estén expuestos a daño físico o a vapores corrosivos ni (2) en ningún lugar peligroso (clasificado), excepto lo permitido en 501-4(b), 502-4(b) y 504-20.

***Excepción:*** *Se permite instalar ductos en espacios ocultos según lo establecido en el inciso c) de la Excepción 640-4.*

**362-3. Otros Artículos.** Las instalaciones de ductos deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

**362-4. Tamaño nominal de los conductores.** No se debe instalar en un ducto ningún conductor de mayor tamaño nominal que aquél para el cual fue diseñado.

**362-5. Número de conductores.** Los ductos no deben contener más de 30 conductores de fase en ninguna parte. No se consideran conductores de fase los de circuitos de señalización o los conductores de control y su controlador, utilizados únicamente para el arranque del motor.

La suma del área de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier lugar del ducto no debe superar 20% del área de la sección transversal interior del mismo.

No se deben aplicar los factores de corrección del Artículo 310 Nota 8(a) de las Notas de las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V, a los 30 conductores de fase que ocupen 20% del espacio, como se especificó anteriormente.

***Excepción 1:*** *Cuando se aplique los factores de corrección especificados en el Artículo 310 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V, no se debe limitar el número de conductores de fase, pero la suma del área de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier lugar del ducto no debe exceder 20% del área de la sección transversal interior del mismo.*

***Excepción 2:*** *Como se establece en 520-6, la limitación a 30 conductores no se debe aplicar en teatros ni locales similares.*

***Excepción 3:*** *Como se establece en 620-32, la limitación de 20% de ocupación no se debe aplicar para elevadores y montacargas.*

**362-6. Conductores aislados doblados.** Cuando en un ducto se doblen conductores aislados, bien en sus extremos o donde los tubos, accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan del conducto, o cuando la dirección del ducto varíe más de 30°, se deben aplicar las dimensiones correspondientes indicadas en 373-6.

**362-7. Empalmes y derivaciones.** En los ductos se permite hacer derivaciones que sean accesibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal del ducto en ese punto.

**362-8. Soportes.** Los ductos se deben sujetar de acuerdo con lo siguiente:

**a) Soporte horizontal.** Cuando se instalen horizontalmente, los ductos se deben sujetar a intervalos que no excedan 1,5 m o para tramos que excedan 1,5 m, en cada extremo o unión, excepto si están aprobados y listados para otros intervalos. La distancia entre los soportes no debe exceder de 3 m.

**b) Soporte vertical.** Los tramos verticales de ductos se deben sujetar firmemente a intervalos que no excedan de 4,5 m y no debe haber más de una unión entre dos soportes. Las secciones unidas de los ductos se deben sujetar firmemente, de modo que constituyan una junta rígida.

**362-9. Extensión a través de paredes.** Se permite que los ductos metálicos pasen a través de paredes si el tramo que pasa por la pared es continuo. Se debe mantener el acceso a los conductores por ambos lados de la pared.

**362-10. Extremos finales.** Los extremos finales de los ductos para cables deben estar cerrados.

**362-11. Extensiones a partir de ductos.** Las extensiones que salen de los ductos se deben efectuar usando cordones o cualquier método de alambrado indicado en el Capítulo 3 que incluya un medio de puesta a tierra del equipo. Cuando se utilice un conductor independiente de puesta a tierra del equipo, la conexión de los conductores de puesta a tierra del alambrado de la instalación con el ducto debe cumplir lo establecido en 250-113 y 250-118. Cuando se emplee tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado, tipo ligero o no-metálico flexible y hermético a los líquidos, la conexión del conductor de puesta a tierra del equipo de la canalización no-metálica al ducto metálico debe cumplir lo establecido en 250-113 y 250-118.

**362-12. Marcado.** Los ductos se deben marcar de modo que después de su instalación quede claramente visible el nombre del fabricante o su marca comercial y el área de su sección transversal interior en $mm^2$.

**362-13. Puesta a tierra.** La puesta a tierra debe cumplir las disposiciones del Artículo 250.

**B. Ductos no-metálicos**

**362-14. Definición.** Los ductos no-metálicos son ductos de material no-metálico retardante a la flama, con tapa con bisagras o removible, para alojar y proteger cables eléctricos y en los cuales se instalan los conductores después de instalado el conducto, como un sistema completo.

**362-15. Usos permitidos.** Se permite el uso de ductos no-metálicos aprobados y listados:

**1)** Sólo en instalaciones expuestas.

***Excepción:*** *Se permite instalar ductos en espacios ocultos según lo establecido en 640-4, Excepción, inciso c.*

**2)** Donde estén expuestos a vapores corrosivos.

**3)** En lugares mojados, cuando estén aprobados y listados para ese fin.

**NOTA:** Las temperaturas muy bajas pueden hacer que algunos tubos no-metálicos se vuelvan frágiles y por tanto sean más susceptibles de daño por contacto físico.

**362-16. Usos no permitidos.** No se deben utilizar ductos no-metálicos:

**1)** Cuando estén expuestos a daño físico.

**2)** En lugares peligrosos (clasificados).

***Excepción:*** *Lo permitido en 504-20.*

**3)** Cuando estén expuestos a la luz del Sol, excepto si están aprobados e identificados para ese uso.

**4)** Cuando estén expuestos a temperatura ambiente distinta para la que fue aprobado el ducto no-metálico.

**5)** Con conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento superen aquéllos para los que está aprobado y listado el ducto no-metálico.

**362-17. Otros Artículos.** Las instalaciones de ductos no-metálicos para cables deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300. Cuando en el Artículo 250 se exija la puesta a tierra del equipo, en el ducto no-metálico se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra de equipo.

**362-18. Tamaño nominal de los conductores.** En un ducto no se debe instalar ningún conductor de mayor tamaño nominal que aquél para el cual fue diseñado el conducto.

**362-19. Número de conductores.** La suma del área de la sección transversal de todos los conductores de activos contenidos en cualquier parte de un ducto no-metálico no debe exceder 20% del área de la sección transversal del mismo. No se consideran conductores activos los de los circuitos de señalización o los conductores entre un motor y su control de arranque, utilizados únicamente para el arranque del motor.

A los conductores portadores de corriente eléctrica que ocupen 20% del espacio, como se acaba de indicar, se les deben aplicar los factores de corrección del Artículo 310, Nota 8(a) de las Notas de las Tablas de capacidad de conducción de corriente, de 0 a 2000 V.

**362-20. Conductores aislados doblados.** Cuando dentro de un ducto se doblen conductores aislados, bien en sus extremos o donde los tubos, accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan del conducto o cuando la dirección del ducto varíe más de 30°, se deben aplicar las dimensiones correspondientes indicadas en 373-6.

**362-21. Empalmes y derivaciones.** Se permite hacer derivaciones en los ductos que sean accesibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal del ducto en ese punto.

**362-22. Soportes.** Los ductos se deben sujetar de acuerdo con lo siguiente:

**a) Soporte horizontal.** Cuando vayan instalados horizontalmente, los ductos se deben sujetar a intervalos que no excedan de 1 m y en cada extremo o unión, excepto si están aprobados y listados para otros intervalos. En ningún caso la distancia entre los soportes debe exceder de 3 m.

**b) Soporte vertical**. Los tramos verticales de ductos se deben sujetar de forma firme a intervalos que no excedan de 1,2 m y no debe haber más de una unión entre dos soportes. Las secciones unidas de los ductos se deben sujetar de forma segura de modo que constituyan una junta rígida.

**362-23. Juntas de expansión.** Cuando en un ducto no-metálico se esperen variaciones de longitud en un tramo recto de 6 mm o más, se deben instalar dispositivos de dilatación que compensen la expansión térmica y contracción.

**362-24. Extensión a través de paredes.** Se permite que los ductos no-metálicos para cables pasen a través de paredes si el tramo que pasa por la pared es continuo. Se debe mantener el acceso a los conductores por ambos lados de la pared.

**362-25. Extremos finales.** Los extremos finales de los ductos deben quedar cerrados.

**362-26. Extensiones de los ductos.** Las extensiones de los ductos para cables se deben hacer mediante cordones colgantes o cualquier método de alambrado indicado en el Capítulo 3. Se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra del equipo por cualquiera de los métodos aplicados al alambrado de la extensión.

**362-27. Marcado.** Los ductos no-metálicos deben ir marcados de modo que, después de su instalación, se vea claramente el nombre del fabricante o su marca comercial y el área de su sección transversal en $mm^2$. Se permite identificar con el sufijo LS los ductos no-metálicos con baja emisión de humos, resistentes a la propagación de incendio y baja acidez.

## ARTÍCULO 363 - CABLES PLANOS TIPO FC

**363-1. Definición.** Los cables planos tipo FC consisten en varios conductores paralelos fabricados integralmente con una malla de material aislante específicamente diseñada para su instalación en canalizaciones metálicas superficiales.

**363-2. Otros Artículos.** Además de las disposiciones de este Artículo, las instalaciones de cables tipo FC deben cumplir las disposiciones aplicables de los Artículos 210, 220, 250, 300, 310 y 352.

**363-3. Usos permitidos.** Se permite utilizar cables planos únicamente como circuitos derivados que alimenten dispositivos para alumbrado, pequeños aparatos eléctricos o pequeñas cargas. Los cables planos sólo se deben instalar en instalaciones expuestas. Los cables planos sólo se deben instalar en lugares donde no estén expuestos a daño físico.

**363-4. Usos no permitidos.** No se deben instalar sistemas de cables planos: (1) si están sometidos a vapores corrosivos, a menos que sean adecuados para esa aplicación; (2) en huecos de elevadores; (3) en lugares peligrosos (clasificados) o (4) en exteriores o en lugares húmedos o mojados, excepto si están aprobados e identificados para su uso en lugares mojados.

**363-5. Instalación.** En la obra, los cables planos sólo se deben instalar en canalizaciones metálicas superficiales aprobadas e identificadas para ese uso. La parte acanalada de la canalización metálica superficial se debe instalar como un sistema completo antes de introducir en su interior los cables planos.

**363-6. Número de conductores.** Los sistemas de cables planos constan de dos, tres o cuatro conductores.

**363-7. Tamaño de los conductores.** Los sistemas de cables planos deben tener conductores de hilos de cobre especialmente trenzados de tamaño nominal de 5,26 $mm^2$ (10 AWG).

**363-8. Aislamiento de los conductores.** Todo el sistema de cables planos debe estar formado de modo que ofrezca una cubierta aislante adecuada de todos sus conductores, por medio de uno de los materiales que aparecen en la Tabla 310-13 para instalaciones de circuitos derivados.

**363-9. Empalmes.** Los empalmes deben hacerse en cajas de empalme aprobadas y listadas.

**363-10. Derivaciones.** Las derivaciones deben hacerse entre cualquier fase y el conductor puesto a tierra o cualquier otra fase, por medio de dispositivos y accesorios aprobados e identificados para ese uso. Los dispositivos de empalme deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a 15 A o más de 300 V a tierra y deben ser de los colores que se exige en 363-20.

**363-11. Terminales del cable.** Cada extremo terminal de cables planos debe cubrirse con un capuchón u otro dispositivo aprobado e identificado para ese uso.

El accesorio del extremo de las canalizaciones metálicas superficiales debe estar también aprobado e identificado para ese uso.

**363-12. Soportes para equipos.** Los soportes para equipos conectados con los cables planos deben estar aprobados e identificados para ese uso.

**363-13. Accesorios.** Los accesorios que se instalen con los cables planos deben estar diseñados e instalados de modo que protejan a los cables contra daño físico.

**363-14. Extensiones.** Todas las extensiones de los cables planos se deben hacer por métodos de alambrado aprobados, en las cajas de empalme instaladas en cualquier extremo de la trayectoria de los cables planos.

**363-15. Soportes.** Los cables planos se deben sujetar en las canalizaciones metálicas de superficie por medios diseñados especialmente para ese uso.

Las canalizaciones metálicas de superficie se deben sujetar según lo requerido para ese tipo de canalizaciones.

**363-16. Capacidad de conducción de corriente nominal.** La capacidad de conducción de corriente nominal de un circuito derivado no debe exceder los 30 A.

**363-17. Marcado.** Además de lo establecido en 310-11, los cables tipo FC deben llevar marcada de modo duradero en su superficie su temperatura de operación nominal, a intervalos no-mayores a 60 cm.

**363-18. Cubiertas protectoras.** Cuando los cables planos se instalen a menos de 2,4 m sobre el piso o plataforma fija de trabajo, se deben proteger con una cubierta metálica aprobada e identificada para ese uso.

**363-19. Identificación.** El conductor puesto a tierra se debe identificar en toda su longitud por medio de una marca clara y duradera de color blanco o gris claro.

**363-20. Identificación del tablero de terminales.** Los tableros de terminales adecuados para este uso deben tener marcas claras y duraderas de color o con letras. La parte del bloque terminal correspondiente del conductor puesto a tierra debe llevar una marca blanca o una designación adecuada. La siguiente sección adyacente al tablero de terminales debe llevar una marca negra o una designación adecuada. La siguiente sección debe llevar una marca roja o una designación adecuada. La última sección o externa (opuesta al conductor puesto a tierra), debe llevar una marca azul o una designación adecuada.

## ARTÍCULO 364-DUCTOS CON BARRAS (ELECTRODUCTOS)

### A. Disposiciones generales

**364-1. Alcance.** Este Artículo cubre los ductos con barras (electroductos) y sus accesorios, usados como circuitos de entrada de acometida, alimentadores y derivaciones.

**364-2. Definición.** Para el propósito de este Artículo, un electroducto es un ducto metálico puesto a tierra que contiene conductores desnudos o aislados, usualmente de cobre o aluminio en forma de barras, alambres o tubos, ensamblados en fábrica.

**NOTA:** Para canalizaciones prealambradas en campo, véase el Artículo 365.

**364-3. Otros Artículos aplicables.** Las instalaciones de electroductos deben cumplir con los requisitos aplicables del Artículo 300.

**364-4. Usos**

**a) Usos permitidos**. Los electroductos deben instalarse en forma visible y en lugares despejados.

***Excepción 1:*** *Se permite la instalación de electroducto detrás de paneles, si están accesibles y se cumple con todas las siguientes condiciones:*

***a.*** *Que no haya dentro del electroducto dispositivos de protección contra sobrecorriente, excepto los correspondientes a los equipos individuales o a otras cargas.*

***b.*** *Que el espacio detrás de los paneles no se use para ventilación o manejo de aire.*

***c.*** *Que el electroducto sea del tipo no ventilado, totalmente cerrado.*

***d.*** *Que el electroducto se instale de tal manera que las uniones entre secciones y los accesorios, sean accesibles para fines de mantenimiento.*

***Excepción 2:*** *Se permite instalar electroductos detrás de paneles de acceso, de acuerdo con lo indicado en 300-22(c).*

**b) Usos no permitidos**. Los electroductos no deben instalarse: (1) cuando puedan estar sometidos a daño físico o a vapores corrosivos; (2) en cubos de elevadores; (3) en lugares clasificados como peligrosos, a menos que estén aprobados para ese uso en particular. (Véase 501-4(b).); ni (4) a la intemperie o en lugares mojados o húmedos, a menos que estén aprobados e identificados para ese uso.

Los electroductos para alumbrado o para trole de equipo móvil no deben instalarse a menos de 2,5 m sobre el piso o plataforma de trabajo, a menos que estén provistos de una cubierta protectora adecuada.

**364-5. Soportes.** Los electroductos deben estar firmemente soportados a distancias no-mayores de 1,50 m a menos que por diseño se marque otro espaciamiento entre soportes.

**364-6. Paso a través de paredes y pisos.** Los electroductos pueden pasar a través de paredes secas, siempre que el paso se haga con tramos continuos de una sola pieza. También pueden extenderse verticalmente a través de pisos secos, siempre y cuando los ductos estén completamente cerrados (no ventilados), y hasta una altura sobre el nivel del piso de 1,80 m como mínimo, para proveer una adecuada protección contra daños mecánicos.

**NOTA:** Véase 300-21, propagación del fuego y de los productos de la combustión.

**364-7. Extremos de los electroductos.** Los extremos de los electroductos deben estar cerrados.

**364-8. Derivaciones desde los electroductos.** Las derivaciones desde los electroductos pueden hacerse como se indica a continuación:

**a)** Con canalizaciones de los tipos indicados en los Artículos 331, 345, 346, 347, 348, 350, 351, 352, 364, o con cables tipo MC, Artículo 334. Cuando se utiliza una canalización no-metálica, la conexión de los conductores para la puesta a tierra de equipo, contenidos en la canalización, al electroducto debe cumplir con lo indicado en 250-113 y 250-118.

**b)** Pueden usarse conjuntos de cordones o cables para uso rudo para la conexión de equipo portátil o de equipo fijo para facilitar su conexión si se desplazan ocasionalmente, siguiendo lo establecido en 400-7 y 400-8 y las siguientes condiciones:

**1)** El cordón o cable debe fijarse al edificio por medios aprobados.

**2)** La longitud del cordón o cable desde la conexión de clavija en el electroducto hasta el dispositivo que proporciona la tensión eléctrica en el cordón o cable, no debe ser mayor de 1,80 m.

***Excepción:*** *Solamente en establecimientos industriales y cuando el mantenimiento y la supervisión se realicen por personal calificado, se permite el uso de longitudes de cordón mayores de 1,80 m entre la conexión al electroducto y el dispositivo de tensión eléctrica, si el cordón o cable se sujeta a intervalos que no excedan de 2,40 m.*

**3)** El cordón o cable debe instalarse en forma vertical desde el dispositivo compensador de tensión hasta el equipo alimentado.

**4)** Se deben colocar abrazaderas relevadoras de esfuerzos para el cable o cordón, en las conexiones al electroducto y en las terminales de los equipos alimentados.

**364-9. Protección contra sobrecorriente.** La protección contra sobrecorriente debe hacerse de acuerdo con lo indicado en 364-10 a 364-13.

**364-10. Capacidad nominal de la protección contra sobrecorriente en alimentadores.** Cuando la capacidad de conducción de corriente de un electroducto no coincida con una capacidad normalizada de un dispositivo de protección de sobrecorriente, debe seleccionarse uno con el valor superior más cercano a ésta, sólo si esa capacidad no excede de 800 A.

**364-11. Reducción del tamaño nominal del electroducto.** Se requiere de un dispositivo de protección contra sobrecorriente cuando algún tramo del electroducto tiene menor capacidad de conducción de corriente que el electroducto general.

***Excepción:*** *En instalaciones industriales puede omitirse la protección adicional contra sobrecorriente en los puntos del electroducto de menor capacidad de conducción de corriente, siempre y cuando la longitud del electroducto más pequeño no sea mayor de 15 m, desde el punto de reducción, y que su capacidad de conducción de corriente sea igual o mayor que la tercera parte del tamaño o ajuste del dispositivo de sobrecorriente que protege a la línea. Se requiere además que el electroducto no esté en contacto con materiales combustibles.*

**364-12. Alimentadores o circuitos derivados.** Cuando el electroducto se utiliza como alimentador y las derivaciones o subalimentadores se inician en dispositivos, o conectadores enchufables que se conectan a las barras del electroducto, los elementos de protección contra sobrecorriente para los circuitos derivados o subalimentadores deben estar incluidos en dichos dispositivos. Los dispositivos enchufables deben tener un interruptor automático o uno con fusibles, de operación externa. Cuando tales dispositivos están montados lejos del alcance del operador y contienen medios de desconexión, pueden emplearse medios como cuerdas, cadenas o pértigas para permitir la operación manual desde el piso o lugar accesible.

***Excepción 1:*** *Lo permitido en 240-21, para derivaciones.*

***Excepción 2:*** *Cuando se conectan al electroducto luminarias fijas o semifijas, por medio de extensiones de cordón cuya clavija incluye el dispositivo de protección de sobrecorriente.*

***Excepción 3:*** *Cuando se enchufan directamente en el electroducto aparatos sin cordón y la protección contra sobrecorriente está montada en el aparato.*

**364-13. Protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados.** Los electroductos pueden emplearse como circuitos derivados de cualquiera de los tipos descritos en el Artículo 210.

Donde se usen en esa forma, la capacidad de corriente eléctrica del circuito derivado está determinada por el tamaño o ajuste del dispositivo de protección que protege al electroducto y el circuito debe estar de acuerdo en todos los aspectos con los requerimientos del Artículo 210 aplicables a circuitos derivados de esa capacidad.

**364-15. Marcado.** Los electroductos deben llevar una placa que indique la corriente eléctrica nominal y la tensión de operación para la cual están diseñados y el nombre o marca del fabricante, y que quede visible después de la instalación.

**B. Requisitos para tensión eléctrica mayor a 600 V nominales**

**364-21. Identificación.** Cada tramo de electroducto debe estar provisto de una placa de datos, con la siguiente información: (1) Tensión eléctrica nominal; (2) Capacidad máxima de corriente eléctrica en operación normal. Si el electroducto tiene ventilación forzada, la identificación debe incluir tanto la capacidad con ventilación forzada como la capacidad con ventilación natural, para el mismo incremento de temperatura; (3) Frecuencia nominal; (4) Tensión eléctrica de impulso nominal; (5) Rigidez dieléctrica a 60 Hz, en seco; (6) Corriente eléctrica nominal momentánea, y (7) Nombre o marca del fabricante.

**364-22. Puesta a tierra.** Los electroductos blindados con cubierta metálica deben ser puestos a tierra como se indica en el Artículo 250.

**364-23. Estructuras de soporte y adyacentes.** Los electroductos blindados con cubierta metálica deben instalarse de forma tal que el aumento de temperatura por la circulación de corrientes eléctricas inducidas en cualquiera de las partes metálicas adyacentes, no sea peligroso para el personal ni constituya riesgo de incendio.

**364-24. Neutro.** Cuando se requiera una barra para el neutro del sistema, ésta debe tener una capacidad de conducción de corriente adecuada para conducir todas las corrientes eléctricas de carga del neutro, incluyendo las armónicas, además debe tener capacidad adecuada instantánea de cortocircuito de acuerdo con los requisitos del sistema.

**364-25. Barreras y sellos.** Los electroductos que tengan trayectorias que pasen del interior al exterior de edificios, deben tener un sello para vapor en la pared del edificio, para evitar el intercambio de aire entre las secciones interiores y exteriores.

***Excepción:*** *No se requiere un sello para vapor en electroductos con ventilación forzada.*

Deben colocarse barreras contra el fuego cuando se atraviesan paredes, pisos o cielos rasos.

> **NOTA:** Para información sobre propagación de fuego o de los productos de la combustión, véase 300-21.

**364-26. Drenaje.** Deben proveerse válvulas, filtros de drenaje o métodos similares, para facilitar la eliminación de humedad condensada en los puntos bajos de las trayectorias de los electroductos.

**364-27. Electroductos con ventilación.** Los electroductos con ventilación deben instalarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 710, Parte D, a menos que estén diseñados en forma tal que si algún objeto extraño se introduce por cualquier abertura, éste sea desviado de las partes energizadas.

**364-28. Terminales y conexiones.** Cuando los electroductos conectan máquinas enfriadas por gas inflamable, deben proveerse conectadores de salida sellados, deflectores u otros medios, que impidan la acumulación de gas inflamable dentro de la envolvente del electroducto.

En tendidos largos y rectos del electroducto, deben proveerse conexiones flexibles o de expansión, para permitir la expansión o contracción por temperatura, y también donde los electroductos atraviesan las juntas amortiguadoras de vibraciones de los edificios.

Todos los dispositivos de terminación y conexión de conductores deben ser accesibles para su instalación, conexión y mantenimiento.

**364-29. Desconectadores.** Los dispositivos de interrupción o puentes de desconexión incluidos en el sistema de electroductos, deben tener la misma capacidad de conducción momentánea de corriente que las barras. Los puentes de desconexión deben llevar claramente marcada la indicación de que sólo pueden ser removidos cuando las barras estén desenergizadas. Los dispositivos de interrupción para desconexión sin carga, deben estar protegidos para impedir su operación con carga, y los envolventes de los puentes de desconexión deben estar protegidos para impedir el acceso a las partes energizadas.

**364-30. Alambrado en 600 V nominales o menos.** Los dispositivos de control secundario y su alambrado, que forman parte del sistema del electroducto, deben estar aislados de los otros elementos primarios del circuito por medio de barreras retardantes del fuego, excepto cuando se trate de un alambrado corto, tales como las terminales de transformadores de instrumento.

## ARTÍCULO 365 - CANALIZACIONES PREALAMBRADAS

**365-1. Definición.** La canalización prealambrada es un conjunto de conductores aislados montados en posiciones espaciadas en una estructura de metal ventilado que los soporta y protege y que incluye accesorios y terminales de conductores.

La canalización prealambrada se ensambla normalmente en el lugar de instalación con componentes proporcionados o especificados por el fabricante y de acuerdo con lo indicado en las instrucciones para el trabajo específico.

El conjunto está diseñado para conducir corriente eléctrica de falla y soportar las fuerzas magnéticas de dichas corrientes.

**365-2. Usos**

**a) 600 V o menos**. Las canalizaciones prealambradas aprobadas se permiten para cualquier tensión o corriente eléctricas para la cual los conductores espaciados estén especificados y deben instalarse solamente para trabajos expuestos. Cuando se instalen en exteriores o en lugares corrosivos, húmedos o mojados, deberán ser adecuadas para tal uso. Las canalizaciones prealambradas no se deben instalar en huecos de elevadores ni en lugares clasificados como peligrosos, a menos que sean específicamente adecuadas para tales usos. Las canalizaciones prealambradas pueden ser usadas para circuitos derivados, alimentadores y acometidas.

Las estructuras de las canalizaciones prealambradas cuando se conectan en forma adecuada, pueden usarse como conductores de puesta a tierra del equipo, en circuitos derivados y alimentadores.

**b) Más de 600 V.** Las canalizaciones prealambradas se permiten para sistemas de más de 600 V nominales. Véase 710-4 (a).

**365-3. Conductores**

**a) Tipo de conductores**. En las canalizaciones prealambradas, los conductores de fase deben tener un aislamiento adecuado para 75 °C o más, aprobado, adecuado para las condiciones de uso, de acuerdo con lo indicado en los Artículos 310 y 710.

**b) Capacidad de conducción de corriente de los conductores.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores en las canalizaciones prealambradas deben estar de acuerdo con lo indicado en las Tablas 310-17 y 310-19.

**c) Tamaño y número de conductores.** El área de la sección transversal nominal y el número de conductores deben ser para los cuales la canalización prealambrada está diseñada, y el tamaño nominal del conductor en ningún caso será menor de 53,48 $mm^2$ (1/0 AWG).

**d) Soportes de conductores.** Los conductores aislados deben estar soportados sobre bloques u otros medios diseñados para este propósito. Los conductores individuales en una canalización prealambrada deben estar sujetos a intervalos no-mayores de 90 cm para canalizaciones horizontales y 45 cm para canalizaciones verticales. El espaciamiento vertical y horizontal entre los conductores soportados no debe ser menor que el diámetro de un conductor en los puntos de sujeción.

**365-5 Protección contra sobrecorriente.** Las canalizaciones prealambradas deben estar protegidas contra sobrecorriente, de acuerdo con la capacidad de conducción de corriente de los conductores de la canalización prealambrada, de acuerdo con lo indicado en 240-3. Cuando la capacidad de conducción de corriente de los conductores de una canalización prealambrada no corresponda a la de un dispositivo de protección normalizado, se utilizará el de capacidad inmediata superior, siempre y cuando no exceda de 800 A.

***Excepción:*** *Está permitida la protección contra sobrecorriente para sistemas de más de 600 V, de acuerdo con lo indicado en 240-100.*

**365-6. Soportes y extensiones a través de paredes y pisos**

**a) Soportes**. Las canalizaciones prealambradas deben estar sujetas firmemente a distancias no-mayores de 3,6 m.

***Excepción:*** *Cuando se requieran tramos mayores de 3,6 m, la estructura se debe diseñar específicamente para la longitud requerida.*

**b) Tendidos transversales.** Las canalizaciones prealambradas pueden extenderse transversalmente a través de tabiques o paredes que no sean paredes contra el fuego, siempre que dentro de la pared sea continua, esté protegida contra daños materiales y no esté ventilada.

**c) A través de plataformas y pisos secos.** Las canalizaciones prealambradas pueden extenderse en tramos verticales a través de plataformas y pisos secos, excepto donde se requieran bloques contra fuego, siempre que la canalización prealambrada esté totalmente cerrada en el lugar donde atraviesa la plataforma o al piso y hasta una altura de 1,8 m.

**d) A través de plataformas y pisos en lugares mojados.** Las canalizaciones prealambradas pueden colocarse en tramos verticales a través de plataformas y pisos en lugares mojados, excepto cuando se requieran bloques contra fuego, siempre que: (1) Existan brocales u otros medios que impidan que el agua pase a través de la abertura en la plataforma o el piso, y (2) La canalización prealambrada esté totalmente cerrada en el lugar donde atraviesa a la plataforma o al piso y hasta una altura de 1,8 m.

**365-7. Accesorios.** Las canalizaciones prealambradas deben estar equipadas con accesorios adecuados para: (1) cambios de dirección verticales u horizontales en el recorrido; (2) remates; (3) terminaciones que estén dentro o sobre aparatos o equipos conectados o en las cubiertas de tales equipos, y (4) dar protección física adicional donde se requiera, tales como resguardo cuando estén expuestos a severos daños mecánicos.

**365-8. Terminales de conductores.** Para las conexiones de los conductores de las canalizaciones prealambradas, se deben emplear terminales aprobadas.

**365-9. Puesta a tierra.** Las canalizaciones prealambradas deben estar aterrizadas y puenteadas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250, excluyendo la Excepción 2 de 250-33,.

**365-10. Marcado.** Cada sección de la canalización prealambrada debe marcarse con el nombre del fabricante o marca comercial y con el diámetro máximo, número, tensión eléctrica nominal de trabajo y capacidad de conducción de corriente de los conductores que se deban instalar. El marcado debe ubicarse de manera que sea visible después de la instalación.

## ARTÍCULO 370 - SALIDAS, DISPOSITIVOS, CAJAS DE JALADO Y DE EMPALMES, CAJAS DE PASO Y ACCESORIOS

### A. Alcance y disposiciones generales

**370-1. Alcance.** Este Artículo trata de la instalación y uso de las cajas y cajas de paso (ovaladas y redondas) y cajas de paso (ovaladas y redondas) utilizadas para salidas, tiros y empalmes, dependiendo de su uso. No se consideran cajas de paso las cajas de metal fundido, de chapa metálica, las no-metálicas y otras como las FS, FD y más grandes. Este Artículo trata además de los requisitos de instalación de los accesorios utilizados para conectar las canalizaciones entre sí y las canalizaciones y cables a las cajas y cajas de paso.

**NOTA:** Para sistemas de más de 600 V nominales, véase la Parte D de este Artículo.

**370-2. Cajas redondas.** No se deben usar cajas redondas donde los tubos o conectadores requieran el uso de tuercas o boquillas para conectarse en un lado de la caja.

**370-3. Cajas no-metálicas.** Sólo se permite utilizar cajas no-metálicas en alambrados expuestos, sobre aisladores, en alambrados ocultos sobre aisladores, con cables de recubrimiento no-metálico y con canalizaciones no-metálicas.

***Excepción 1:*** *Cuando se proporciones medios internos de puenteo para todas las entradas, se permite utilizar cajas no-metálicas con canalizaciones metálicas o con cables con recubrimiento metálico.*

***Excepción 2:*** *Se permite utilizar cajas no-metálicas con canalizaciones metálicas o cables con recubrimiento metálico cuando exista un medio integral de empalme con posibilidad de conectar un puente de tierra del equipo dentro de la caja entre todas las entradas a rosca de las cajas no-metálicas aprobadas y listadas para este uso.*

**370-4. Cajas metálicas.** Todas las cajas metálicas deben estar puestas a tierra, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

**370-5. Cajas de paso de radio reducido.** Las cajas de paso, como los codos con tapas y los codos de entrada de acometidas dentro de los cuales se instalen conductores de tamaño nominal de 13,30 $mm^2$ (6 AWG) o menores, y que sólo estén previstos para completar la instalación de la canalización y los conductores contenidos en ella, no deben contener empalmes, salidas ni dispositivos y deben ser de tamaño suficiente como para dejar espacio libre para todos los conductores incluidos en ellos.

### B. Instalación

**370-15. En lugares húmedos, mojados o peligrosos (clasificados)**

**a) En lugares húmedos o mojados.** En lugares húmedos o mojados, las cajas, cajas de paso y los accesorios deben estar instalados o equipados de modo que eviten que entre o se acumule humedad dentro de la caja, registro o accesorios. Las cajas, cajas de paso y accesorios instalados en lugares mojados deben estar aprobados y listados para usarlos en esos lugares.

**NOTA 1:** Para las cajas instaladas en el piso, véase 370-27(b).

**NOTA 2:** Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**b) En lugares peligrosos (clasificados).** Las instalaciones en lugares peligrosos (clasificados) deben cumplir lo establecido en los Artículos 500 a 517.

**370-16. Número de conductores en las cajas de salidas, de dispositivos y de unión y en las cajas de paso.** Las cajas y cajas de paso deben ser de tamaño suficiente para que quede 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 volumen ocupado calculado como se indica en el siguiente inciso (b). El volumen mínimo de las cajas de paso se calculará según el siguiente inciso (c).

Las disposiciones de esta Sección no se aplican a las terminales que se suministran con los motores. Véase 430-12.

Las cajas y cajas de paso en los que se instalen conductores de tamaño nominal de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayores deben cumplir también lo establecido en 370-28.

**a) Cálculo del volumen de la caja.** El volumen de una caja de alambrado debe ser el volumen total de todas las secciones ensambladas y, donde se utilicen el espacio necesario para los cinchos plásticos, tapas curvas, anillos de extensión, etcétera, que vayan marcados con su volumen en centímetros cúbicos o que se fabriquen con cajas cuyas dimensiones estén listadas en la Tabla 370-16(a).

**Tabla 370-16(a). Cajas metálicas**

| Dimensiones de la caja tamaño comercial en cm | Capacidad mínima en $cm^3$ | Número máximo de conductores* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,82 $mm^2$ (18AWG) | 1,3 $mm^2$ (16 AWG) | 2,08$mm^2$ (14 AWG) | 3,3 $mm^2$ (12 AWG) | 5,2 $mm^2$ (10 AWG) | 8,3 $mm^2$ (8 AWG) | 13,3 $mm^2$ (6 AWG) |
| 10,2 x 3,2 redonda u | 205 | 8 | 7 | 6 | 5 | 5 | 4 | 2 |
| octagonal | 254 | 10 | 8 | 7 | 6 | 6 | 5 | 3 |
| 10,2 x 3,8 redonda u | 352 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 | 7 | 4 |
| octagonal | 295 | 12 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 3 |
| 10,2 x 5,4 redonda u | 344 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 | 7 | 4 |
| octagonal | 497 | 20 | 17 | 15 | 13 | 12 | 10 | 6 |
| 10,2 x 3,2 cuadrada | 418 | 17 | 14 | 12 | 11 | 10 | 8 | 5 |
| 10,2 x 3,8 cuadrada | 484 | 19 | 16 | 14 | 13 | 11 | 9 | 5 |
| 10,2 x 5,4 cuadrada | 688 | 28 | 24 | 21 | 18 | 16 | 14 | 8 |
| 11,9 x 3,2 cuadrada | 123 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 11,9 x 3,8 cuadrada | 164 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 |
| 11,9 x 5,4 cuadrada | 172 | 7 | 6 | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 |
| 7,6 x 5,1x 3,8 dispositivo | 205 | 8 | 7 | 6 | 5 | 5 | 4 | 2 |
| 7,6 x 5,1x 5,1 dispositivo | 230 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 2 |
| 7,6 x 5,1x 5,7 dispositivo | 295 | 12 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 3 |
| 7,6 x 5,1x 6,4 dispositivo | 170 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 |
| 7,6 x 5,1x 7,0 dispositivo | 213 | 8 | 7 | 6 | 5 | 5 | 4 | 2 |
| 7,6 x 5,1x 8,9 dispositivo | 238 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 2 |
| 10,2 x 5,4 x 3,8 dispositivo | 230 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 2 |
| 10,2 x 5,4 x 4,8 dispositivo | 344 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 | 7 | 4 |
| 10,2 x 5,4 x 5,4 dispositivo | 221 | 9 | 7 | 6 | 6 | 5 | 4 | 2 |
| 9,5 x 5,1x 6,4 | 295 | 12 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 3 |
| mampostería | 295 | 12 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 3 |
| 9,5 x 5,1x 8,9 | 394 | 16 | 13 | 12 | 10 | 9 | 8 | 4 |
| mampostería | | | | | | | | |
| FS de Prof. mínima 4,5 c/tapa | | | | | | | | |
| FD de Prof. mínima 6,0 c/tapa | | | | | | | | |
| FS de Prof. mínima 4,5 c/tapa | | | | | | | | |
| FD de Prof. mínima 6,0 c/tapa | | | | | | | | |

* Cuando en 370-16(b)(2) a 370-16(b)(5) no se exijan tolerancias de volumen.

**1) Cajas normalizadas.** El volumen de las cajas normalizadas que no estén marcadas en $cm^3$, debe corresponder a la Tabla 370-16(a).

**2) Otras cajas**. Las cajas de 1640 $cm^3$ o menos, distintas de las descritas en la Tabla 370-16(a) y las cajas no-metálicas, deben ir marcadas por el fabricante de modo legible y duradero con su volumen en $cm^3$. Las cajas descritas en la Tabla 370-16(a) que tengan mayor volumen del indicado en la tabla, podrán tener marcado su volumen en $cm^3$ como exige esta Sección.

**b) Cálculo del volumen ocupado.** Se deben sumar los volúmenes de los siguientes párrafos (1) a (5). No se exigen tolerancias de volumen para accesorios pequeños, como tuercas y boquillas.

**1) Volumen ocupado por los conductores.** Cada conductor que proceda de fuera de la caja y termine o esté empalmado dentro de la caja, se debe contar una vez; cada conductor que pase a través de la caja sin empalmes ni terminaciones, se debe contar una vez. El volumen ocupado por los conductores en $cm^3$ se debe calcular a partir de la Tabla 370-16(b). No se deben contar los conductores que no salgan de la caja.

***Excepción:*** *Se permite omitir de los cálculos los conductores de puesta a tierra de equipo o no-más de cuatro conductores de equipo de tamaño nominal menor a 2,082 $mm^2$ (14 AWG) o ambos, cuando entren en una caja procedentes de un aparato bajo un domo, marquesina o similar y que terminen en la caja.*

**Tabla 370-16(b). Volumen de las cajas por cada conductor**

| Tamaño nominal del conductor $mm^2$ (AWG) | Espacio libre en la caja para cada conductor $cm^3$ |
|---|---|
| 0,8235 (18) | 25 |
| 1,307 (16) | 29 |
| 2,082 (14) | 33 |
| 3,307 (12) | 37 |
| 5,26 (10) | 41 |
| 8,367 (8) | 49 |
| 13,30 (6) | 82 |

**2) Volumen ocupado por las abrazaderas.** Donde haya una o más abrazaderas internas para cables, suministradas de fábrica o instaladas en obra, se debe dejar un volumen tal como el que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de mayor tamaño nominal que haya en la caja. No se deben dejar tolerancias de volumen para conectadores cuyo mecanismo de sujeción quede fuera de la caja.

**3) Volumen ocupado por los accesorios de soporte.** Cuando haya en la caja uno o más accesorios o casquillos para aparatos se debe dejar un volumen tal como el que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de mayor tamaño nominal que haya en la caja por cada accesorio.

**4) Volumen ocupado por equipos o dispositivos.** Para cada abrazadera que contenga uno o más equipos o dispositivos, se debe dejar un volumen doble del que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de mayor tamaño nominal que haya en la caja por cada equipo o dispositivo soportado por esa abrazadera.

**5) Volumen ocupado por los conductores de puesta a tierra de equipo.** Cuando entre en una caja uno o más conductores de puesta a tierra de equipo, se debe dejar un volumen tal como el que se indica en la Tabla 370-16(b) para el conductor de tierra de mayor tamaño nominal que haya en la caja. Cuando en la caja se encuentren otros conductores de puesta a tierra de equipo, como se permite en la Excepción 4 de 250-74, se debe calcular un volumen adicional equivalente al del conductor adicional de tierra, de mayor tamaño nominal.

**c) Cajas de paso.** Las cajas de paso que contengan conductores de tamaño nominal de 13,30 $mm^2$ (6 AWG) o menores, y que sean distintos a las cajas de paso de radio reducido descritos en 370-5, deben tener un área de sección transversal no-menor al doble del área de la sección transversal del mayor tubo *(conduit)* al que estén unidas. El número máximo de conductores permitidos debe corresponder al número máximo permitido por la Tabla 10-1 del Capítulo 10 para el tubo *(conduit)* unido al registro.

Las cajas de paso no deben contener empalmes, conexiones ni dispositivos excepto si están marcados por el fabricante de modo legible y duradero con su capacidad en $cm^3$. El número máximo de conductores se debe calcular mediante el mismo procedimiento para conductores similares en cajas distintas a las normalizadas. Las cajas de paso se deben sujetar de modo que queden rígidas y seguras.

**370-17. Conductores que entran en cajas, cajas de paso o accesorios.** Los conductores que entren en cajas, cajas de paso o accesorios deben ir protegidos contra la abrasión y cumplir con las siguientes disposiciones:

**a) Aberturas que se deben cerrar.** Las aberturas por las que entran los conductores se deben cerrar adecuadamente.

**b) Cajas y cajas de paso metálicas.** Cuando se instalen cajas o cajas de paso metálicas en alambrado expuesto o en alambrados ocultos sobre aisladores, los conductores deben entrar a través de boquillas aislantes o en los lugares secos, a través de tubos flexibles que se extiendan desde el último soporte aislante y que estén firmemente sujetos a la caja o registro. Cuando haya un tubo *(conduit)* o cable instalados con cajas o cajas de paso metálicas, la tubería o el cable deben ir sujetos adecuadamente a dichas cajas o cajas de paso.

**c) Cajas no-metálicas.** Las cajas no-metálicas deben ser adecuadas para el conductor de temperatura nominal más baja que entre en las mismas. Donde se utilicen cajas no-metálicas en alambrado expuesto o en alambrados ocultos sobre aisladores, los conductores deben entrar en la caja por aberturas independientes. Donde se utilicen tubos flexibles para canalizar los conductores, los tubos deben sobresalir desde el último soporte aislante hasta no-menos de 6 mm dentro de la caja. Donde se utilicen cables con recubrimiento no-metálico, el conjunto del cable, incluido el recubrimiento, debe extenderse dentro de la caja no-menos de 6 mm a través de una abertura en la tapa de la caja. En todos los casos, los cables deben estar sujetos a la caja por medios adecuados.

***Excepción:*** *No será necesario sujetar el cable la caja cuando se utilicen cables con recubrimiento no-metálico en cajas de tamaño no-mayor a 5,7 x 10,2 cm montadas en paredes o techos y si el cable está sujeto a menos de 20 cm de la caja, medidas a lo largo de su recubrimiento y si este recubrimiento se extiende a través de una tapa en una longitud no-menor a 6 mm. Se permite que pasen varios cables por una sola abertura de la tapa.*

**d) Conductores de tamaño nominal de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayores.** La instalación debe cumplir lo establecido en 300-4(f).

**370-18. Orificios sin utilizar.** Los orificios para cables o canalizaciones en las cajas y cajas de paso que no se utilicen, se deben cerrar eficazmente de modo que ofrezcan una protección prácticamente igual a la de la pared de la caja o

registro. Si se utilizan tapas o chapas metálicas con cajas o cajas de paso no-metálicas se deben introducir como mínimo 6 mm por debajo de su superficie externa.

**370-19. Cajas en las que haya instalados dispositivos que queden a nivel.** En las cajas utilizadas para instalar dispositivos que queden a nivel, su diseño debe ser tal que los dispositivos queden perfectamente encerrados por detrás y por los lados y firmemente sujetos. Los tornillos de sujeción de las cajas no se deben utilizar para sujetar los dispositivos instalados dentro de las mismas.

**370-20. En paredes o techos.** En las paredes o techos de concreto, azulejo u otro material no combustible, las cajas se deben instalar de modo que su borde delantero no quede más de 6 mm por debajo de la superficie terminada. En las paredes y techos de madera u otro material combustible, las cajas deben quedar a nivel con la superficie terminada o sobresalir de ella.

**370-21. Reparación de las paredes de yeso, ladrillo o panel de yeso.** Las superficies de paredes de yeso, ladrillo o panel de yeso que estén rotas o incompletas, se deben reparar para que no queden huecos ni espacios abiertos de más de 3 mm alrededor del borde de las cajas o accesorios.

**370-22. Extensiones superficiales expuestas.** Las extensiones superficiales de una caja de una instalación oculta se deben hacer instalando y sujetando mecánicamente otra caja o anillo de extensión sobre la caja oculta. Cuando sea necesario se debe poner a tierra al equipo, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

***Excepción:*** *Se permite hacer una extensión superficial desde la tapa de una caja oculta cuando la tapa esté proyectada de modo que no sea probable que se caiga o la quiten si se afloja. El método de alambrado debe ser flexible y estar hecho de modo que, si fuera necesaria la continuidad de la puesta a tierra, deberá ser independiente del empalme entre la caja y la tapa.*

**370-23. Soportes.** Los envolventes o cubiertas a los que se refiere el Artículo 370 deben estar rígidamente sujetas, de acuerdo con lo indicado en los siguientes apartados.

**a) Montaje sobre superficies.** Los envolventes o cubiertas deben ir sujetas a la superficie sobre la que van montadas, a no ser que dicha superficie no ofrezca un soporte adecuado, en cuyo caso se deben sujetar según lo establecido en (b).

**b) Montaje estructural.** Las cubiertas se deben sujetar rígidamente a un miembro de la estructura del edificio, directamente en el piso o mediante abrazaderas de metal, polímeros o madera. No se permite utilizar como único soporte alambres que no ofrezcan una sujeción rígida.

**1) Clavos.** Si se utilizan clavos como medios de sujeción, se debe permitir que pasen a través del interior de la cubierta si están situados a menos de 6 mm del fondo o extremos de la cubierta.

**2) Las abrazaderas metálicas deben estar protegidas contra la corrosión y tener un espesor de metal no-menor a 0,5 mm sin recubrir.** Las abrazaderas de madera deben tener un área de sección transversal no-menor a la nominal de 2,5 x 5,1 cm. Las abrazaderas de madera en lugares húmedos se deben tratar de acuerdo con esa circunstancia. Las abrazaderas de polímeros deben estar aprobadas e identificadas para poder instalarse en ese uso.

**c) Montaje no-estructural.** Se permite instalarlas a nivel de las superficies cubiertas existentes cuando ofrezcan soporte adecuado por medio de abrazaderas, anclajes o accesorios. Se permite utilizar los miembros del armazón de los techos suspendidos como soporte, si esos miembros están adecuadamente soportados y sujetos entre si y a la estructura del edificio. Las cubiertas así soportadas se deben sujetar al armazón por medios mecánicos como pernos, tornillos o remaches. También se permite usar clips aprobados e identificados para su uso con ese tipo de armazón de techo y cubierta.

**d) Canalizaciones sujetando envolventes, sin aparatos ni dispositivos.** Los envolventes que no tengan más de 1640 $cm^3$ de tamaño nominal y tengan entradas roscadas o conectadores aprobados e identificados para ese uso y que no contengan dispositivos ni aparatos de soporte, se deben considerar adecuadamente soportadas cuando lleven conectadas al envolvente dos o más tubos roscados firmemente apretados con llave y cuando cada uno de los tubos esté soportado a menos de 91 cm del envolvente a dos o más lados, de modo que presente un conjunto rígido y seguro como establece esta Sección de la NOM.

***Excepción:*** *Se permite utilizar como soporte de las cajas de paso los tubos (conduit) pesados, semipesados, ligeros y los no-metálicos pesados, siempre que las cajas de paso no sean de mayor tamaño nominal que el del tubo (conduit) metálico de mayor tamaño nominal.*

Se debe considerar que dichos envolventes están adecuadamente apoyados si cumplen con lo establecido en 370-23(e).

**e) Canalizaciones que sujetan envolventes, con aparatos o dispositivos.** Los envolventes que no tengan más de 1640 $cm^3$ de volumen y tengan conectadores roscados aprobados e identificados para ese uso y que contengan dispositivos, aparatos o ambos, se deben considerar adecuadamente apoyados cuando lleven conectados al envolvente o a los conectadores dos o más tubo *(conduit)* roscados bien apretados con llave y cuando cada uno de ellos esté apoyado a menos de 457 mm a dos o más lados del envolvente, de modo que presente un conjunto rígido y seguro como establece esta Sección de la NOM.

***Excepción 1:*** *Se permite utilizar como soporte de los cajas de paso, tubo (conduit) tipo pesado o semipesado, siempre que las cajas de paso no sean de diámetro nominal igual que el del tubo (conduit) metálico de mayor diámetro nominal.*

***Excepción 2:*** *Se permite utilizar como soporte de las cajas utilizadas a su vez como soporte de aparatos, un tramo continuo de tubo (conduit) tipo pesado o semipesado o apoyar una cubierta de cables en un aparato en vez de una caja, de acuerdo con lo indicado en 300-15(d), cuando se cumplan las condiciones siguientes:*

***a.*** *Que el tubo (conduit) esté firmemente sujeto a un punto de modo que la longitud del mismo después del último punto de soporte del mismo no sea mayor a 91 cm.*

***b.*** *Que la longitud del tubo (conduit) antes del último punto de soporte sea de 30 cm o mayor.*

***c.*** *Que, cuando sea accesible a personas no-calificadas, el aparato esté como mínimo a 2,44 m por encima del piso o zona de paso, medidos hasta su punto más bajo, y como mínimo a 91 cm, medidos en horizontal, de la elevación de 2,44 m desde las ventanas, puertas, cobertizos, salidas de incendios o similares.*

***d.*** *Que un aparato soportado por un solo tubo (conduit) no tenga más de 30 cm en cualquier dirección desde el punto de entrada del mismo.*

***e.*** *Que el peso soportado por cualquier tubo (conduit) individual no supere 9 kg.*

***f.*** *Que el tubo (conduit) esté atornillado y apretado con llave por sus extremos a la caja o gabinete de los cables o a los conectadores aprobados e identificados para ese fin.*

**f) Cajas en concreto o mampostería**. Se permite empotrar las cajas en concreto o en mampostería.

**g) Cajas colgantes.** Se permite que las cajas estén colgadas, de acuerdo con las siguientes condiciones:

**1) Cordón flexible.** Se permite que las cajas estén soportadas por un cordón flexible multiconductor, de manera aprobada y que proteja a los conductores contra esfuerzos, por ejemplo, mediante un conectador roscado a la caja y sujeto con una tuerca.

**2) Tubo *(conduit)*.** Se permite que las cajas que soporten portalámparas o elementos de alumbrado o los envolventes del alambrado utilizados en lugar de cajas de acuerdo con lo indicado en 300-15(d), estén soportadas por tubo *(conduit)* tipo pesado o semipesado en tramos superiores a 455 mm, si los tramos están conectados al sistema de alambrado por medio de accesorios flexibles adecuados para el lugar en cuestión. En el extremo del aparato, el tubo *(conduit)* debe estar roscado y apretado con llave al envolvente del alambrado o a conectadores aprobados e identificados para ese uso.

Donde estén soportadas por un solo tubo *(conduit)*, se debe evitar que las juntas roscadas se aflojen utilizando tornillos pasados u otro medio eficaz o el aparato debe estar en cualquier punto a 2,5 m sobre el piso o zona de paso y a un mínimo de 91 cm medidos horizontalmente de la elevación de 2,5 m de las ventanas, puertas, cobertizos, salidas de incendios o elementos similares. Un aparato apoyado en un solo tubo no debe estar a más de 3 m en cualquier dirección horizontal del punto de entrada del tubo *(conduit)*.

**370-24. Profundidad de las cajas de salida.** Ninguna caja debe tener una profundidad inferior a 12,7 mm. Las cajas proyectadas para contener dispositivos que queden a nivel deben tener una profundidad interior no-menor a 23,8 mm.

**370-25. Tapas sencillas y ornamentales.** En las instalaciones una vez terminadas, todas las cajas deben tener una tapa, una placa de cierre o una tapa ornamental.

**a) Tapas y placas metálicas o no-metálicas**. Se permite utilizar con las cajas no-metálicas, tapas metálicas o no-metálicas. Cuando se utilicen tapas o placas metálicas, deben cumplir los requisitos de puesta a tierra indicados en 250-42.

**NOTA:** Para más requisitos sobre puesta a tierra, véase 410-18(a) sobre tapas ornamentales metálicas y en 380-12 y 410-56(d) para placas metálicas.

**b) Acabados de paredes o techos combustibles expuestos**. Cuando se utilice una tapa o placa de cierre, todas las paredes o techos con acabados combustibles que estén expuestos y queden entre el borde de la tapa o placa y la caja de salida, se deben sellar con material no combustible.

**c) Cordones flexibles colgantes**. Las tapas de cajas de salida y cajas de paso que tengan aberturas a través de las cuales pasen cordones flexibles colgantes, deben estar dotadas de boquillas diseñadas para ese uso o tener una superficie lisa y perfectamente redondeada en la que se puedan soportar los cables. No se deben utilizar boquillas de goma dura o mixtas.

**370-27. Cajas de salida**

**a) Cajas en las salidas para aparatos de alumbrado**. Las cajas utilizadas en las salidas para aparatos de alumbrado deben estar diseñadas para ese fin. En todas las salidas utilizadas únicamente para alumbrado, la caja debe estar diseñada o instalada de modo que se le pueda conectar el dispositivo de alumbrado.

**b) Cajas en el piso**. Para salidas situadas en el piso se deben utilizar cajas aprobadas y listadas específicamente para esa aplicación.

***Excepción:*** *Las cajas situadas en pisos elevados de escaparates y lugares similares, cuando no están expuestas a daño físico, humedad y suciedad.*

**c) Cajas de salida para ventiladores**. Las cajas de salida para ventiladores no se deben utilizar como único soporte para los ventiladores de techo (de paletas).

***Excepción:*** *Se permite utilizar como único medio de soporte las cajas aprobadas y listadas para esta aplicación.*

**370-28. Cajas de empalmes y tiro.** Las cajas y cajas de paso utilizados como cajas de empalmes o de paso deben cumplir los siguientes incisos.

***Excepción:*** *Las terminales suministradas con los motores deben cumplir lo establecido en 430-12.*

**a) Tamaño mínimo.** En canalizaciones que contengan conductores de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayores y para los cables que contengan conductores de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayores, las dimensiones mínimas de las cajas de empalmes o de paso instaladas en la canalización o en el tramo del cable, deben cumplir lo siguiente:

**1) Tramos rectos.** En los tramos rectos, la longitud de la caja no debe ser menor a ocho veces el diámetro nominal de la canalización más grande.

**2) Dobleces en ángulo o en U**. Cuando se hagan dobleces en ángulo o en U, la distancia entre la entrada de cada canalización a la caja y la pared opuesta de la misma, no debe ser menor a seis veces el mayor diámetro nominal de la canalización más grande de una fila. Si se añaden nuevas entradas, esta distancia se debe aumentar en una cantidad que sea la suma de los diámetros de todas las demás canalizaciones que entran en la misma fila o por la misma pared de la caja. Cada fila debe calcularse por separado y tomar la máxima distancia.

***Excepción:*** *Cuando la entrada de una canalización o de un cable esté en la pared de una caja o registro opuesta a la tapa removible y cuando la distancia desde esa pared hasta la tapa cumpla lo establecido en la columna de un cable por terminal de la Tabla 373-6(a).*

La distancia entre las entradas de la canalización que contenga el mismo cable 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 apartados (a)(1) y (a)(2) se toma el tamaño nominal del cable, se debe utilizar el tamaño nominal mínimo de la canalización para el número y tamaño de los conductores del cable.

**3)** Se permite utilizar cajas o cajas de paso de dimensiones menores a las establecidas en los anteriores (a)(1) y (a)(2) en instalaciones con varios conductores que ocupen menos del máximo permitido en cada tubo *(conduit)* (de los que se utilicen en la instalación), según permite la Tabla 10-1 del Capítulo 10, siempre que la caja o caja de paso hayan sido aprobados para ese uso y estén permanentemente marcados con el número y tamaño nominal máximo permitidos en los conductores.

**b) Conductores en cajas de empalmes o de paso.** En cajas de empalmes o de paso en las que cualquiera de sus dimensiones sea superior a 1,8 m, todos los conductores deben estar instalados o sujetos de manera aprobada.

**c) Tapas.** Todas las cajas de empalmes y de derivación y las cajas de paso deben estar dotadas de tapas compatibles que sean adecuadas para sus condiciones de uso. Si se utilizan tapas metálicas, deben cumplir los requisitos de puesta a tierra indicados en 250-42. Cualquier extensión de la tapa de una caja expuesta debe cumplir lo establecido en la Excepción de 370-22.

**d) Barreras permanentes.** Cuando se instalen barreras permanentes en una caja, cada sección de la misma se debe considerar como una caja independiente.

**370-29. Cajas de paso, cajas de empalmes, de derivación y de salida accesibles.** Las cajas de paso y las cajas de empalmes, de derivación y de salida se deben instalar de tal manera que los cables contenidos dentro de las mismas sean accesibles sin tener que quitar ninguna parte del edificio o en las instalaciones subterráneas, sin tener que excavar las aceras, el pavimento, la tierra u otra sustancia que constituya el acabado de la superficie.

***Excepción:*** *Se permite utilizar cajas aprobadas y listadas cuando estén cubiertas por grava, agregado fino o granulado no cohesivo si están efectivamente identificadas y son accesibles para excavaciones.*

**C. Especificaciones de construcción**

**370-40. Cajas, cajas de paso y accesorios metálicos**

**a) Resistentes a la corrosión.** Las cajas, cajas de paso y accesorios metálicos deben ser resistentes a la corrosión o estar galvanizados, esmaltados o recubiertos de un modo adecuado, por dentro y por fuera, para evitar la corrosión.

**NOTA:** Para limitaciones de uso de las cajas y accesorios protegidos contra la corrosión sólo por esmalte, véase 300-6.

**b) Espesor del metal.** Las cajas de lámina de acero menores a 1640 $cm^3$ de volumen deben estar fabricadas de lámina de un espesor mínimo de 16 mm. La pared de una caja de hierro maleable, aluminio fundido, bronce, o cajas de paso, no debe tener menos de 2,38 mm de espesor. Las cajas o cajas de paso de otros metales deben tener un espesor de pared no-menor a 3,17 mm.

***Excepción 1:*** *Las cajas y cajas de paso aprobadas y listadas que demuestren tener una resistencia y características equivalentes, podrán estar hechos de metal más delgado o de otros metales.*

***Excepción 2:*** *Se permite que las paredes de cajas de paso de radio reducido, de los que trata la Sección 370-5, estén fabricadas de metal más delgado.*

**c) Cajas metálicas de más de 1640 $cm^3$.** Las cajas metálicas de tamaño superior a 1640 $cm^3$ deben estar construidas de modo que sean suficientemente resistentes y rígidas. Si son de placa de acero, el espesor del metal no debe ser menor a 1,35 mm sin recubrir.

**d) Puesta a tierra.** En todas las cajas metálicas debe estar prevista la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipo. Se permite que esa conexión se haga en una abertura de salida o equivalente.

**370-41. Tapas.** Las tapas metálicas deben ser del mismo material que la caja o el registro en el que vayan instaladas, o deben ir forradas de un material aislante firmemente adherido de un espesor no-menor a 0,79 mm o estar aprobadas y listadas para ese uso. Las tapas metálicas deben ser del mismo espesor que las cajas o cajas de paso en las que

se utilicen o deben estar aprobadas y listadas para ese uso. Se permite tapas de porcelana u otro material aislante aprobado si tienen un espesor y forma que proporcione la misma resistencia y protección.

**370-42. Boquillas.** Las tapas de las cajas de salida y cajas de paso que tengan aberturas a través de los cuales puedan pasar cables flexibles, deben estar dotadas de boquillas aprobadas o tener una superficie lisa y perfectamente redondeada sobre la que haga el recorrido el cable. Cuando pasen por una tapa metálica conductores separados, cada conductor debe pasar por un agujero independiente equipado con una boquilla de material aislante adecuado. Dichas aberturas deben estar conectadas por ranuras, como se exige en 300-20.

**370-43. Cajas no-metálicas.** Los elementos de soporte u otros medios de montaje de las cajas no-metálicas deben estar situados fuera de la caja o está construida de manera que se evite el contacto entre los conductores alojados dentro de la caja y los tornillos de sujeción.

**370-44. Marcado.** Todas las cajas y cajas de paso, tapas, anillos de extensión, cinchos plásticos y similares, deberán estar marcados de manera legible y duradera con el nombre del fabricante o marca comercial.

**D. Cajas de empalmes y de paso utilizadas en instalaciones de más de 600 V nominales**

**370-70. Disposiciones generales.** Además de las disposiciones generales del Artículo 370, se debe aplicar las disposiciones normativas indicadas en 370-71 y 370-72.

**370-71. Tamaño de las cajas de empalmes y de paso.** Las cajas de empalmes y de paso deben tener dimensiones y espacio suficiente para la instalación de los conductores y deben cumplir los requisitos específicos de esta Sección.

***Excepción:*** *Las terminales suministradas con los motores deben cumplir lo establecido en 430-12.*

**a) Para derivaciones rectas**. La longitud de la caja no debe ser menor a 48 veces el diámetro exterior total (sobre el recubrimiento) del mayor conductor blindado o recubierto de plomo o del mayor cable que entre en la caja. En el caso de conductores o cables no-blindados, la longitud de la caja no debe ser menor a 32 veces el diámetro exterior del mayor de ellos.

**b) Para derivaciones en ángulo o en U**

**1)** La distancia entre la entrada de cada cable o conductor a la caja y la pared opuesta de la misma, no debe ser menor a 36 veces el diámetro exterior sobre el recubrimiento del mayor de los cables o conductores. Si hay otras entradas, esta distancia se debe aumentar en la suma de los diámetros exteriores sobre el revestimiento de todos los cables o conductores que entren a la caja por la misma pared.

***Excepción 1:*** *Si la entrada de un conductor o cable en una caja está en la pared opuesta a la tapa removible, se permite que la distancia desde esa pared hasta la tapa sea no-menor al radio de curvatura de los conductores, como se establece en 300-34.*

***Excepción 2:*** *Si los cables son no-blindados y no-recubiertos de plomo, se permite que la distancia de 36 veces su diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.*

**2)** La distancia entre la entrada de un cable o conductor a la caja y su salida de la misma no debe ser menor a 36 veces el diámetro exterior incluyendo el recubrimiento de ese cable o conductor.

***Excepción****: Si los cables son no-blindados y no-recubiertos de plomo, se permite que la distancia de 36 veces su diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.*

**c) Laterales removibles.** Uno o más laterales de las cajas de derivación deben ser removibles.

**370-72. Requisitos de construcción e instalación**

**a) Protección contra la corrosión.** Las cajas deben estar fabricadas de material intrínsecamente resistente a la corrosión o estar bien protegidas, tanto por dentro como por fuera, por esmalte, galvanización, chapado u otro medio.

**b) Paso a través de muros divisorios.** Cuando sea necesario que los conductores o cables pasen a través de muros divisorios u otros elementos, se deberán instalar boquillas o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados.

**c) Envolvente completo.** Una caja debe formar un envolvente completo para los conductores o cables que contenga.

**d) Cables accesibles.** Las cajas deben estar instaladas de manera que los cables sean accesibles sin tener que quitar ninguna parte del edificio. Debe haber espacio de trabajo suficiente según lo establecido en 110-34.

**e) Tapas adecuadas.** Las cajas deben estar cerradas mediante tapas adecuadas firmemente sujetas. Las tapas de las cajas subterráneas que pesen más de 45 kg deben estar marcadas de modo permanente con la inscripción

"PELIGRO - ALTA TENSIÓN ELÉCTRICA - ALÉJESE"

Las marcas deben estar en el exterior de la tapa de la caja y ser fácilmente visibles. Las letras deben ser mayúsculas y tener como mínimo 13 mm de altura.

**f) Adecuadas para soportar el manejo esperado.** Las cajas y sus tapas deben ser capaces de soportar el manejo al que se espere que puedan estar sometidas.

**ARTÍCULO 373 - GABINETES, CAJAS PARA CORTACIRCUITOS Y BASES PARA MEDIDORES**

**373-1. Alcance.** Este Artículo cubre los requisitos de instalación y construcción de los gabinetes, cajas para cortacircuitos y bases para montaje de medidores.

**A. Instalación**

**373-2. En lugares húmedos, mojados o peligrosos (clasificados)**

**a) En lugares húmedos y mojados.** En los lugares húmedos o mojados, las cubiertas montadas en superficie a que hace referencia este Artículo, deberán 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 mm de espacio libre entre la cubierta y la pared u otra superficie de soporte. Los gabinetes o cajas para cortacircuitos instalados en lugares mojados, deben ser a prueba de intemperie.

***Excepción:*** *Se permite instalar gabinetes y cajas para cortacircuitos no-metálicos sin espacio libre cuando estén sobre una pared de concreto, ladrillo, azulejo o similar.*

**NOTA:** Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**b) En lugares peligrosos (clasificados).** La instalación de cajas para cortacircuitos o gabinetes en lugares peligrosos (clasificados) debe ajustarse a lo indicado en los Artículos 500 a 517.

**373-3. Posición en las paredes.** En las paredes de concreto, azulejo u otro material no-combustible, los gabinetes deben instalarse de modo que el borde delantero del mismo no quede metido más de 6,35 mm por debajo de la superficie de la pared. En las paredes de madera u otro material combustible, los gabinetes deben quedar a nivel con la superficie o sobresalir de la misma.

**373-4. Aberturas no utilizadas.** Las aberturas no utilizadas de los gabinetes o cajas para cortacircuitos deben cerrarse eficazmente de modo que ofrezcan una protección prácticamente igual a la de la pared del gabinete o caja para cortacircuitos. Si se utilizan tapas o placas metálicas en gabinetes o cajas para cortacircuitos no-metálicos, deben quedar como mínimo 6,35 mm por debajo de su superficie exterior.

**373-5. Conductores que entren en los gabinetes o cajas para cortacircuitos.** Los conductores que entren en los gabinetes o cajas para cortacircuitos deben estar protegidos contra la abrasión y cumplir con lo establecido en los siguientes incisos:

**a) Aberturas que se deben cerrar.** Las aberturas a través de las que entren conductores se deben cerrar adecuadamente.

**b) Gabinetes metálicos y cajas para cortacircuitos.** Cuando se instalen gabinetes o cajas para cortacircuitos metálicas con alambrado expuesto u oculto sobre aisladores, los conductores deben entrar en ellos a través de boquillas aislantes o en los lugares secos, a través de tubería flexible que vaya desde el último soporte aislante y estén firmemente sujetas al gabinete o caja para cortacircuitos.

**c) Cables.** Cuando se instalen cables, cada uno de ellos deben ir firmemente sujetos al gabinete o cajas para cortacircuitos.

**373-6. Radio de curvatura de los conductores.** Los conductores de las terminales o los que entren o salgan de gabinetes, cajas para cortacircuitos y similares, deben cumplir lo establecido en los apartados siguientes:

***Excepción:*** *El espacio que se debe dejar para curvatura de los cables en cubiertas de controladores de motores que tengan previstas una o dos fases por cada terminal, debe cumplir con lo establecido en 430-10(b).*

**a) Ancho de los canales para cables.** No se deben doblar los conductores dentro de un gabinete o cajas para cortacircuitos a no ser que exista un canal de ancho según la Tabla 373-6(a). Los conductores en paralelo según 310-4 se calcularán sobre la base del número de conductores en paralelo.

**Tabla 373-6(a). Espacio mínimo para la curvatura de los cables en las terminales y ancho mínimo de los canales para cables (mm)**

| Tamaño nominal del cable en $mm^2$ (AWG o kcmil) | Cables por cada terminal | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | uno | dos | tres | cuatro | cinco |
| 2,08-5,26 (14-10) | No especificado | --- | --- | --- | --- |
| 8,3-13,3 (8-6) | 40 | --- | --- | --- | --- |
| 21,15-26,6 (4-3) | 50 | --- | --- | --- | --- |
| 33,6 (2) | 65 | --- | --- | --- | --- |
| 42,41 (1) | 75 | --- | --- | --- | --- |
| 53,4-67,4 (1/0-2/0) | 90 | 125 | 180 | --- | --- |
| 85-107,2 (3/0-4/0) | 100 | 150 | 200 | --- | --- |
| 126,7 (250) | 115 | 150 | 200 | 250 | --- |
| 152-177,3 (300-350) | 125 | 200 | 250 | 300 | --- |
| 202,7-253,4 (400-500) | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 |
| 304-354,2 (600-700) | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| 380-456,4 (750-900) | 200 | 300 | 350 | 400 | 450 |
| 506,7- 634 (1000-1250) | 250 | --- | --- | --- | --- |
| 760-1013,4 (1500-2000) | 300 | --- | --- | --- | --- |
| El espacio del doblez en las terminales se debe medir en línea recta de la punta del adaptador o del conector de alambre (en la dirección en que el alambre salga de la terminal) a la pared, barrera u obstrucción. | | | | | |

**b) Espacio para la curvatura de los cables en las terminales.** En cada terminal se debe dejar un espacio para la curvatura de los cables, de acuerdo con lo siguiente:

**1)** Cuando el conductor no entre o salga de la cubierta a través de la pared opuesta a la terminal, se debe aplicar la Tabla 373-6(a).

***Excepción 1:*** *Se permite que un conductor entre o salga de un gabinete a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que el conductor entre o salga por donde el canal se una a otro canal adyacente que tenga un ancho de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(b) para ese conductor.*

***Excepción 2:*** *Se permite que un conductor de tamaño nominal no-mayor a 177,3 $mm^2$ (350 kcmil) entre o salga de una caja que contenga sólo un receptáculo para medidor, a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que esa terminal esté instalada en el fondo, cuando:*

***a.*** *La terminal señale hacia la abertura del gabinete y forme un ángulo menor a 45° con la pared de enfrente, o*

***b****. La terminal señale directamente hacia la pared del gabinete y esté desplazado no más de 50% del espacio para curvatura especificado en la Tabla 373-6(a).*

**NOTA:** El desplazamiento es la distancia desde el eje central de la terminal hasta una línea que pase por el centro de la abertura del gabinete, medida a lo largo de la pared de dicha cubierta.

**2)** Cuando el conductor entre o salga del gabinete a través de la pared opuesta a su terminal, se debe aplicar lo expuesto en la Tabla 373-6(b).

**c) Conductores de tamaño nominal 21,15 $mm^2$ (4 AWG) o mayores.** Su instalación debe cumplir lo establecido en 300-4(f).

**Tabla 373-6(b). Espacio mínimo para la curvatura de los cables en las terminales según 373-6(b)(2) (mm)**

| Tamaño nominal del cable $mm^2$ (AWG o kcmil) | Cables por cada terminal | | | |
|---|---|---|---|---|
| | uno | dos | tres | Cuatro ó más |
| 2,082-5,26 (14-10) | No especificado | --- | --- | --- |
| 8,367 (8) | 40 | --- | --- | --- |
| 13,3 (6) | 50 | --- | --- | --- |
| 21,15 (4) | 75 | --- | --- | --- |
| 26,6 (3) | 75 | --- | --- | --- |
| 33,62 (2) | 90 | --- | --- | --- |
| 42,41 (1) | 115 | --- | --- | --- |
| 53,48 (1/0) | 140 | 140 | 180 | --- |
| 67,43 (2/0) | 150 | 150 | 190 | --- |
| 85,01 (3/0) | 160 | 160 | 200 | --- |
| 107,2 (4/0) | 180 | 190 | 215 | --- |
| 126,7 (250) | 215 | 215 | 230 | 250 |
| 152 (300) | 250 | 250 | 280 | 300 |
| 177,3 (350) | 300 | 300 | 330 | 350 |
| 202,7 (400) | 330 | 330 | 350 | 380 |
| 253,4 (500) | 350 | 350 | 380 | 400 |
| 304 (600) | 380 | 400 | 450 | 480 |
| 354,7 (700) | 400 | 450 | 500 | 550 |
| 380 (750) | 430 | 480 | 550 | 600 |
| 405,8 (800) | 450 | 500 | 550 | 600 |
| 456,4 (900) | 480 | 550 | 600 | 600 |
| 506,7 (1000) | 500 | --- | --- | --- |
| 633,9 (1250) | 550 | --- | --- | --- |
| 760 (1500) | 600 | --- | --- | --- |
| 886,7 (1750) | 600 | --- | --- | --- |
| 1013,4 (2000) | 600 | --- | --- | --- |

El espacio de dobleces en terminales debe medirse en línea recta de la punta del adaptador o conector del alambre en dirección perpendicular a la pared del registro. Para terminales removibles y de tendido de cables, para un solo alambre el espacio de doblez se permite se reduzca a las cantidades en mm que están entre paréntesis.

**373-7. Espacio dentro de los gabinetes.** Los gabinetes y cajas para cortacircuitos deben tener espacio suficiente para que quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos.

**373-8. Envolventes para desconectadores o para dispositivos de protección contra sobrecorriente.** Las envolventes para desconectadores o para dispositivos de sobrecorriente no se deben utilizar como cajas de empalmes, canales auxiliares o canalizaciones de conductores que vayan hasta o estén conectados con otros desconectadores o dispositivos de sobrecorriente, a menos que quede espacio suficiente para ello. Los conductores no deben ocupar más de 40% del área de la sección transversal del gabinete en cualquier punto y los conductores, empalmes y conexiones no deben ocupar más de 75% del área referida.

**373-9. Espacio lateral, posterior o canales para cables.** Los gabinetes y cajas para cortacircuitos deben tener espacio posterior para cables, canales o compartimentos para cables, según se establece en 373-11 (c) y (d).

**B. Especificaciones de construcción**

**373-10. Materiales.** Los gabinetes y cajas para cortacircuitos deben cumplir lo establecido en los incisos siguientes:

**a) Gabinetes y cajas para cortacircuitos metálicos.** Los gabinetes y las cajas para cortacircuitos hechos de metal, deben protegerse por dentro y por fuera contra la corrosión.

**NOTA:** Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

**b) Resistencia mecánica.** Los gabinetes y las cajas para cortacircuitos deben estar construidos de modo que sean resistentes y rígidos. Si son de placa de acero, el espesor de la placa no debe ser menor a 1,5 mm sin recubrir.

**c) Gabinetes no-metálicos.** Los gabinetes no-metálicos deben estar aprobados y listados antes de instalarlos.

**373-11. Espacio.** El espacio dentro de los gabinetes y cajas para cortacircuitos debe cumplir lo establecido en los apartados siguientes.

**a) Características generales.** El espacio dentro de los gabinetes y cajas para cortacircuitos debe ser suficiente para que permita instalar holgadamente los cables que haya en su interior, y para que quede una separación entre las partes metálicas de los dispositivos y aparatos montados dentro de ellos, como sigue:

**1) Base.** Además del espacio en los puntos de soporte, debe quedar un espacio libre de 1,6 mm como mínimo entre la base del dispositivo y la pared metálica de cualquier gabinete o caja para cortacircuitos en el que dicho dispositivo vaya montado.

**2) Puertas.** Entre cualquier parte metálica viva, incluidas las partes vivas de los fusibles instalados en el interior de las cajas, y la puerta de éstas, debe quedar un espacio libre de 25 mm como mínimo.

***Excepción:*** *Cuando la puerta esté forrada de un material aislante aprobado o el espesor de la placa metálica no sea menor a 2,5 mm sin recubrir, el espacio libre no debe ser menor a 15 mm.*

**3) Partes vivas**. Entre las paredes, parte posterior, entrada de canales o en la puerta metálica de cualquier gabinete o cajas para cortacircuitos y la parte expuesta portadora de corriente eléctrica más próxima de los dispositivos o aparatos montados dentro del gabinete, si su tensión eléctrica no supera los 250 V, debe haber un espacio libre de 15 mm como mínimo. Para tensiones eléctricas nominales de 251 a 600 V, este espacio debe ser como mínimo de 25 mm.

***Excepción:*** *Cuando se cumplan las condiciones de la Excepción de 373-11(a)(2), se permite que el espacio para tensiones eléctricas nominales de 251 a 600 V sea no-menor a 15 mm.*

**b) Espacio para los desconectadores.** Los gabinetes y cajas para cortacircuitos deben ser de profundidad suficiente que permitan cerrar las puertas estando los desconectadores de 30 A de los paneles de alumbrado y control de los circuitos derivados en cualquier posición; cuando los desconectadores mixtos estén en cualquier posición o cuando otros desconectadores de acción simple se abran, en la medida en que lo permita la construcción.

**c) Espacio para los cables.** Los gabinetes y cajas para cortacircuitos que contengan en su interior dispositivos o aparatos conectados a más de ocho conductores, incluidos los de los circuitos derivados, medidores, circuitos de alimentación, circuitos de fuerza y similares pero no los del circuito de acometida o cualquier extensión del mismo, deben tener un espacio posterior o uno o más espacios laterales, canales laterales o compartimentos para cables.

**d) Espacio para los cables en las envolventes**. Los espacios posteriores o laterales, los canales laterales o los compartimentos laterales de los gabinetes y cajas para cortacircuitos para cables deben cerrarse herméticamente por medio de tapas, barreras o separadores que vayan desde la base de los dispositivos instalados en el gabinete hasta la puerta, armazón o laterales del gabinete.

***Excepción:*** *Los espacios posteriores o laterales, los canales laterales o los compartimentos laterales de los gabinetes y cajas para cortacircuitos para cables podrán no ser impermeables cuando esos espacios laterales contengan únicamente conductores que entren en el gabinete directamente por la parte de enfrente donde están instalados los dispositivos a los que vayan conectados.*

Los espacios posteriores para cables parcialmente cerrados deberán llevar tapas que completen el gabinete. Los espacios para cables exigidos por el anterior inciso (c) y que queden expuestos cuando se abran las puertas, deberán llevar tapas que completen el gabinete. Cuando exista espacio suficiente para los conductores de paso y para empalmes, como se exige en 373-8, no será necesario instalar separaciones adicionales.

## ARTÍCULO 374 - CANALES AUXILIARES

**374-1. Uso.** Se permite instalar canales auxiliares que complementen los espacios para cables en las concentraciones de medidores, centros de distribución, tableros de distribución y elementos similares de sistemas de alambrado, y pueden contener conductores o barras, pero no debe utilizarse para contener desconectadores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, aparatos u otro equipo similar.

**374-2. Extensión más allá de los equipos.** Un canal auxiliar no se debe prolongar más de 9 m más allá de los equipos a los que complementará.

***Excepción:*** *Lo establecido en 620-35 para los ascensores.*

**NOTA:** Para las canalizaciones de cables, véase el Artículo 362. Para electroductos véase el Artículo 364.

**374-3. Soportes**

**a) Canales auxiliares de placa metálica.** Los canales auxiliares de placa metálica deben estar sujetados en toda su longitud a intervalos no-mayores a 1,5 m.

**b) Canales auxiliares no-metálicos.** Los canales auxiliares no-metálicos deben estar sujetados a intervalos no-mayores a 90 cm y en cada extremo o unión, excepto si están aprobados y listados para otros intervalos. En ningún caso la distancia entre los soportes debe ser mayor a 3 m.

**374-4. Tapas.** Las tapas deben estar firmemente sujetas a los canales.

**374-5. Número de conductores**

**a) Canales auxiliares de placa metálica.** Los canales auxiliares de placa metálica no deben contener más de 30 conductores portadores de corriente eléctrica en ningún punto. La suma del área de la sección de todos los conductores instalados en cualquier punto de un canal auxiliar de placa metálica, no debe superar 20% del área de la sección transversal interior del canal en ese punto.

***Excepción 1:*** *Lo establecido en 620-35 para los ascensores.*

***Excepción 2:*** *Los conductores de los circuitos de señalización o los de controladores entre un motor y su arrancador, utilizados sólo para el arranque del motor, no se consideran como conductores portadores de corriente eléctrica.*

***Excepción 3:*** *Cuando se apliquen los factores correctores del Artículo 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V, no debe haber límite al número de conductores portadores de corriente eléctrica, pero la suma del área de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier punto del canal auxiliar de placa metálica no debe superar 20% de la correspondiente sección transversal interior del canal en ese punto.*

**b) Canales auxiliares no-metálicos.** La suma del área de la sección transversal de todos los conductores incluyendo su aislamiento instalados en cualquier punto de un canal auxiliar de placa metálica no debe superar 20% de la correspondiente sección transversal interior del canal en ese punto.

**374-6. Capacidad de conducción de corriente de los conductores**

**a) Canales auxiliares de placa metálica.** Cuando el número de conductores energizados contenidos en un canal auxiliar de placa metálica sea de 30 o menos, no se aplicarán los factores correctores del Artículo 310, Nota 8(a) (de las Notas a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V.) La capacidad nominal continua de las barras de cobre desnudas en canales auxiliares de placa metálica, no debe superar 155 A/cm$^2$ de área de la sección transversal de conductor. Si las barras son de aluminio, la corriente eléctrica nominal de operación en uso continuo no debe superar 108,5 A/cm$^2$ de área de la sección transversal de conductor.

**b) Canales auxiliares no-metálicos.** A los conductores de fase en los canales auxiliares no-metálicos les son aplicables los factores correctores del Artículo 310, Nota 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V.

**374-7. Distancia a las partes vivas.** Los conductores desnudos deben sujetarse rígida y fuertemente, de modo que la distancia mínima entre partes metálicas desnudas portadoras de corriente eléctrica de distinta polaridad montadas sobre la misma superficie, no sea menor a 50 mm ni menor a 25 mm, si esas partes están al aire libre. Entre cualquier parte metálica portadora de corriente eléctrica y cualquier superficie metálica debe haber una distancia no-menor a 25 mm. Se debe dejar espacio suficiente para la dilatación y contracción de las barras.

**374-8. Empalmes y derivaciones.** Los empalmes y derivaciones deben cumplir lo establecido en los incisos siguientes:

**a) Dentro de los canales.** Se permite hacer empalmes y derivaciones dentro de los canales si son accesibles por medio de tapas o puertas removibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más de 75% del área de la sección transversal del canal.

**b) Conductores desnudos.** Las derivaciones entre conductores desnudos deben salir del canal por el lado opuesto a las terminales y los conductores no deben estar en contacto con partes portadoras de corriente eléctrica sin aislar de distinto potencial.

**c) Identificación adecuada.** Las conexiones en derivación en los canales deben estar perfectamente identificadas en cuanto a los circuitos o equipo a los que alimentan.

**d) Protección contra sobrecorriente.** Las conexiones en derivación de conductores en los canales auxiliares deben estar provistas de dispositivos de protección contra sobrecorriente como exige 240-21.

**374-9. Construcción e instalación.** Los canales auxiliares deben cumplir lo establecido en los siguientes incisos:

**a) Continuidad eléctrica y metálica.** Los canales deben estar construidos e instalados de modo que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica de toda la instalación.

**b) Construcción sólida.** Los canales deben estar construidos sólidamente y formar un envolvente completo para alojar a los conductores contenidos en ellos. Todas sus superficies, tanto internas como externas, deben estar adecuadamente protegidas contra la corrosión. Las juntas de las esquinas deben ser herméticas y, cuando el conjunto se sujete mediante pernos, tornillos o remaches, dichos elementos deben estar espaciados una distancia no-mayor a 30 cm.

**c) Bordes lisos y redondeados.** Cuando los conductores pasen entre canales, a través de muros divisorios, alrededor de esquinas, entre canales y gabinetes o canales y cajas de conexiones y en otros lugares cuando fuera necesario para prever la abrasión de su aislante, se deben instalar boquillas, tubos o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados.

**d) Conductores aislados doblados.** Cuando los conductores aislados se doblen dentro de un canal auxiliar, bien en sus extremos o donde los tubos, accesorios u otras canalizaciones de cables entren o salgan del canal o cuando la dirección del canal varíe más de 30°, se deben aplicar las dimensiones establecidas en 373-6.

**e) Uso en interiores y exteriores**

**1) Canales auxiliares de placa metálica.** Los canales auxiliares de placa metálica instalados en lugares mojados deben ser adecuados para esos lugares.

**2) Canales auxiliares no-metálicos**

**a.** Los canales auxiliares no-metálicos instalados en exteriores deben:

**1.** Estar aprobados e identificados como adecuados para su exposición a la luz del Sol.

**2.** Estar aprobados e identificados como adecuados para su uso en lugares mojados.

**3.** Estar aprobados para la máxima temperatura ambiente de la instalación y marcados con la temperatura máxima de aislamiento de los conductores.

**4.** Llevar instaladas juntas de dilatación cuando la variación esperada de longitud debido a la dilatación y contracción térmica sea mayor a 6,5 mm.

**b.** Los canales auxiliares no-metálicos instalados en interiores deben:

**1.** Estar aprobados y listados para la temperatura ambiente máxima de la instalación y marcados con la temperatura máxima de aislamiento de los conductores.

**2.** Llevar instaladas juntas de dilatación cuando la variación esperada de longitud debido a la dilatación y contracción térmica sea mayor a 6,5 mm.

**NOTA:** Las temperaturas muy bajas pueden hacer que los canales auxiliares no-metálicos se hagan más frágiles y, por tanto, más susceptibles a daños por contactos físicos.

**f) Puesta a tierra**. Para la puesta a tierra se debe cumplir lo establecido en el Artículo 250.

## ARTÍCULO 380 - DESCONECTADORES

### A. Instalación

**380-1. Alcance.** Las disposiciones de este Artículo se aplican a todos los desconectadores, dispositivos desconectadores e interruptores automáticos cuando se utilicen como medios de desconexión.

**380-2. Conexiones de los desconectadores**

**a) Interruptores de tres y de cuatro vías.** Los desconectadores de tres y de cuatro vías deben estar conectados de modo que la desconexión se haga sólo en el conductor de fase del circuito. Cuando estén instalados en canalizaciones metálicas o con cables con recubrimiento metálico, el alambrado entre los desconectadores y las salidas debe cumplir lo establecido en 300-20(a).

***Excepción:*** *En los circuitos cerrados de desconectadores no se exige un conductor puesto a tierra.*

**b) Conductores puestos a tierra.** Los desconectadores o interruptores automáticos no deben desconectar el conductor puesto a tierra de un circuito.

***Excepción 1:*** *Se permite que un desconectador o un interruptor automático desconecte el conductor puesto a tierra de un circuito cuando se desconecten simultáneamente todos los conductores del circuito.*

***Excepción 2:*** *Se permite que un desconectador o un interruptor automático desconecte el conductor puesto a tierra de un circuito cuando el desconectador esté instalado de manera que no se pueda desconectar el conductor puesto a tierra hasta que se hayan desconectado todos los conductores de fase del circuito.*

**380-3. Envolventes.** Los desconectadores e interruptores automáticos deben ser de tipo operable desde afuera e ir montados en un envolvente aprobado y listado para el uso previsto. El espacio mínimo para los cables en las terminales y el espacio mínimo en los canales auxiliares previstos en los envolventes de desconectadores, deben ser los indicados en 373-6.

***Excepción 1:*** *Se permite que estén fuera de envolventes los desconectadores de acción rápida y de cuchilla, tanto de tipo colgante como montados en superficie en un panel de alumbrado y control o tablero de distribución abierto.*

***Excepción 2:*** *Se permite que estén fuera de envolventes los desconectadores e interruptores automáticos instalados, de acuerdo con lo indicado en 110-17(a)(1), (2), (3) o (4).*

**380-4. En lugares mojados.** Un desconectador o interruptor automático instalado en un lugar mojado o fuera de un edificio, debe estar encerrado en una envolvente a prueba de intemperie o gabinete aprobado para uso en intemperie que cumpla con lo establecido en 373-2(a). No se deben instalar desconectadores en lugares mojados, en los espacios para tinas bañeras o duchas, excepto si están instalados como parte de un conjunto aprobado y listado para tinas bañeras o duchas.

**380-5. Desconectadores de tiempo, intermitentes y dispositivos similares.** Los desconectadores de tiempo, intermitentes y similares deben ser de tipo cerrado o ir montados en gabinetes, cajas o envolventes para equipo. Sus partes energizadas deben estar aisladas tras una barrera para evitar que el operador las toque cuando accione o ajuste manualmente los desconectadores.

***Excepción:*** *Se permite montar sin barreras los dispositivos accesibles únicamente a personas calificadas, siempre que estén situados dentro de un envolvente, de modo que cualquier parte energizada que quede a menos de 1,5 m de la zona de accionamiento o ajuste manual, esté protegida por una barrera adecuada.*

**380-6. Posición de los desconectadores de cuchilla**

**a) Desconectadores de cuchilla de un tiro.** Los desconectadores de cuchilla de un tiro deben estar colocados de modo que no se puedan cerrar por la acción de la gravedad. Los desconectadores de cuchilla de un tiro, aprobados para ser utilizados en posición invertida, deben tener un dispositivo de bloqueo que asegure que las cuchillas permanezcan en posición abierta, cuando así se coloquen.

**b) Desconectadores de cuchilla de doble tiro.** Se permite instalar los desconectadores de cuchilla de doble tiro de modo que su accionamiento sea horizontal o vertical. Cuando el accionamiento sea vertical, se debe tener un mecanismo de bloqueo que asegure las cuchillas en posición abierta cuando así se coloquen.

**c) Conexión de los desconectadores de cuchilla.** Los desconectadores de cuchilla de un tiro se deben conectar de modo que las cuchillas estén desenergizadas cuando el desconectador esté en posición abierta.

***Excepción:*** *Cuando el desconectador esté conectado por el lado de la carga a circuitos o a equipos, cuya naturaleza pudiera provocar una fuente energía de retroalimentación. En tales instalaciones, en la cubierta de los desconectadores o inmediatamente al lado de los desconectadores abiertos, se debe colocar una inscripción que diga: PRECAUCIÓN: EL LADO DE LA CARGA DEL DESCONECTADOR PUEDE QUEDAR ENERGIZADO POR RETROALIMENTACIÓN .*

**380-7. Indicaciones.** Los desconectadores de uso general y de circuitos de motores y los interruptores automáticos, cuando vayan montados en un envolvente como se describe en 380-3, deben indicar claramente si están en posición "abierta" (desconectada) o "cerrada" (conectada).

Cuando las manivelas de estos desconectadores o interruptores automáticos se accionen vertical y no-horizontalmente o mediante giro, la posición superior de la manivela siempre será la de cerrada (conectada).

***Excepción:*** *Los desconectadores de doble tiro.*

**380-8. Acceso y agrupamiento**

**a) Ubicación.** Todos los desconectadores y los interruptores automáticos utilizados como desconectadores deben estar ubicados de modo que se puedan accionar desde un lugar fácilmente accesible. Deben estar instalados de modo que el centro de la palanca del desconectador o interruptor automático, cuando esté en su posición más alta, no esté a más de 2 m sobre el piso o la plataforma de trabajo.

***Excepción 1:*** *En las instalaciones con barras colectoras se permite que los desconectadores con fusibles e interruptores automáticos estén situados al mismo nivel que las barras. Se debe instalar un medio adecuado para accionar la manivela del desconectador desde el piso.*

***Excepción 2:*** *Se permite que los desconectadores instalados al lado de motores, aparatos u otro equipo a los que alimenten estén situados más alto de lo especificado en los párrafos anteriores y que sean accesibles por medios portátiles.*

***Excepción 3:*** *Se permite que los desconectadores aisladores accionados por medio de pértigas estén situados a mayor altura.*

**b) Tensión eléctrica entre desconectadores adyacentes**. Los desconectadores de acción rápida no deben agruparse en envolventes, excepto si están colocados de manera que la tensión eléctrica entre dos desconectadores adyacentes no supere 300 V, o excepto si están instalados en envolventes equipados con barreras permanentes entre los desconectadores adyacentes.

**380-9. Tapas para desconectadores de acción rápida instalados a nivel.** Los desconectadores de acción rápida montados en cajas metálicas no-puestas a tierra y ubicados al alcance de pisos conductores u otras superficies conductoras, deben estar provistos de tapas protectoras de material no-conductor y no-combustible. Las tapas protectoras metálicas deben ser de metal ferroso de un espesor no-menor a 0,8 mm o de metal no-ferroso de espesor no-menor a 1 mm. Las tapas protectoras de metal aislante deben ser de material no-combustible y de espesor no-menor a 2,5 mm, pero se permite que sean de espesor menor si están fabricadas o reforzadas de modo que tengan suficiente resistencia mecánica. Las placas protectoras se deben instalar de modo que cubran completamente el hueco de la pared y se apoyen sobre el mismo.

**380-10. Instalación de los desconectadores de acción rápida**

**a) Tipo de superficie.** Los desconectadores de acción rápida usados en alambrado visible sobre aisladores deben instalarse sobre bases de material aislante que separen los conductores por lo menos 13 mm de la superficie que soporta al alambrado.

**b) Instalación en cajas.** Los desconectadores de acción rápida de tipo a nivel, instalados en cajas que estén sobre la superficie de la pared, tal como se permite en 370-20, se deben instalar de modo que los bordes de la placa en la cual están instalados descansen sobre la superficie de la pared. Los desconectadores de acción rápida montados en cajas que queden a nivel de la superficie de la pared o sobresalgan de la misma, se deben instalar de modo que la placa de montaje del desconectador esté apoyada contra la caja.

**380-11. Interruptores automáticos utilizados como desconectadores.** Se permite utilizar como desconectador, a un interruptor automático de accionamiento manual equipado con una manivela o un interruptor automático accionado por energía eléctrica operable manualmente, siempre que tenga el número de polos adecuado.

**NOTA:** véase lo establecido en 240-81 y 240-83.

**380-12. Puesta a tierra de los envolventes de desconectadores e interruptores automáticos.** Los envolventes metálicos de desconectadores e interruptores automáticos, se deben poner a tierra como se especifica en el Artículo 250. Cuando se utilicen envolventes no-metálicos con canalizaciones metálicas o cables con recubrimiento metálico, se deben tomar las medidas necesarias para proporcionar la continuidad de la puesta a tierra. Las tapas metálicas protectoras de los desconectadores de acción rápida deben ser puestos a tierra eficazmente si se utilizan en métodos de alambrado que incluyan o tengan prevista la puesta a tierra.

**380-13. Desconectadores aisladores**

**a) Desconectadores aisladores.** Los desconectadores de cuchilla de más de 1200 A nominales a 250 V o menos y de más de 600 A, a 251 y hasta 600 V, se deben utilizar únicamente como aisladores y no se deben abrir con carga.

**b) Para interrumpir corrientes eléctricas.** Para interrumpir corrientes eléctricas mayores a 1200 A, a 250 V nominales o menos, o de más de 600 A, a 251 y hasta 600 V nominales, se debe utilizar un interruptor automático o un desconectador de diseño especial aprobado y listado para ese fin.

**c) Desconectadores de uso general.** Los desconectadores de cuchilla de valores nominales menores a los especificados en los incisos (a) y (b) anteriores se deben considerar desconectadores de uso general.

**d) Medio de desconexión de circuitos de motores.** Se permite que los medios de desconexión de circuitos de motores sean de tipo cuchilla.

**380-14. Capacidad nominal y uso de los desconectadores de acción rápida.** Los desconectadores de acción rápida se deben usar dentro de su capacidad y según se indica en los incisos siguientes.

**NOTA 1:** Para desconectadores en circuitos de señales y de alumbrado de realce, véase 600-6.

**NOTA 2:** Para desconectadores de circuitos de motores, véanse 430-83, 430-109 y 430-110.

**a) Desconectadores de acción rápida de uso general para c.a.** Los desconectadores de acción rápida de uso general solamente son adecuados para usarse en instalaciones de c.a. para controlar lo siguiente:

**1)** Cargas resistivas e inductivas como lámparas de descarga, que no superen la capacidad nominal del desconectador a la tensión eléctrica aplicada.

**2)** Cargas de lámparas con filamento de tungsteno que no superen la capacidad nominal del desconectador a 120 o 127 V.

**3)** Cargas de motores que no superen 80% de la capacidad nominal del desconectador a la tensión eléctrica nominal.

**b) Desconectadores de acción rápida de uso general para c.a.-c.c.** Los desconectadores de acción rápida de uso general son adecuados para usarse en instalaciones de c.a. o c.c. para controlar lo siguiente:

**1)** Cargas resistivas que no superen la capacidad nominal del desconectador a la tensión eléctrica aplicada.

**2)** Cargas inductivas que no superen 50% de la capacidad nominal del desconectador a la tensión eléctrica aplicada. Los desconectadores clasificados por kW de potencia (CP) son adecuados para controlar cargas de motores a su capacidad nominal y tensión eléctrica aplicada.

**3)** Cargas de lámparas con filamento de tungsteno que no superen la capacidad nominal del desconectador a la tensión eléctrica aplicada, si son de clase "T".

**c) Desconectadores de acción rápida de 347 V nominales de c.a. para usos específicos.** Los desconectadores de acción rápida de 347 V nominales de c.a. deben estar aprobados y ser utilizados únicamente para lo siguiente:

**1)** Para cargas no-inductivas que no sean lámparas con filamento de tungsteno, que no superen la capacidad y tensión eléctrica nominales del desconectador.

**2)** Para cargas inductivas que no superen la capacidad y tensión eléctrica nominales del desconectador. Cuando se establezcan condiciones o límites particulares de carga, se deben observar esas limitaciones con independencia de la corriente eléctrica nominal de la carga.

### B. Especificaciones de construcción

**380-15. Marcado.** Los desconectadores deben ir marcados con su corriente y tensión eléctricas nominales y si la capacidad está expresada en unidades de potencia, debe marcarse la capacidad máxima para la cual están diseñados.

**380-16. Desconectadores de cuchillas para 600 V.** Todos los desconectadores de cuchillas para 600 V nominales y para corrientes eléctricas de apertura de más de 200 A, deben estar provistos de contactos auxiliares de tipo renovable, de tipo de interrupción instantánea o equivalente.

**380-17. Desconectadores con fusibles.** Un desconectador con fusibles no debe llevar los fusibles en paralelo, excepto lo que se permite en la Excepción de 240-8.

**380-18. Espacio para doblez de cables.** El espacio para doblez de cables que se exige en 380-3, debe cumplir las especificaciones de espacio de la Tabla 373-6(b) entre la pared del envolvente en el que van montadas las terminales de entrada y salida.

## ARTÍCULO 384 - TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y PÁNELES DE ALUMBRADO Y CONTROL

### A. Disposiciones generales

**384-1. Alcance.** Este Artículo se refiere a (1) todos los tableros de distribución y paneles de alumbrado y control instalados para el control de circuitos de alumbrado y fuerza, y (2) los tableros para carga de baterías alimentados desde circuitos de alumbrado o fuerza.

***Excepción:*** *Los tableros de distribución, paneles de alumbrado y control o partes de los mismos utilizados exclusivamente para controlar circuitos de señales alimentados por baterías, no se incluyen en el alcance de este Artículo.*

**384-2. Otros Artículos aplicables.** Los desconectadores, interruptores automáticos y dispositivos de protección contra sobrecorriente utilizados en los tableros de distribución, paneles de alumbrado y control y sus envolventes, deben cumplir lo establecido en este Artículo y además los requisitos de los Artículos 240, 250, 370, 373, 380 y otros aplicables. Los tableros de distribución y paneles de alumbrado y control instalados en lugares peligrosos (clasificados), deben cumplir los requisitos indicados en los Artículos 500 a 517.

**384-3. Soportes e instalación de las barras colectoras y de los conductores**

**a) Conductores y barras colectoras en un tablero de distribución o en un panel de alumbrado y control.** Los conductores y las barras colectoras en un tablero de distribución o en un panel de alumbrado y control, deben estar instalados de manera que no queden expuestos a daño físico y deben sujetarse firmemente en su sitio. Además del alambrado requerido para la conexión y control, únicamente los conductores destinados para terminar en la sección vertical del tablero de distribución, deben de colocarse en dicha sección. Se deben colocar barreras en todos los tableros de distribución de acometida para aislar de las barras colectoras de acometida y de las terminales.

***Excepción:*** *Se permiten conductores que atraviesen horizontalmente las secciones verticales de los tableros de distribución cuando aquellos estén aislados por una barrera de las barras colectoras.*

**b) Efectos inductivos y de sobrecalentamiento.** La disposición de los conductores y las barras colectoras debe ser adecuadas para evitar el sobrecalentamiento debido a efectos inductivos.

**c) Uso como equipo de acometida.** Los tableros de distribución o paneles de alumbrado y control que se utilicen como equipo de acometida, deben tener un puente de conexión con dimensiones de acuerdo con lo indicado en 250-79(d) o equivalente, situado dentro del tablero o en una de las secciones del panel de alumbrado y control para conectar el conductor puesto a tierra de la acometida, por el lado de la alimentación, con el marco del tablero o panel

de alumbrado y control. Todas las secciones de los tableros de distribución se deben unir mediante un conductor de puesta a tierra de equipo de tamaño nominal seleccionado de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95.

***Excepción:*** *No se exige puente de conexión en los tableros de distribución y paneles de alumbrado y control utilizados como equipo de acometida, en sistemas de alta impedancia con neutro puesto a tierra, según lo que se establece en 250-27.*

**d) Terminales.** Las terminales de los tableros generales de distribución y paneles de alumbrado y control deben estar situados de modo que no sea necesario atravesar conductores de fase para hacer las conexiones.

**e) Marcado de conductores.** En los tableros de distribución o paneles de alumbrado y control que reciben energía de un sistema de cuatro hilos, conexión en delta, cuando el punto medio de una fase esté puesto a tierra, la barra o conductor de mayor tensión eléctrica a tierra de esa fase debe ir marcado de modo permanente y duradero en su cubierta exterior, con color naranja u otro medio eficaz.

**f) Arreglo de las fases.** El arreglo de las fases en las barras de sistemas trifásicos debe ser A, B y C del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha, vistas desde el frente del tablero o panel de alumbrado y control. En sistemas trifásicos de cuatro hilos conectados en delta, la fase B debe ser la que tenga mayor tensión eléctrica a tierra. Si se hacen modificaciones a instalaciones ya existentes, se permiten otras distribuciones siempre que se identifiquen adecuadamente.

***Excepción:*** *El equipo dentro de tableros de distribución de sección individual o de secciones múltiples o dentro de paneles de alumbrado y control, como el medidor en sistemas trifásicos de cuatro hilos en conexión delta, puede tener la misma configuración de fases que tiene el equipo de medición.*

**g) Espacio mínimo para la curvatura de los conductores.** El espacio mínimo para las curvas de los conductores en las terminales y para los canales auxiliares de los tableros de distribución y paneles de alumbrado y control, debe ser el indicado en 373-6.

**384-4. Instalación.** El equipo cubierto por el Artículo 384 y los centros de control de motores deben estar ubicados en lugares específicos para este equipo y protegidos contra los daños de los que tratan los incisos a) y b) siguientes.

***Excepción:*** *El equipo de control que por su naturaleza o por otras especificaciones de esta NOM deba estar cerca o a la vista de la maquinaria que controla, podrá estar en esa ubicación.*

**a) En interiores**. En instalaciones interiores, el espacio dedicado deberá incluir las siguientes zonas:

**1) Ancho y profundidad.** Se debe proporcionar para la instalación eléctrica un espacio exclusivamente dedicado, entre el piso y los elementos estructurales del techo, que tenga una altura de 7,5 m a partir del piso, con el mismo ancho y profundidad del equipo. No se permite la instalación de tubería, ductos, o equipo ajeno al equipo eléctrico o estructural, en, entre, o a través, de dichos espacios o cuartos. No se consideran elementos estructurales del techo, los cielos falsos. Se permite la instalación de rociadores automáticos sobre estos espacios, siempre y cuando se cumpla con lo establecido en esta Sección.

***Excepción:*** *En las zonas que no tengan el espacio dedicado descrito en esta regla, en plantas industriales, se permite que haya instalado equipo separado de otro equipo ajeno por altura, por cubiertas físicas o por tapas que le proporcionen una protección mecánica adecuada contra el tráfico de vehículos, contra contacto accidental por personas no autorizadas o por salpicaduras o fugas accidentales de tubería.*

**2) Espacio de trabajo.** El espacio de trabajo debe incluir una zona como la descrita en 110-16(a). En esta zona no debe haber elementos arquitectónicos ni otros equipos.

**b) En exteriores**. El equipo eléctrico en exteriores debe instalarse en envolventes adecuadas y estar protegidos contra el contacto accidental por personas no-calificadas, contra el tráfico de vehículos y contra las salpicaduras o fugas accidentales de tubería.

**B. Tableros de distribución**

**384-5. Ubicación de los tableros de distribución.** Los tableros de distribución que tengan partes vivas expuestas, deben estar ubicados en lugares permanentemente secos, donde estén vigilados y sean accesibles sólo a personas calificadas. Los tableros de distribución deben instalarse de modo que la probabilidad de daño por equipo o procesos sea mínima.

**384-6. Tableros de distribución en lugares húmedos o mojados.** La instalación de los tableros de distribución en lugares húmedos o mojados debe cumplir con lo establecido en 373-2(a).

**384-7. Ubicación con relación a materiales fácilmente combustibles.** Los tableros de distribución se deben instalar de modo que la probabilidad de que transmitan el fuego a materiales combustibles adyacentes sea mínima. Cuando se instalen en un piso combustible se debe proveer de protección adecuada.

**384-8. Separaciones**

**a) Separación desde el techo.** En los tableros de distribución que no estén totalmente cerrados se debe dejar un espacio desde la parte superior del tablero hasta cualquier techo combustible no-menor a 90 cm, excepto si se instala una cubierta no-combustible entre el tablero y el techo.

**b) Claros alrededor del Tablero.** Los espacios libres alrededor de los tableros de distribución deben cumplir con lo establecido en 110-16.

**384-9. Aislamiento de los conductores.** Cualquier conductor aislado que se utilice dentro de un tablero de distribución debe estar aprobado y listado, ser resistente a la propagación de la flama y tener una tensión eléctrica nominal no-

menor a la que vaya a soportar y no-menor a la tensión eléctrica aplicada a otros conductores o barras colectoras con las que pueda estar en contacto.

**384-10. Separación de conductores que entran en envolventes de barras colectoras.** Donde se presenten tubo *(conduit)* u otras canalizaciones y entren en un tablero de distribución o en un panel de alumbrado y control autosoportado o por el fondo de un envolvente similar, se debe dejar espacio suficiente para permitir la instalación de los conductores en dichos envolventes. Cuando el tubo *(conduit)* o canalizaciones entren o salgan de la cubierta por debajo de las barras colectoras, sus soportes u otros obstáculos, el espacio para los cables no debe ser menor al de la siguiente tabla. El tubo *(conduit)* o canalización, incluidos sus accesorios de terminación, no deben sobresalir más de 7,6 cm del fondo del envolvente.

**Tabla 384-10. Espacio mínimo entre la parte menor de una envolvente y las barras colectoras, sus soportes u otros obstáculos**

| Tipo de conductor | Separación en mm |
|---|---|
| Barras colectoras aisladas, sus soportes u otros obstáculos<br>Barras colectoras no aisladas | (200)<br>(250) |

**384-11. Puesta a tierra de los marcos o armazones de los tableros de distribución.** Los marcos de los tableros de distribución y las estructuras que soporten los elementos de desconexión, deben estar puestos a tierra.

***Excepción:*** *No se exige poner a tierra los marcos de tableros de c.c. de dos hilos si están eficazmente aislados de la tierra.*

**384-12. Puesta a tierra de los instrumentos, relés, medidores y transformadores de instrumentos de los tableros de distribución.** Los instrumentos, relés, medidores y transformadores de instrumentos instalados en los tableros de distribución se deben poner a tierra como se especifica en 250-121 a 250-125.

**C. Paneles de alumbrado y control**

**384-13. Disposiciones generales.** Todos los paneles de alumbrado y control deben tener parámetros nominales no-menores a los mínimos del alimentador según la carga calculada, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 220. Los paneles de alumbrado y control deben estar marcados de forma duradera por el fabricante con su capacidad de conducción de corriente y tensión eléctrica nominales, el número de fases para los que están proyectados y el nombre del fabricante o marca comercial, de manera visible tras su instalación y sin que las marcas estorben la distribución o cableado interior. Todos los circuitos de un panel de alumbrado y control y sus modificaciones, deben identificarse de manera legible en cuanto a su finalidad o uso, en un directorio situado en el frente de la puerta del panel gabinete o en su interior.

**NOTA:** Para otros requisitos, véase 110-22.

**384-14. Paneles de alumbrado y control para circuitos derivados de alumbrado y de aparatos eléctricos.** Para los fines de este Artículo, un panel de alumbrado y control de circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos es el que tiene más de 10% de sus dispositivos de protección contra sobrecorriente de 30 A nominales o menos, con conexiones para el neutro.

**384-15. Número de dispositivos de protección contra sobrecorriente en un panel de alumbrado y control.** En un gabinete o caja para cortacircuitos no se deben instalar más de 42 dispositivos de sobrecorriente alimentados de la misma barra conductora (además del principal de alimentación) para circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos.

Los paneles de alumbrado y control de circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos deben estar provistos de medios físicos que eviten la instalación de más dispositivos de sobrecorriente que aquéllos para los que el gabinete está diseñado, dimensionado y aprobado.

Para los fines de este Artículo, se considera que un interruptor automático de dos polos equivale a dos dispositivos de sobrecorriente y un interruptor automático de tres polos equivale a tres dispositivos de sobrecorriente.

**384-16. Protección contra sobrecorriente**

**a) Paneles de alumbrado y control para circuitos derivados de alumbrado y aparatos eléctricos con protección individual.** Los paneles de alumbrado y control para este tipo de circuitos deben estar protegidos individualmente, en el lado del suministro, por no más de dos interruptores automáticos principales o por dos juegos de fusibles que tengan una capacidad nominal combinada no-mayor a la del panel de alumbrado y control.

***Excepción 1:*** *No es necesario proteger individualmente un panel de alumbrado y control para circuitos de alumbrado y aparatos eléctricos, si el alimentador del panel de alumbrado y control tiene una protección contra sobrecorriente no-superior a la capacidad nominal del panel.*

***Excepción 2:*** *En instalaciones existentes, no es necesario proteger individualmente un panel de alumbrado y control de un circuito de alumbrado y aparatos eléctricos, si dicho panel se utiliza como equipo de acometida en un edificio residencial independiente.*

**b) Desconectadores de acción rápida de 30 A nominales o menos.** Los paneles de alumbrado y control equipados con interruptores de resorte de 30 A nominales o menos deben tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente que no exceda 200 A.

**c) Carga continua.** La carga continua de cualquier dispositivo de sobrecorriente situado en un panel de alumbrado y control no debe superar 80% de su capacidad nominal cuando, en condiciones normales, la carga se mantenga durante tres horas o más.

***Excepción:*** *Se permite que un conjunto que incluya un dispositivo de sobrecorriente se pueda utilizar continuamente a 100% su corriente eléctrica nominal, cuando esté aprobado y listado para ese uso.*

**d) Panel de alumbrado y control alimentado a través de un transformador.** Cuando un panel de alumbrado y control se alimente a través de un transformador, la protección contra sobrecorriente que exigen los incisos (a) y (b) anteriores deberá estar situada en el lado del secundario del transformador.

***Excepción:*** *Se considera que un panel de alumbrado y control alimentado desde el secundario de un transformador monofásico con secundario de dos polos (una solo tensión eléctrica) está protegido contra sobrecorriente por el dispositivo de protección del primario (lado del alimentación) del transformador, si dicha protección cumple lo establecido en 450-3(b)(1) y no excede el valor obtenido al multiplicar la capacidad nominal del gabinete por la relación de tensión eléctrica primario/secundario.*

**e) Interruptores automáticos en delta.** No debe conectarse un dispositivo de sobrecorriente o un interruptor trifásico a una barra colectora de ningún panel de alumbrado y control que tenga barras colectoras de menos de tres fases. No deben instalarse interruptores automáticos en delta, en paneles de alumbrado y control.

**f) Dispositivos de alimentación posterior.** Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de tipo enchufable o los interruptores de circuito de alimentación de tipo enchufable que puedan recibir alimentación en la parte posterior, se deben sujetar con un medio adicional que exija algo más que un simple tirón para sacar el dispositivo de su montaje en el panel de alumbrado y control.

**384-17. Paneles de alumbrado y control en lugares húmedos o mojados.** La instalación de paneles de alumbrado y control en lugares húmedos o mojados debe cumplir con lo establecido en 373-2(a).

**384-18. Envolventes.** Los paneles de alumbrado y control se deben instalar en gabinetes, cajas para cortacircuitos o envolventes diseñadas para ese uso, debiendo ser de frente muerto.

***Excepción:*** *Se permite instalar paneles de alumbrado y control diferentes a los de frente muerto operables desde fuera con tensión eléctrica en la parte desde la que se accionan, si son accesibles únicamente por personas calificadas.*

**384-19. Posición relativa de los fusibles y desconectadores.** En los paneles de alumbrado y control, los fusibles de cualquier tipo se deben instalar en el lado de la carga de cualquier desconectador.

***Excepción:*** *Lo que se establece en 230-94 para equipo de acometida.*

**384-20. Puesta a tierra de los paneles de alumbrado y control.** Los gabinetes y marcos de los paneles de alumbrado y control, si son metálicos, deben estar en contacto físico entre sí y ponerse a tierra según lo establece el Artículo 250 o lo indicado en 384-3(c) Si se utiliza el panel de alumbrado y control con canalizaciones o cables no-metálicos o si existen conductores para puesta a tierra independientes, se debe instalar dentro del panel una barra colectora terminal para esos conductores. La barra colectora se debe unir o conectar con el panel y al marco del gabinete, si son metálicos. Si no, se debe conectar al conductor de puesta a tierra que atraviesa junto con los conductores de alimentación del panel de alumbrado y control.

***Excepción:*** *Cuando exista un conductor aislado para puesta a tierra de equipo como se permite en la Excepción 4 de 250-74. Se permite que este conductor de puesta a tierra, que atraviesa junto con los conductores de fase, pase por el panel de alumbrado y control sin conectarlo a la barra colectora terminal de puesta a tierra del equipo.*

Los conductores de puesta a tierra no se deben conectar a la barra colectora de la terminal instalada para los conductores puestos a tierra (puede ser el neutro), excepto si está aprobada y listada para ese uso, e instalada en un lugar en el que la conexión entre los conductores de puesta a tierra de equipo y los conductores del circuito puesto a tierra esté permitida o exigida por el Artículo 250.

**D. Especificaciones de construcción**

**384-30. Paneles.** Los paneles de los tableros de distribución deben ser de material no-combustible y resistente a la humedad.

**384-31. Barras colectoras.** Las barras colectoras aisladas o desnudas deben estar rígidamente montadas.

**384-32. Protección de los circuitos de instrumentos.** Los instrumentos, luces piloto, transformadores y otros dispositivos de los tableros de distribución que puedan tener devanados deben estar alimentados por un circuito que esté protegido por dispositivos de sobrecorriente de 15 A nominales o menos.

***Excepción 1:*** *Se permite instalar dispositivos de sobrecorriente de más de 15 A cuando la interrupción del circuito pudiera crear riesgo. Se debe instalar protección contra cortocircuito.*

***Excepción 2:*** *Para corriente eléctrica nominal de 2 A o menos se permiten tipos especiales de fusibles del tipo encapsulado.*

**384-33. Requisitos de los componentes.** Los desconectadores, fusibles y portafusibles utilizados en los paneles de alumbrado y control deben cumplir los requisitos aplicables de los Artículos 240 y 380.

**384-34. Desconectadores de cuchilla.** Las navajas expuestas de los desconectadores de cuchilla deben quedar sin potencial eléctrico cuando se abran.

**NOTA:** Para su instalación, véase la Excepción de 380-6(c).

**384-35. Espacio para doblado de cables en los paneles de alumbrado y control.** La envolvente de un panel de alumbrado y control debe tener un espacio arriba y otro abajo para el doblez de los cables, de dimensiones según la Tabla 373-6(b) para el mayor conductor que entre o salga de la cubierta. Además se debe dejar un espacio lateral para curvas de cables de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(a) para el conductor de mayor tamaño nominal que termine en ese espacio.

***Excepción 1:*** *Para paneles de alumbrado y control de circuitos derivados de alumbrado y aparatos de 225 A nominales o menos, se permite que el espacio superior o el inferior del panel de alumbrado y control se calcule de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(a).*

***Excepción 2:*** *Cuando exista al menos un espacio lateral para el doblez de cables de dimensiones según la Tabla 373-6(b) para el mayor conductor que termine en cualquiera de los lados de la cubierta, se permite que el espacio superior o el inferior del panel de alumbrado y control se calcule de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(a).*

***Excepción 3:*** *Si el panel de alumbrado y control está diseñado y construido de manera que sólo exista una curva de 90° en cada conductor, incluido el neutro, y el diagrama de cableado muestra y especifica el método de instalación que se debe utilizar, se permite que el espacio superior y el inferior del panel de alumbrado y control se calculen de acuerdo con lo indicado en la Tabla 373-6(a).*

**384-36. Separaciones mínimas.** La separación mínima entre las partes metálicas desnudas, barras colectoras, etcétera, no debe ser menor a lo especificado en la Tabla 384-36.

Donde la proximidad no cause un calentamiento excesivo, se permite que partes con la misma polaridad como desconectadores, fusibles en portafusibles, etcétera, estén instaladas juntas, tan cerca que permita una correcta operación.

**Tabla 384-36. Separación mínima entre piezas de metal desnudas en cm**

| | Polaridad inversa cuando están montadas en la misma superficie | Polaridad inversa cuando están al aire libre | Entre las partes vivas y tierra* |
|---|---|---|---|
| No-más de 127 V nominales | 2,0 | 1,5 | 1,5 |
| No-más de 250 V nominales | 3,5 | 2,0 | 1,5 |
| No-más de 600 V nominales | 5,5 | 2,5 | 2,5 |

Para la separación entre partes vivas (portadoras de corriente eléctrica) y puertas de los gabinetes, véase 373-11(a)(1), (2) y (3).

## CAPÍTULO 4 (4.4) EQUIPOS DE USO GENERAL

### ARTÍCULO 400-CABLES Y CORDONES FLEXIBLES
### A. Disposiciones generales

**400-1. Alcance.** Este Artículo cubre las disposiciones generales, usos y especificaciones de construcción de cables flexibles y de cordones flexibles.

**400-2. Otros Artículos.** Los cables y cordones flexibles deben cumplir lo establecido en este Artículo y las disposiciones aplicables de los demás de esta NOM.

**400-3. Uso.** Los cables 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 estar de acuerdo con la descripción de la Tabla 400-4. Los tipos de cables y cordones flexibles que no aparezcan indicados en esa Tabla, deben someterse a investigación especial.

Observaciones a la Tabla 400-4

**1.** Excepto para los Tipos HPN, SPT-0, SPT-1, SPT-2, SPT-3 y las versiones de tres conductores paralelos de SRD, SRDE, SRDT, los conductores individuales deben cablearse juntos.

**2.** Para los tipos G, SC, SCE, SCT, SO, ST y W se permite su utilización en escenarios, garajes y en otras partes donde esta NOM permite el uso de cordones flexibles.

**3.** Los cables móviles de ascensores para los circuitos de control de la operación y señalización deben incluir rellenos no-metálicos para mantener la concentricidad. Los cables deben tener miembros de soporte de acero para su suspensión de acuerdo con lo requerido en 620-41. En lugares que estén sujetos a humedad excesiva, vapores corrosivos o gases, se permite el uso de miembros de soporte de otros materiales. Cuando se utilicen miembros de soporte de acero, éstos deben colocarse en forma recta en el centro del reunido de los conductores del cable y no deben cablearse junto con los alambres de cobre de cualquier conductor. Además de los conductores usados para los circuitos de control y señalización, se permite que los cables para elevador tipo, EEO, ET, ETP y ETT incorporen en su construcción uno o más pares telefónicos de tamaño nominal de 0,5176 $mm^2$ (20 AWG), uno o más cables coaxiales, una o más fibras ópticas, o una combinación de éstos. Se permite que los pares telefónicos de tamaño nominal de 0,5176 $mm^2$ (20 AWG) estén cubiertos con un blindaje aprobado para telefonía, audio o circuitos de comunicación de alta frecuencia. Los cables coaxiales consisten de un conductor central, aislamiento y blindaje para uso en video u otros circuitos de comunicación de radio-frecuencia. Las fibras ópticas deben estar adecuadamente cubiertas con un compuesto termoplástico resistente a la propagación de incendio. El aislamiento de los conductores debe ser hule o termoplástico con un espesor no-menor al especificado para los otros conductores del tipo particular de cable. Las pantallas metálicas deben tener su propia cubierta protectora. Cuando se requiera, se permite la utilización de estos componentes en cualquier capa del ensamble del cable pero no deben colocarse en el centro en forma recta.

**4.** El tercer conductor de estos cables debe utilizarse únicamente para la puesta a tierra del equipo.

**5.** Los conductores individuales de todos los cordones, excepto aquellos cordones resistentes al calor, deben tener un aislamiento termoplástico o termofijo, con excepción del conductor de puesta a tierra del equipo que cuando se utilice debe estar de acuerdo con lo especificado en 400-23 (b).

**6.** Cuando la tensión eléctrica entre dos conductores exceda 300 V, pero no exceda 600 V, los cordones flexibles de tamaño nominal de 5,260 $mm^2$ (10 AWG) y menores deben tener en sus conductores individuales aislamiento termofijo o termoplástico con un espesor de aislamiento mínimo de 1,14 mm, a menos que se utilicen cordones tipo SO o ST.

**7.** Cuando los aislamientos y cubiertas exteriores cumplan con los requerimientos de resistencia a la propagación de incendio, baja emisión de humos y baja emisión de gas ácido halogenado, se permite que puedan estar marcados con el sufijo LS.

**8.** Los cables para elevadores de tamaño nominal de 0,519 1 $mm^2$ a 2,082 $mm^2$ (20 AWG al 14 AWG) están clasificados para 300 V y de 5,260 $mm^2$ a 33,62 $mm^2$ (10 AWG al 2 AWG) están clasificados para 600 V. Conductores de tamaño nominal de 3,307 $mm^2$ (12 AWG) con un espesor de aislamiento de 0,76 mm están clasificados para 300 V y con un espesor de 1,14 mm para 600 V.

**9.** Se permiten cintas de hule de cambray barnizado como substitución de la cubierta interior.

**10.** Para los tipos G, SC, SCE, SCT, SO, ST y W se permite su utilización en escenarios, garajes y en otras partes donde esta NOM permite el uso de cordones flexibles.

**11.** Los cables móviles de ascensores para los circuitos de control de la operación y señalización deben incluir rellenos no-metálicos para mantener la concentricidad. Los cables deben tener miembros de soporte de acero para su suspensión de acuerdo con lo requerido en 620-41. En lugares que estén sujetos a humedad excesiva, vapores corrosivos o gases, se permite el uso de miembros de soporte de otros materiales. Cuando se utilicen miembros de soporte de acero, éstos deben colocarse en forma recta en el centro del reunido de los conductores del cable y no deben cablearse junto con los alambres de cobre de cualquier conductor. Además de los conductores usados para los circuitos de control y señalización, se permite que los cables para elevador tipo, EEO, ET, ETP y ETT incorporen en su construcción uno o más pares telefónicos de tamaño nominal de 0,5176

mm$^2$ (20 AWG), uno o más cables coaxiales, una o más fibras ópticas, o una combinación de éstos. Se permite que los pares telefónicos de tamaño nominal de 0,5176 mm$^2$ (20 AWG) estén cubiertos con un blindaje aprobado para telefonía, audio o circuitos de comunicación de alta frecuencia. Los cables coaxiales consisten de un conductor central, aislamiento y blindaje para uso en video u otros circuitos de comunicación de radio-frecuencia. Las fibras ópticas deben estar adecuadamente cubiertas con un compuesto termoplástico resistente a la propagación de incendio. El aislamiento de los conductores debe ser hule o termoplástico con un espesor no-menor al especificado para los otros conductores del tipo particular de cable. Las pantallas metálicas deben tener su propia cubierta protectora. Cuando se requiera, se permite la utilización de estos componentes en cualquier capa del ensamble del cable pero no deben colocarse en el centro en forma recta.

**12.** El tercer conductor de estos cables debe utilizarse únicamente para la puesta a tierra del equipo.

**13.** Los conductores individuales de todos los cordones, excepto aquellos cordones resistentes al calor, deben tener un aislamiento termoplástico o termofijo, con excepción del conductor de puesta a tierra del equipo que cuando se utilice debe estar de acuerdo con lo especificado en 400-23 (b).

**14.** Cuando la tensión eléctrica entre dos conductores exceda 300 V, pero no exceda 600 V, los cordones flexibles de tamaño nominal de 5,260 mm$^2$ (10 AWG) y menores deben tener en sus conductores individuales aislamiento termofijo o termoplástico con un espesor de aislamiento mínimo de 1,14 mm, a menos que se utilicen cordones tipo SO o ST.

**Tabla 400-4. Cordones y cables flexibles**

| Nombre comercial | Tipo de cordón o cable | Tamaño nominal mm$^2$ (AWG) | Número de conductores | Aislamiento | Espesor de aislamiento nominal(6) | | | Malla sobre cada conductor | Material de la cubierta exterior | Uso | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Tamaño nominal | | | | | | |
| | | | | | AWG Kcmil | mm$^2$ | mm | | | | |
| Cable para elevador | E Véase (3) Véase (7) Véase (8) | 0,5191 a 33,62 (20 a 2) | 2 o más | Termofijo | 20-16<br>14-12<br>12-10<br>8-2<br>20-16<br>14-12<br>12-10<br>8-2 | 0,51-1,30<br>2,08-3,30<br>3,30-5,26<br>8,36-33,62<br>0,51-1,30<br>2,08-3,30<br>3,30-5,26<br>8,36-33,62 | 0,51<br>0,76<br>1,14<br>1,52<br>0,51<br>0,76<br>1,14<br>1,52 | Algodón<br><br>Cubierta Flexible de nylon | Tres de algodón. Una exterior retardante a la flama y resistente a la humedad | Alumbrado y control en elevadores | En lugares no peligrosos |
| Cable para elevador | EO Véase (3) Véase (8) | 0,5191 a 33,62 (20 a 2) | 2 o más | Termofijo | 20-16<br>14-12<br>12-10<br>8-2 | 0,51-1,30<br>2,08-3,30<br>3,30-5,26<br>8,36-33,62 | 0,51<br>0,76<br>1,14<br>1,52 | Algodón | Tres de algodón. Una exterior retardante a la flama y resistente a la humedad(9) | Alumbrado y control en elevadores | En lugares no peligrosos |
| | | | | | | | | | Una de algodón y una cubierta de neopreno(9) | | En lugares peligrosos clasificados |
| Cable para elevador | ET Véase (3) Véase (8) | 0,5191 a 33,62 (20 a 2) | 2 o más | | 20-16<br>14-12<br>12-10<br>8-2 | 0,51-1,30<br>2,08-3,30<br>3,30-5,26<br>8,36-33,26 | 0,51<br>0,76<br>1,14<br>1,52 | Rayón | Tres de algodón o equivalente Una exterior retardante a la flama y resistente a la humedad (9) | En lugares no-peligrosos | |
| | ETLB Véase (3) Véase (8) | | | Termo-plástico | | | | No | Termo-plástico | En lugares peligrosos clasificados | |
| | ETP Véase (3) Véase (8) | | | | | | | Rayón | Una de algodón o equivalente y una cubierta termo-plástica | En lugares peligrosos clasificados | |
| | ETT Véase (3) Véase (8) | | | | | | | No | Termofijo resistente al aceite | Portátil y uso extrarrudo | |

**Tabla 400-4. Cordones y cables flexibles (continuación)**

| Nombre comer-cial | Tipo de cordón o cable | Tamaño nominal $mm^2$ (AWG) | Número De conduc-tores | Aislamien to | Espesor de aislamiento nominal(6) | | | Malla sobre cada con-duc-tor | Material de la cubierta exterior | Uso | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Tamaño nominal | | | | | | | |
| | | | | | AWG Kcmil | $mm^2$ | mm | | | | | |
| Cable de energía portátil | G | 8,367 a 253,4 (8 AWG a 500 kcmil) | 2 a 6 más conduc-tores de tierra | Termofijo | 8-2<br>1-4/0<br>250-500 | 8,3-33,62<br>42,4-107,2<br>126,6-253,3 | 1,52<br>2,03<br>2,41 | | Termofijo resistente al aceite | Portátil y uso extrarrudo | | |
| Cordón paralelo para calentador | HPN Véase (4) | 0,823 5 a 3,307 (18 a 12 AWG) | 2 o 3 | Termofijo resistente al aceite | 18-16<br>14-12 | 0,51-1,30<br>2,08-3,30 | 1,14<br>1,52<br>2,41 | No | Termofijo resistente al aceite | Portátil | En lugares húmedos | No para uso rudo |
| Cable de energía flexible para escena-rios e ilumina-ción | SC | 8,367 a 126,7 (8 AWG a 250 kcm) | 1 o más | Termofijo | 8-2<br>1-4/0<br>250 | 8,3-33,62<br>42,4-107,2<br>126,6 | 1,52<br>2,03<br>2,41 | | ** Termofijo | Portátil y uso extrarrudo | | |
| | SCE | 8,367 a 126,7 (8 AWG a 250 kcm) | 1 o más | Elastóme ro termo-plástico | 8-2<br>1-4/0<br>250 | 8,3-33,62<br>42,4-107,2<br>126,6 | 1,52<br>2,03<br>2,41 | | **Elastómer o termo-plástico | Portátil y uso extrarrudo | | |
| | SCT | 8,367 a 126,7 (8 AWG a 250 kcm) | 1 o más | Termo-plástico | 8-2<br>1-4/0<br>250 | 8,3-33,62<br>42,4-107,2<br>126,6 | 1,52<br>2,03<br>2,41 | | ** Termo-plástico | Portátil y uso extrarrudo | | |
| Cordón uso Rudo | SJO | 0,823 a 5,260 (18 a 10 AWG) | 2,3,4 o 5 | Termofijo | 18-12<br>10 | 0,82-3,30<br>5,26 | 0,76<br>1,14 | No | Termofijo resistente al aceite | Colgante o portátil | En lugares húmedos | Uso rudo |
| Cordón uso Rudo | SJT | 0,823 a 5,260 (18 a 10 AWG) | 2,3,4 o 5 | Termo-plástico | 18-12<br>10 | 0,82-3,30<br>5,26 | 0,76<br>1,14 | No | Termo-plástico | Colgante o portátil | En lugares húmedos | Uso rudo |
| Cordón uso extra rudo | SO Véase (2) | 0,8235 a 33,62 (18 2 2 AWG) | 2 o más | Termofijo | 18-16<br>14-10<br>8-2 | 0,82-1,30<br>2,08-5,26<br>8,36-33,62 | 0,76<br>1,14<br>1,52 | | Termo fijo resistente al aceite | Colgante o portátil | En lugares húmedos | Uso extrarrudo |
| Cordón uso extra rudo | ST Véase (2) | 0,8235 a 33,62 (18 2 2 AWG) | 2 o más | Termo-plástico | 8-16<br>14-10<br>8-2 | 0,82-1,30<br>2,08-5,26<br>8,36-33,62 | 0,76<br>1,14<br>1,52 | No | Termo-plástico | Colgante o portátil | En lugares húmedos | Uso extra-rudo |
| Cordón paralelo plástico | SPT-O Véase (4) | 0,324 7 (22 AWG) | 2 o 3 | Termo-plástico | 22 | 0,3247 | 0,64 | No | Termo-plástico | Colgante o portátil | En lugares húmedos | No para uso rudo |
| | SPT-1 Véase (4) | 0,519 a 0,823 (20 a 18) | | | 20-18 | 0,51-0,82 | 0,76 | | | Refrige-radores, aparatos de aire acondi-cionado y como se permite en la sección 422-8(d) | En lugares húmedos | No para uso rudo |
| | SPT-2 Véase (4) | 0,823 a 1,307 (18 a 16 AWG) | | | 18-16 | 0,82-1,3 | 1,14 | | | | | |
| | SPT-3 Véase (4) | 0,823 5 a 5,260 (18 a 10 AWG) | | | 18-16<br>14<br>12<br>10 | 0,82-1,3<br>2,08<br>3,30<br>5,26 | 1,52<br>2,03<br>2,41<br>2,79 | | | | | |
| Cordón paralelo plástico | SPT-O Véase (4) | 0,324 7 (22 AWG) | 2 o 3 | Termo-plástico | 22 | 0,3247 | 0,64 | No | Termo-plástico | Colgante o portátil | En lugares húmedos | No para uso rudo |
| | SPT-1 Véase (4) | 0,519 a 0,823 (20 a 18) | | | 20-18 | 0,51-0,82 | 0,76 | | | Refrige-radores, aparatos de aire acondi-cionado y como se permite en la sección 422-8(d) | En lugares húmedos | No para uso rudo |
| | SPT-2 Véase (4) | 0,823 a 1,307 (18 a 16 AWG) | | | 18-16 | 0,82-1,3 | 1,14 | | | | | |
| | SPT-3 Véase (4) | 0,823 5 a 5,260 (18 a 10 AWG) | | | 18-16<br>14<br>12<br>10 | 0,82-1,3<br>2,08<br>3,30<br>5,26 | 1,52<br>2,03<br>2,41<br>2,79 | | | | | |
| Cable para estufa o secadora | SRD | 5,260 a 21,15 (10 a 4 AWG) | 3 o 4 | Termofijo | 10-4 | 5,26-21,15 | 1,14 | No | Termofijo | Portátil | En lugares húmedos | Estufas, seca-doras |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SRDE | | | Elastómero termo-plástico | | | | | Elastómero termo-plástico | | | |
| | SRDT | | | Termo-plástico | | | | | Termo-plástico | | | |
| Cordón para aspira-dora | SVO | 0,823 5 a 1,307 (18 a 16AWG) | 2 o 3 | Termofijo | 18-16 | 0,821,30 | 0,38 | No | Termofijo resistente al aceite | Colgante | En lugares | No para |
| | SVT Véase (4) | | | Termo-plástico | | | | | Termo-plástico | o portátil | húmedos | uso rudo |
| Cable portátil de potencia | W | 8,367 a 253,4 (8 a 500 kcmil) | 1 a 6 | Termofijo | 8-2 1-4/0 250 500 | 8,3-33,62 42,4-107,2 126,6 253,35 | 1,52 2,03 2,41 | | Termofijo resistente al aceite | Portátil y uso extrarrudo | | |

**15.** Cuando los aislamientos y cubiertas exteriores cumplan con los requerimientos de resistencia a la propagación de incendio, baja emisión de humos y baja emisión de gas ácido halogenado, se permite que puedan estar marcados con el sufijo LS.

**16.** Los cables para elevadores de tamaño nominal de 0,519 1 $mm^2$ a 2,082 $mm^2$ (20 AWG al 14 AWG) están clasificados para 300 V y de 5,260 $mm^2$ a 33,62 $mm^2$ (10 AWG al 2 AWG) están clasificados para 600 V. Conductores de tamaño nominal de 3,307 $mm^2$ (12 AWG) con un espesor de aislamiento de 0,76 mm están clasificados para 300 V y con un espesor de 1,14 mm para 600 V.

**17.** Se permiten cintas de hule de cambray barnizado como sustitución de la cubierta interior.

**18.** Para los tipos G, SC, SCE, SCT, SO, ST y W se permite su utilización en escenarios, garajes y en otras partes donde esta NOM permite el uso de cordones flexibles.

**19.** Los cables móviles de ascensores para los circuitos de control de la operación y señalización deben incluir rellenos no-metálicos para mantener la concentricidad. Los cables deben tener miembros de soporte de acero para su suspensión de acuerdo con lo requerido en 620-41. En lugares que estén sujetos a humedad excesiva, vapores corrosivos o gases, se permite el uso de miembros de soporte de otros materiales. Cuando se utilicen miembros de soporte de acero, éstos deben colocarse en forma recta en el centro del reunido de los conductores del cable y no deben cablearse junto con los alambres de cobre de cualquier conductor. Además de los conductores usados para los circuitos de control y señalización, se permite que los cables para elevador tipo, EEO, ET, ETP y ETT incorporen en su construcción uno o más pares telefónicos de tamaño nominal de 0,5176 $mm^2$ (20 AWG), uno o más cables coaxiales, una o más fibras ópticas, o una combinación de éstos. Se permite que los pares telefónicos de tamaño nominal de 0,5176 $mm^2$ (20 AWG) estén cubiertos con un blindaje aprobado para telefonía, audio o circuitos de comunicación de alta frecuencia. Los cables coaxiales consisten de un conductor central, aislamiento y blindaje para uso en video u otros circuitos de comunicación de radio-frecuencia. Las fibras ópticas deben estar adecuadamente cubiertas con un compuesto termoplástico resistente a la propagación de incendio. El aislamiento de los conductores debe ser hule o termoplástico con un espesor no-menor al especificado para los otros conductores del tipo particular de cable. Las pantallas metálicas deben tener su propia cubierta protectora. Cuando se requiera, se permite la utilización de estos componentes en cualquier capa del ensamble del cable pero no deben colocarse en el centro en forma recta.

**20.** El tercer conductor de estos cables debe utilizarse únicamente para la puesta a tierra del equipo.

**21.** Los conductores individuales de todos los cordones, excepto aquellos cordones resistentes al calor, deben tener un aislamiento termoplástico o termofijo, con excepción del conductor de puesta a tierra del equipo que cuando se utilice debe estar de acuerdo con lo especificado en 400-23 (b).

**22.** Cuando la tensión eléctrica entre dos conductores exceda 300 V, pero no exceda 600 V, los cordones flexibles de tamaño nominal de 5,260 $mm^2$ (10 AWG) y menores deben tener en sus conductores individuales aislamiento termofijo o termoplástico con un espesor de aislamiento mínimo de 1,14 mm, a menos que se utilicen cordones tipo SO o ST.

**23.** Cuando los aislamientos y cubiertas exteriores cumplan con los requerimientos de resistencia a la propagación de incendio, baja emisión de humos y baja emisión de gas ácido halogenado, se permite que puedan estar marcados con el sufijo LS.

**24.** Los cables para elevadores de tamaño nominal de 0,519 1 $mm^2$ a 2,082 $mm^2$ (20 AWG al 14 AWG) están clasificados para 300 V y de 5,260 $mm^2$ a 33,62 $mm^2$ (10 AWG al 2 AWG) están clasificados para 600 V. Conductores de tamaño nominal de 3,307 $mm^2$ (12 AWG) con un espesor de aislamiento de 0,76 mm están clasificados para 300 V y con un espesor de 1,14 mm para 600 V.

**25.** Se permiten cintas de hule de cambray barnizado como substitución de la cubierta interior.

**400-5. Capacidad de conducción de corriente de los cables y cordones flexibles.** En las Tablas 400-5(a) y 400-5(b) se indica la capacidad de conducción de corriente de los cables y de cordones flexibles con no-más de tres conductores activos. Estas tablas se deben utilizar junto con las normas de los productos, para elegir los cables de tamaño nominal y tipo adecuados. Si hubiera más de tres conductores activos, la capacidad de conducción de

corriente de cada conductor se debe reducir a partir de la de los cables de tres conductores, en la siguiente proporción:

| Cantidad de conductores | Por ciento que se debe aplicar a los valores de las Tablas 400-5(a) y 400-5(b) |
|---|---|
| De 4 a 6 | 80 |
| De 7 a 9 | 70 |
| De 10 a 20 | 50 |
| De 21 a 30 | 45 |
| De 31 a 40 | 40 |
| De 41 en adelante | 35 |

**Temperatura máxima admisible del aislamiento.** En ningún caso se deberán agrupar los conductores de modo que excedan sus límites de temperatura, teniendo en cuenta el tipo de circuito, el tipo de instalación o la cantidad de conductores.

Un conductor neutro que sólo conduzca la corriente de desequilibrio de otros conductores del mismo circuito, no se considera como conductor activo.

En un circuito de tres hilos con dos hilos de fase y el neutro en un sistema de tres fases cuatro hilos, conectado en estrella, el conductor común conduce aproximadamente la misma intensidad de corriente que los otros conductores de fase, por lo que se debe considerar como conductor activo.

En un circuito de tres fases cuatro hilos conectado en estrella, en el que la mayor parte de la carga sea no-lineal, como lámparas de descarga, equipo electrónico y equipo de procesamiento de datos o similares, en el conductor neutro se producen corrientes armónicas, por lo que éste debe considerarse como conductor activo.

El conductor de puesta a tierra de equipo no debe considerarse como conductor activo.

Cuando se utilice un solo conductor como conductor de puesta a tierra de equipo y para transportar la corriente de desequilibrio de otros conductores para cocinas y secadoras eléctricas de ropa, como se establece en 250-60, no se debe considerar como conductor activo.

***Excepción:*** *Para otras condiciones de carga, se permite aplicar los factores de ajuste de establecidos en 310-15(b).*

> **NOTA:** Véase el Apéndice A, Tabla A-310-11 para los factores de ajuste cuando hay más de tres conductores que conducen corriente en una canalización o cable con distintas cargas.

**Tabla 400- 5(a). Capacidad de conducción de corriente de cables y cordones flexibles a temperatura ambiente de 30 °C. Véase 400- 13 y la Tabla 400- 4.**

| Tamaño nominal | | Tipo TS con termo-endurecido | Tipos C, E, EO, PD, S, SJ, SJO, SJOO, SO, SOO, SP-1, SP-2, SP-3 SRD, SV, SVO, y SVOO con termoendurecido | | Tipos AFS, AFSJ, HPD, HPN, HS, HSJ, HSJO, HSJOO, HSO y HSSOO |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Tipos TPT y TST con termo-plástico | Tipos ET, ETLB, ETP, ETT, SE, SEO, SJE, SJEO, SJT, SJTO, SJTOO, SP-1, SP-2, SP-3, SPT-1, SPT-2, SPT-3, ST, SRDE, SRDT, STO, STOO, SVE, SVEO, SVT, SVTO y STVOO con termoplástico | | |
| $mm^2$ | AWG | | | | |
| | | | A# | B# | |
| 0,1 | 27* | 0,5 | - | - | - |
| 0,51 | 20 | - | 5** | *** | - |
| 0,82 | 18 | - | 7 | 10 | 10 |
| - | 17 | - | - | 12 | - |
| 1,30 | 16 | - | 10 | 13 | 15 |
| - | 15 | - | - | - | 17 |
| 2,08 | 14 | - | 15 | 18 | 20 |
| 3,30 | 12 | - | 20 | 25 | 30 |
| 5,26 | 10 | - | 25 | 30 | 35 |
| 8,36 | 8 | - | 35 | 40 | - |
| 13,3 | 6 | - | 45 | 55 | - |
| 21,15 | 4 | - | 60 | 70 | - |
| 33,62 | 2 | - | 80 | 95 | - |

* Cable de tinsel

** Sólo cables para elevadores

*** 7 A sólo para cables para elevadores y 2 A para los demás

# Los valores de la columna A son para cables de tres conductores y otros multipolares conectados a equipos de utilización de modo que los tres cables sean portadores de corriente eléctrica. Los de la columna B son para cables de dos conductores y otros multipolares conectados a equipos de utilización de modo que sólo dos conductores sean portadores de corriente eléctrica.

**Tabla 400-5(b). Capacidad de conducción de corriente de los cables de tipo SC, SCE, SCT y G (Basada en temperatura ambiente de 30 °C. Véase la tabla 400-4)**

| Tamaño nominal del cable | | Temperatura nominal del cable | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 60 °C | | | 75 °C | | | 90 °C | | |
| $mm^2$ | AWG kcmil | D | E | F | D | E | F | D | E | F |
| 8,367 | 8 | 60 | 55 | 48 | 70 | 65 | 57 | 80 | 74 | 65 |
| 13,3 | 6 | 80 | 72 | 63 | 95 | 88 | 77 | 105 | 99 | 87 |
| 21,15 | 4 | 105 | 96 | 84 | 125 | 115 | 101 | 140 | 130 | 114 |
| 26,67 | 3 | 120 | 113 | 99 | 145 | 135 | 118 | 165 | 152 | 133 |
| 33,62 | 2 | 140 | 128 | 112 | 170 | 152 | 133 | 190 | 174 | 152 |
| 42,41 | 1 | 165 | 150 | 131 | 195 | 178 | 156 | 220 | 202 | 177 |
| Tamaño nominal del cable | | Temperatura nominal del cable | | | | | | | | |
| | | 60 °C | | | 75 °C | | | 90 °C | | |
| $mm^2$ | AWG kcmil | D | E | F | D | E | F | D | E | F |
| 53,48 | 1/0 | 195 | 173 | 151 | 230 | 207 | 181 | 260 | 234 | 205 |
| 67,43 | 2/0 | 225 | 199 | 174 | 265 | 238 | 208 | 300 | 271 | 237 |
| 85,01 | 3/0 | 260 | 230 | 201 | 310 | 275 | 241 | 350 | 313 | 274 |
| 107,2 | 4/0 | 300 | 265 | 232 | 360 | 317 | 277 | 405 | 361 | 316 |
| 126,67 | 250 | 340 | 296 | 259 | 405 | 354 | 310 | 455 | 402 | 352 |
| 152,01 | 300 | 375 | 330 | 289 | 445 | 395 | 346 | 505 | 449 | 393 |
| 177,34 | 350 | 420 | 363 | 318 | 505 | 435 | 381 | 570 | 495 | 433 |
| 202,68 | 400 | 455 | 392 | 343 | 545 | 469 | 410 | 615 | 535 | 468 |
| 253,35 | 500 | 515 | 448 | 392 | 620 | 537 | 470 | 700 | 613 | 536 |

Los valores de capacidad de conducción de corriente de la columna D son para cables de un solo conductor de tipo SC, SCE, SCT, PPE y W solamente cuando los conductores individuales no estén instalados en canalizaciones ni en contacto físico unos con otros, excepto en tramos que no excedan 60 cm, cuando atraviesen la pared de un gabinete.

Los valores de capacidad de corriente de la columna E son para cables de dos conductores y otros multiconductores conectados a equipo de utilización de modo que sólo conduzcan corriente dos conductores. Los valores capacidad de conducción de corriente de la columna F son para cables de tres conductores y otros multiconductores conectados a equipo de utilización de modo que solamente los tres conductores conduzcan corriente.

**400-6. Marcado**

**a) Marcado normal.** Los cables y cordones flexibles se deben marcar por medio de una etiqueta impresa sujeta al carrete o a la caja. La etiqueta debe contener la información que se exige en 310-11(a).

Los cordones flexibles de tipo SC, SCE, SCT, SJT, SJO, SO, ST y los cables flexibles tipo G y W deben marcarse en forma legible y permanente en su superficie exterior a intervalos que no excedan de 0,3 m con el tipo de designación, tamaño nominal y cantidad de conductores.

**b) Marcado opcional.** Se permite que los cables y cordones flexibles indicados en la Tabla 400-4 se marquen en su superficie indicando las características especiales de los materiales del cable.

**NOTA:** Estas marcas pueden ser, entre otras, "LS" para los cables con producción limitada de humo; "resistente a la luz del sol", etcétera.

**400-7. Usos permitidos**

**a) Usos.** Los cables y cordones flexibles se deben utilizar sólo para: (1) conexiones colgantes; (2) alambrado de aparatos; (3) conexión de lámparas o aparatos eléctricos portátiles; (4) cables de ascensores; (5) instalaciones de grúas y elevadores; (6) conexión de equipo fijo para facilitar cambios frecuentes; (7) para evitar la transmisión de ruido o vibraciones; (8) aparatos eléctricos cuyos medios de sujeción y conexiones mecánicas estén diseñados específicamente para desmontarlos para su fácil mantenimiento y reparación y el aparato eléctrico esté diseñado o aprobado e identificado para usarse con un cable flexible; (9) equipo de procesamiento de datos, de acuerdo con lo establecido en 645-5; (10) conexión de partes móviles; (11) instalaciones temporales permitidas en 305-4(b) y 305-4(c).

**b) Clavijas de conexión.** Cuando se utilicen como se permite en (a)(3), (a)(6) y (a)(8) de esta Sección, los cables flexibles deben estar equipados con una clavija de conexión y conectarse a la salida de receptáculo.

***Excepción:*** *Lo permitido en 364-8.*

**400-8. Usos no permitidos.** Si no se permite específicamente en 400-7, no se deben utilizar cables y cordones flexibles: (1) en sustitución de la instalación fija de un edificio; (2) cuando atraviesen orificios en paredes, suelos o techos; (3) cuando atraviesen puertas, ventanas o aberturas similares; (4) cuando vayan unidos a la superficie de un

edificio; (5) cuando estén ocultos tras las paredes, suelos o techos de un edificio o (6) cuando estén instalados en canalizaciones, excepto si se permite en otros lugares de esta NOM.

***Excepción:*** *Se permite que un cable o cordón flexible tenga una conexión en la superficie de un edificio para una toma de tensión eléctrica adecuada. La longitud del cable o del cordón desde la terminación de la toma no debe ser superior a 1,83 m.*

**400-9. Empalmes.** Los cordones flexibles cuando estén permitidos en 400-7(a) se deben utilizar sólo en tramos continuos sin empalmes ni conexiones. Se permite empalmar los cables y cordones de uso rudo (Columna 1 de la Tabla 400-4), de tamaño nominal 2,082 $mm^2$ (14 AWG) y superior, si los conductores están empalmados según lo establecido en 110-14(b) y el empalme completo mantiene el aislamiento y las propiedades del recubrimiento exterior y las características de uso del cable empalmado.

**400-10. Tensión mecánica en las uniones y terminales.** Los cordones flexibles deben tener conectados los aparatos eléctricos y accesorios de modo que la tensión mecánica ejercida sobre ellos no se transmita a las uniones o terminales.

> **NOTA:** Algunos métodos de evitar que la tensión mecánica ejercida sobre un cordón se transmita a las uniones o terminales son: (1) anudando el cordón; (2) sujetarlo con cinta aislante y (3) utilizar accesorios diseñados para ello.

**400-11. Vitrinas y escaparates.** Los cordones flexibles utilizados en las vitrinas y escaparates deben ser de tipo SJO, SJT, SO o ST.

***Excepción 1:*** *Para el alambrado de equipo de alumbrado colgado de una cadena.*

***Excepción 2:*** *Como cables de suministro de lámparas portátiles u otras mercancías expuestas a la venta.*

**400-12. Tamaño nominal mínimo.** Los conductores de un cable o de un cordón flexible deben tener tamaño nominal no inferior a lo establecido en la Tabla 400-4.

**400-13. Protección contra sobrecorriente.** Los cordones flexibles de tamaño nominal no-inferior a 0,8235 $mm^2$ (18 AWG), los cordones con brocal o los que tengan características equivalentes, de tamaño nominal inferior al aprobado para su utilización con determinados aparatos eléctricos, se deben considerar protegidos contra sobrecorriente por los dispositivos de protección descritos en 240-4.

**400-14. Protección contra daños.** Los cables y cordones flexibles se deben proteger con dispositivos o boquillas adecuadas, cuando pasen a través de orificios en las tapas, cajas de salida de conexión o gabinetes similares.

**B. Especificaciones de construcción**

**400-20. Etiquetas.** Los cables y cordones flexibles deben ser probados en fábrica y etiquetados en consecuencia, antes de empacarlos.

**400-21. Espesor nominal del aislamiento.** El espesor nominal del aislamiento de los conductores de cables y cordones flexibles no debe ser inferior al establecido en la Tabla 400-4.

**400-22. Identificación del conductor puesto a tierra.** El conductor de un cable o cordón flexible que esté diseñado como conductor puesto a tierra del circuito, debe tener una marca continua que lo distinga claramente de los demás conductores. La identificación se hará por alguno de los métodos especificados en los siguientes incisos.

**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) Trazo sobre la malla.** Un trazo sobre la malla de un color que contraste claramente con el de ésta y ningún trazo en la malla del otro conductor o conductores. No se debe utilizar ningún trazo en la malla de cualquier conductor o cordón flexible que contenga un conductor con una malla de color blanco o gris claro.

***Excepción:*** *En el caso de los cordones de tipo C y PD y los que tengan las mallas sobre los conductores individuales en color blanco o gris claro. En tales cordones se permite que la marca de identificación tenga un acabado blanco liso o gris claro en un conductor, siempre que la malla de los demás conductores lleve un trazo de color.*

**c) Aislamiento coloreado.** En los cordones que no lleven malla en los conductores individuales, un aislamiento blanco o gris claro en un conductor y un color o colores fácilmente distinguibles en el otro o en los restantes.

En los cordones con cubierta exterior que se suministren con los aparatos eléctricos, debe utilizarse un conductor con el aislamiento azul claro y los demás conductores con sus aislamientos de colores claramente distinguibles, que no sean blanco ni gris claro.

***Excepción:*** *En cordones cuyo aislamiento de los conductores esté integrado en la cubierta, se permite cubrir el aislamiento con un acabado exterior del color deseado.*

**d) Separador coloreado.** En los cordones en donde el aislamiento de los conductores esté integrado con la cubierta se debe usar un separador blanco o gris claro en un conductor y otro de un color liso fácilmente distinguible en otro conductor o conductores.

**e) Conductores estañados.** Un conductor que tenga los alambres individuales estañados y el otro conductor o conductores que tenga los alambres individuales sin estañar, para los cordones que tengan aislamiento de los conductores individuales integrado con la cubierta.

**f) Marcado en la superficie.** En los cordones, en donde el aislamiento de los conductores, esté integrado con la cubierta, una o más crestas, franjas o ranuras situadas en el exterior del cordón para identificar un conductor.

**400-23. Identificación del conductor de puesta a tierra de equipo.** Un conductor que esté diseñado para utilizarlo como conductor de puesta a tierra de equipo, debe llevar una marca de identificación continua que lo distinga claramente de los demás conductores. Los conductores con una cubierta continua verde o verde con franjas amarillas no se deben utilizar para otros fines que para puesta a tierra de equipo. La marca de identificación deberá ser alguna de las especificadas a continuación:

**a) Malla trenzada coloreada.** Una malla trenzada de color verde continuo o de color verde con una o más franjas amarillas.

**b) Aislamiento o cubierta coloreada.** En los cordones que no tengan sus 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 tenga conductor de puesta a tierra de equipo y esté equipado con clavija de conexión, esta clavija debe cumplir lo establecido en 250-59(a) y (b).

**C. Cables portátiles de tensión eléctrica nominal mayor a 600 V**

**400-30. Alcance.** Esta parte se aplica a los cables multiconductores portátiles utilizados para conectar equipo móvil y maquinaria.

**400-31. Construcción**

**a) Conductores.** Los conductores deben ser de cobre de tamaño nominal de 8,367 $mm^2$ (8 AWG) o mayores y deben ser de cableado flexible.

**b) Pantalla.** Los cables que operen a más de 2000 V deben tener pantalla, ésta tiene por finalidad limitar los esfuerzos de tensión eléctrica dentro del aislamiento.

**c) Conductor de puesta a tierra de equipo.** Deben tener un conductor o conductores de puesta a tierra de equipo. El tamaño nominal no debe ser menor que el del conductor requerido en 250-95.

**400-32. Pantalla puesta a tierra.** Todas las pantallas deben ponerse a tierra.

**400-33. Puesta a tierra.** Los conductores de puesta a tierra se deben conectar según lo establecido en el Artículo 250, parte K.

**400-34. Radio mínimo de curvatura.** El radio mínimo de curvatura para los cables portátiles, durante la instalación y manejo en servicio debe ser el adecuado para prevenir daños al cable.

**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 terminales.** Los cables portátiles no deben contener empalmes, excepto si son de tipo moldeado permanente o vulcanizado, según como se establece en 110-14(b). Las terminales de los cables portátiles de más de 600 V nominales deben ser accesibles únicamente a personal calificado.

## ARTÍCULO 402 - CABLES DE APARATOS ELÉCTRICOS

**402-1. Alcance.** Este Artículo se refiere a los requisitos generales y a las especificaciones de construcción de los cables de aparatos.

**402-2. Otros Artículos.** Los cables de aparatos deben cumplir lo establecido en este Artículo y en las disposiciones aplicables de los demás Artículos de esta NOM.

**NOTA:** Para aplicaciones a aparatos de alumbrado, véase el Artículo 410.

**402-3. Tipos.** Los cables de aparatos deben ser de un tipo indicado en la Tabla 402-3 y cumplir con los demás requisitos de la misma. Si no se indica otra cosa, los cables de aparatos de la Tabla 402-3 se pueden utilizar a tensión eléctrica de 600 V nominales.

**Tabla 402-3. Alambres para aparatos**

| Nombre genérico | Tipo de alambre para aparatos | Aislamiento | Tamaño nominal | | Espesor de aislamiento nominal, mm | Cubierta exterior | Temperatura máxima de operación | Uso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $mm^2$ | AWG | | | | |
| Alambres para aparatos con aislamiento de silicón con conductor sólido o cable 7 hilos | SF-1 | Hule silicón | 0,823 5 | (18) | 0,38 | Cubierta no metálica | 200 °C | Alambrado de aparatos Limitado a 300V |
| | SF-2 | | 0,823 5 a 2,082 | (18 a 14) | 0,76 | | | Alambrado de aparatos |
| Alambres para aparatos con aislamiento de silicón cableado flexible | SFF-1 | Hule Silicón | 0,823 5 | (18) | 0,38 | Cubierta no metálica | 150 °C | Alambrado de aparatos Limitado a 300V |
| | SFF-2 | | 0,823 5 a 2,082 | (18 a 14) | 0,76 | | | Alambrado de aparatos |
| Alambres para aparatos con aislamiento termoplástico con conductor sólido o cable 7 hilos | TF* | Termo-plástico | 0,823 5 a 1,307 | (18 a 16) | 0,76 | No | 60 °C | Alambrado de aparatos |
| Alambres para aparatos con aislamiento termoplástico cableado flexible | TFF* | Termo-plástico | 0,823 5 a 1,307 | (18 a 16) | 0,76 | No | 60 °C | Alambrado de aparatos |
| Alambres para aparatos con aislamiento termoplástico resistente al calor con conductor sólido o cable 7 hilos | TFN* | Termo-plástico | 0,823 5 a 1,307 | (18 a 16) | 0,38 | Cubierta de nylon o equivalente | 90 °C | Alambrado de aparatos |
| Alambres para aparatos con aislamiento termoplástico resistente al calor cableado flexible | TFFN* | Termo-plástico | 0,823 5 a 1,307 | (18 a 16) | 0,38 | Cubierta de nylon o equivalente | 90 °C | Alambrado de aparatos |

* Los aislamientos y la cubierta exterior que cubren los requisitos de no-propagadores de incendio y baja emisión de humo y que están aprobados, pueden designarse con el sufijo "LS".

**NOTA:** Los aislamientos termoplásticos se ponen rígidos a temperaturas inferiores a -10 °C, por lo que se debe tener el máximo cuidado cuando se instalen a esas temperaturas. Los aislamientos termoplásticos se pueden deformar a temperaturas normales si están sometidos a presión, por lo que se debe tener cuidado al instalarlos, especialmente en los puntos de apoyo.

**402-5. Capacidad de conducción de corriente máxima admisible de los cables de aparatos.** En la Tabla 402-5 se especifica la capacidad de conducción de corriente nominal admisible de los cables de aparatos.

No se debe utilizar ningún conductor en condiciones tales que su temperatura supere la especificada en la Tabla 402-3 para el tipo de aislamiento indicado.

**NOTA:** Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

**Tabla 402-5. Capacidad de conducción de corriente nominal admisible de los cables de aparatos**

| Tamaño nominal en $mm^2$ (AWG) | Capacidad de conducción de corriente permisible (A) |
|---|---|
| 0,8235 (18) | 6 |
| 1,307 (16) | 8 |
| 2,082 (14) | 17 |
| 3,307 (12) | 23 |
| 5,26 (10) | 28 |

**402-6. Tamaño nominal mínimo.** Los cables de aparatos no deben ser de tamaño nominal menor a 0,8235 $mm^2$ (18 AWG).

**402-7. Cantidad de conductores en tubo *(conduit)*.** La cantidad de cables de aparatos permitidos en tubo *(conduit)* no debe superar el factor de relleno de la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

**402-8. Identificación del cable puesto a tierra.** Un conductor de un cable de aparatos que esté proyectado para utilizarlo como conductor puesto a tierra, se debe identificar mediante bandas o por los medios descritos en los incisos (a) a (e) de 400-22.

**402-9. Marcado**

**a) Información necesaria.** Todos los cables de aparatos deben ir marcados con la información exigida en 310-11(a).

**b) Método de marcado.** Los cables de aparatos con aislamiento termoplástico se deben marcar de modo duradero en su superficie a intervalos no mayores de 610 mm; todos los demás cables de aparatos se deben marcar por medio de una etiqueta impresa pegada al rollo, carrete o caja.

**c) Marcas opcionales.** Se permite que los cables y cordones flexibles indicados en la Tabla 400-4 vayan marcados en su superficie indicando las características especiales de los materiales del cable.

**NOTA:** Estas marcas pueden ser, entre otras, "LS" para los cables con producción limitada de humo; "resistente a la luz del Sol", etcétera.

**402-10. Usos permitidos.** Se permite usar los cables de aparatos: (1) en instalaciones de aparatos de alumbrado y equipos similares cuando estén encerrados o protegidos y no sean sometidos a dobleces o retorcimientos durante su uso o (2) para conectar los aparatos de alumbrado a los conductores del circuito derivado del que reciben la corriente.

**402-11. Usos no permitidos.** Los cables de aparatos no se deben usar como conductores de los circuitos derivados.

***Excepción:*** *Como se permite en 325-16 para circuitos de Clase 1 y en 760-16 para circuitos de alarma contraincendios.*

**402-12. Protección contra sobrecorriente.** Los cables de aparatos deben estar protegidos contra sobrecorriente, según lo especificado en 240-4.

## ARTÍCULO 410-LUMINARIAS, PORTALÁMPARAS, LÁMPARAS Y RECEPTÁCULOS

### A. Disposiciones generales

**410-1. Alcance.** Este Artículo trata de las luminarias, portalámparas, colgantes, receptáculos, lámparas incandescentes, lámparas de arco, lámparas de descarga y de los cableados y equipo que forme parte de las lámparas, luminarias e instalaciones de alumbrado.

**NOTA:** El término internacional de un aparato de alumbrado es "luminaire" (latín: luminaria), que se define como una unidad completa de alumbrado consistente en una o varias lámparas junto con las piezas diseñadas para distribuir la luz, para colocar y proteger las lámparas y para conectarlas a la corriente eléctrica.

**410-2. Aplicación de otros Artículos.** Las luminarias que se utilicen en lugares peligrosos (clasificados) deben cumplir lo establecido en los Artículos 500 a 517. Las instalaciones de alumbrado que funcionen a 30 V o menos deben cumplir lo establecido en el Artículo 411. Las lámparas de arco utilizadas en los teatros deben cumplir con lo establecido en 520-61 y las utilizadas en equipo de proyección deben cumplir con 540-20. Las lámparas de arco utilizadas en sistemas de c. c. deben cumplir los requisitos generales del Artículo 710.

**410-3. Partes vivas.** Las luminarias, portalámparas, lámparas y receptáculos no deben tener partes vivas expuestas normalmente al contacto. Las terminales expuestas accesibles de los portalámparas, receptáculos y desconectadores, no se deben instalar en toldos con cubierta metálica ni en las bases abiertas de lámparas portátiles de mesa o de piso.

***Excepción:*** *Se permite que los portalámparas y receptáculos de tipo abrazaderas situados como mínimo a 2,44 m sobre el piso, tengan sus terminales expuestas.*

### B. Localización del equipo

**410-4. Luminarias en lugares específicos**

**a) En lugares húmedos y mojados.** La instalación de luminarias en lugares húmedos o mojados debe hacerse de modo que no entre ni se acumule el agua en tubo *(conduit)* de los cables, portalámparas u otras partes eléctricas. Todas las luminarias instaladas en lugares mojados deben llevar la inscripción “Adecuada para lugares mojados”. Todas las luminarias instaladas en lugares húmedos deben llevar la inscripción “Adecuada para lugares mojados” o “Adecuada para lugares húmedos”.

Respecto al requisito anterior, se consideran lugares mojados las instalaciones subterráneas en registros o trincheras de concreto o de mampostería en contacto directo con la tierra y los locales sujetos a saturación de agua u otros líquidos, como los expuestos a la intemperie y las zonas de lavado de vehículos sin proteger y otros similares.

Respecto del requisito anterior, se consideran lugares húmedos los locales protegidos de la intemperie pero expuestos a un grado moderado de humedad, como algunos sótanos, almacenes, almacenes frigoríficos y similares, las partes parcialmente protegidas bajo marquesinas, porches techados sin cubrir y similares.

**NOTA:** Respecto de las instalaciones de alumbrado en piscinas, fuentes e instalaciones similares, véase el Artículo 680.

**b) Lugares corrosivos.** Las luminarias instaladas en lugares corrosivos deben ser de un tipo adecuado para dichos lugares.

**c) Campanas o ductos de extracción de humos.** Se permite instalar luminarias en campanas de cocinas de locales no-residenciales siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

**1)** La luminaria debe estar aprobada e identificada para usarla dentro de campanas de cocinas comerciales e instalada de modo que no se superen los límites de temperatura de los materiales utilizados.

**2)** La luminaria debe estar construida de modo que los vapores de los combustibles, grasa, aceite y vapores de cocina no afecten a la lámpara ni a los cables. 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 acumule depósitos y facilite la limpieza.

**4)** Los cables y otros accesorios que suministren corriente eléctrica a la luminaria o a equipo, no deben quedar expuestos dentro de la campana.

**NOTA:** Para conductores y luminarias expuestos a agentes deteriorantes, véase 110-11.

**d) Encima de las bañeras.** No se deben instalar en una zona de 914 mm horizontalmente y de 244 mm verticalmente, medidas desde la parte superior del borde de las bañeras, ninguna parte de las luminarias conectadas

con cordón, luminarias colgantes, rieles de alumbrado, colgantes o ventiladores de techo. Esta zona incluye todo el espacio situado directamente sobre la bañera.

**410-5. Luminarias cerca de materiales combustibles.** Las luminarias deben estar construidas, instaladas o equipadas con deflectores o protectores de modo que los materiales combustibles no se vean expuestos a temperaturas superiores a 90 °C.

**410-6. Luminarias encima de materiales combustibles.** Los portalámparas instalados encima de materiales altamente combustibles no deben tener desconectador integral. Si no existe un interruptor individual para cada aparato, los portalámparas deben estar situados como mínimo a 2,44 m sobre el piso o situados y protegidos de modo que las lámparas no se puedan quitar o estropear fácilmente.

**410-7. Luminarias en los escaparates.** En los escaparates no se deben emplear luminarias con cableado externo.

***Excepción:*** *Se permite el cableado externo de las luminarias soportadas de una cadena.*

**410-8. Luminarias en roperos**

**a) Definición**

**Espacio de almacenaje.** Se define el espacio del ropero, como el volumen limitado por las paredes laterales y trasera del ropero, y por los planos que van desde el piso del ropero verticalmente hasta una altura de 1,83 m, o a la barra más alta para las perchas y paralelos a las paredes, a una distancia de 610 mm horizontalmente desde las paredes laterales y trasera del ropero, respectivamente, que continúa verticalmente paralelo a las paredes hasta el techo del ropero, a la mayor de las siguientes distancias: 305 mm en horizontal o al ancho de la repisa.

**NOTA:** Véase la Figura 410-8

En los roperos, en los que se pueda acceder por los dos lados a la barra de las perchas, el espacio del ropero incluye el volumen situado bajo la barra más alta que se prolongue 3,05 m a cada lado de la misma, en un plano horizontal, hasta el piso que rodea toda la longitud de la barra.

**b) Luminarias permitidas.** Se permite instalar en un ropero las luminarias aprobadas y listadas de los tipos siguientes:

**1)** Una luminaria incandescente montada en la superficie o empotrada y con la lámpara completamente encerrada.

**2)** Una luminaria para un tubo fluorescente, montada sobre la superficie o empotrada.

**c) Luminarias no-permitidas.** No se permite instalar en los roperos luminarias incandescentes con lámparas descubiertas o parcialmente cubiertas y luminarias o portalámparas colgantes.

**d) Localización.** Se permite instalar luminarias en los roperos del siguiente modo:

**1)** Luminarias incandescentes montadas en superficie, instaladas sobre la pared, sobre la puerta o en el techo, siempre que quede un mínimo de 305 mm entre el casquillo y el punto más cercano donde se guarde ropa.

**2)** Bases para tubos fluorescentes montados en superficie, instaladas en la pared sobre la puerta o en el techo, siempre que quede un mínimo de 1,52 m entre el casquillo y el punto más cercano donde se guarde ropa.

**3)** Luminarias incandescentes empotradas con una lámpara completamente cerrada, instalada en la pared o en el techo, siempre que quede un mínimo de 1,52 m entre la luminaria y el punto más cercano donde se guarde ropa.

**4)** Bases empotradas para tubos fluorescentes instaladas en la pared o en el techo, siempre que quede un mínimo de 152 mm entre el casquillo y el punto más cercano donde se guarde ropa.

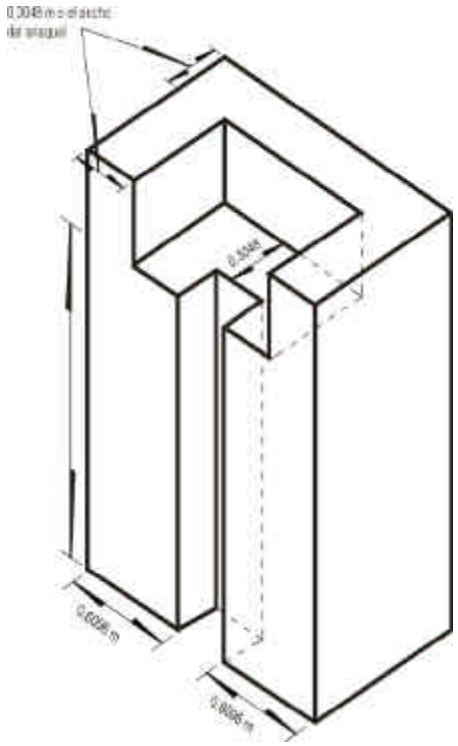


**Figura 410-8. Espacio de un ropero**

**410-9. Alumbrado en nichos.** Los nichos deben tener un espacio adecuado y estar situados de modo que las lámparas y su equipo se puedan instalar y mantener adecuadamente.

**C. Cajas de salida, tapas y cubiertas ornamentales para luminarias**

**410-10. Espacio para los conductores.** En conjunto, las cubiertas ornamentales de luminarias y cajas de salida, deben dejar un espacio adecuado para instalar adecuadamente los conductores de las luminarias y sus dispositivos de conexión.

**410-11. Límites de temperatura de los conductores en las cajas de salida.** Las luminarias deben estar construidas e instaladas de manera que los conductores en las cajas de salida no estén expuestos a temperaturas superiores a su temperatura nominal.

Los cables de un circuito derivado no deben pasar a través de una caja de salida que forme parte integrante de una luminaria incandescente, excepto si la luminaria está aprobada e identificada para que pasen cables a través del mismo.

**410-12. Tapas de las cajas registro de salida.** En una instalación terminada, todas las cajas de registro deben tener tapa, excepto si están cubiertas por una tapa ornamental, portalámparas, receptáculo o dispositivo similar.

***Excepción:*** *Lo que se establece en 410-14(b).*

**410-13. Protección de los materiales combustibles en las cajas de salida.** Se debe proteger con material no-combustible cualquier pared o techo acabados con material combustible expuesto, que se halle entre el borde de una tapa ornamental para luminarias y la caja registro de salida.

**410-14. Conexión de las luminarias de descarga**

**a) Independientemente de las cajas de salida.** Cuando las luminarias de descarga estén soportadas independientemente de la caja registro de salida, se deben conectar a través de canalizaciones metálicas, canalizaciones no metálicas, cables de tipo MC, AC o MI o cables con recubrimiento no metálico.

***Excepción:*** *Se permite luminarias conectadas con cordón, como se establece en 410-30(b) y (c).*

**b) Acceso a las cajas.** Las luminarias de descarga montadas en superficies ocultas sobre cajas registro, para tirado, salida, o empalme, se deben instalar con aberturas adecuadas en la parte posterior del equipo de alumbrado que permita el acceso a las cajas.

**D. Soportes de luminarias**

**410-15. Soportes**

**a) Requisitos generales.** Las luminarias, portalámparas y receptáculos deben estar firmemente sujetos. Un equipo de alumbrado que pese más de 2,72 kg o exceda de 40 cm en cualquiera de sus dimensiones, no se debe soportar sólo por el casquillo roscado de un equipo de alumbrado.

**b) Postes metálicos como soporte de luminarias.** Se permite utilizar postes metálicos para soportar luminarias y llevar por dentro los cables de suministro, siempre que cumplan las siguientes condiciones:

**1)** Un registro de mano accesible no-menor a 50 mm por 102 mm, que tenga una cubierta hermética a la lluvia, proporcionará acceso a la canalización o a las terminales del cable dentro del poste o dentro de la base del poste. En donde la canalización o el cable no estén instalados dentro del poste, se debe soldar un accesorio roscado o un niple al lado contrario del registro para su conexión. Se permite que los postes se suelden en campo o se encinten. Estos postes deben estar tapados o cubiertos.

***Excepción:*** *Se permite prescindir del registro exigido en el anterior inciso (b)(1) en postes metálicos de 6 m de altura o menos sobre el nivel del suelo, si el poste lleva una base removible. La terminal de puesta de tierra debe ser accesible y estar dentro de la base. Las dos partes de la columna con bisagra se deben puentear.*

**2)** Debe existir una terminal para poner a tierra el poste, que sea accesible desde el registro de inspección.

***Excepción:*** *Se permite prescindir del registro de inspección y de la terminal de tierra requerida en (b)(1) y (b)(2) anteriores donde los cables de suministro estén instalados continuos sin empalmes ni conexiones hasta una luminaria montada en un poste metálico de 2,44 m de altura o menos sobre el suelo y cuando el interior del poste y los puntos en que pueda haber empalmes estén accesibles cuando se remueva el equipo de alumbrado.*

**3)** Las canalizaciones metálicas o los conductores de tierra del equipo se deben puentear al poste mediante un conductor de puesta a tierra, como se establece en 250-91(b) y en 250-95.

**4)** Los conductores instalados en postes metálicos verticales, utilizados como canalizaciones, deben estar sujetos conforme a lo establecido en 300-19.

**410-16. Medios de soporte**

**a) Cajas registro de salida.** Cuando la caja registro de salida o un herraje ofrezca un medio de sujeción adecuado, se puede soportar de ellos la luminaria o apoyarla según como se requiere en 370-23 para las cajas de registro. Una luminaria que pese más de 22,7 kg se debe sujetar independientemente de la caja registro de salida.

**b) Inspección.** Las luminarias se deben instalar de manera que las conexiones entre los conductores del equipo y los del circuito se puedan inspeccionar sin tener que desconectar ninguna parte de la instalación.

***Excepción:*** *Las luminarias conectadas por clavija y receptáculo.*

**c) Falso plafón.** Se permiten utilizar los miembros del armazón de los techos suspendidos como apoyo, si éstos están adecuadamente soportados y firmemente sujetos entre sí y a la estructura del edificio, para soportar luminarias. Las luminarias así apoyadas se deben sujetar al armazón por medios mecánicos como pernos, tornillos o remaches. También se permite usar clips aprobados e identificados para su uso con ese tipo de armazón de techo y envolvente.

**d) Pernos de sujeción de las luminarias.** Los pernos de sujeción de las luminarias que no formen parte de las cajas registro de salida, tirantes, trípodes y patas de gallo, deben ser de acero, hierro maleable u otro material adecuado para esa aplicación.

**e) Juntas aislantes.** Las juntas aislantes que no estén diseñadas para montarlas con tornillos o pernos, deben llevar una cubierta exterior metálica aislada de las dos conexiones roscadas.

**f) Herrajes de las canalizaciones.** Los herrajes de las canalizaciones que se utilicen como soporte de luminarias, deben ser capaces de soportar el peso de todo el equipo con sus lámparas.

**g) Electroductos.** Se permite conectar las luminarias a electroductos, como se establece en 364-12.

**h) Árboles.** Se permite que las luminarias de exteriores y sus accesorios estén sujetas en los árboles.

**NOTA 1:** Respecto de las limitaciones para apoyar conductores aéreos, véase 225-26.

**NOTA 2:** Respecto de la protección de los conductores, véase 300-5(d).

**E. Puesta a tierra**

**410-17. Condiciones generales.** Las luminarias y equipo de iluminación se deben poner a tierra de acuerdo con lo que establece la parte E de este Artículo.

**410-18. Partes expuestas de luminarias**

**a) Con partes expuestas vivas.** Se deben poner a tierra las partes expuestas de las luminarias y equipo directamente conectados o cableados a cajas de registro con puesta a tierra.

**b) Hechos de material aislante.** Las partes expuestas de las luminarias, directamente conectadas o cableadas a cajas de registro sin medios para puesta a tierra, deben estar hechas de material aislante y no presentar partes conductivas expuestas.

**410-19. Equipos de más de 150 V a tierra**

**a) Luminarias metálicas, transformadores y envolventes de transformadores.** Se deben poner a tierra las luminarias metálicas, transformadores y envolventes de transformadores, en circuitos que funcionen a más de 150 V a tierra.

**b) Otras partes metálicas expuestas.** Otras partes metálicas expuestas se deben poner a tierra o aislar de tierra y de otras superficies conductoras y ponerlas fuera del alcance de personas no-calificadas.

***Excepción:*** *No se requiere poner a tierra los cables de sujeción de las lámparas, los tornillos de montaje, clips y bandas decorativas de las lámparas de cristal que estén separadas por lo menos a 4 cm de las terminales de las lámparas.*

**410-20. Conexión del conductor de puesta a tierra del equipo.** Las luminarias con partes metálicas expuestas deben estar dotadas de un medio para conectar un conductor de puesta a tierra.

**410-21. Métodos de puesta a tierra.** Se considerará que las luminarias están puestas a tierra cuando estén mecánicamente conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipo, tal como se especifica en 250-91(b), de tamaño adecuado a lo establecido en 250-95.

**F. Alambrado de las luminarias**

**410-22. Requisitos generales.** El cableado en o dentro de las luminarias debe estar acomodado ordenadamente y no estar expuesto a daño físico. Se debe evitar el exceso de cables. Los conductores deben estar colocados de manera que no estén sujetos a temperaturas superiores a su temperatura nominal de operación.

**410-23. Polaridad de las luminarias.** Las luminarias deben estar instaladas de manera que los casquillos roscados de las lámparas estén conectados al mismo conductor o terminal del equipo o circuito. El conductor puesto a tierra, cuando esté conectado a la portalámparas se debe conectar a la parte roscada del casquillo.

**410-24. Conductores**

**a) Aislamiento.** Las luminarias deben cablearse con conductores que tengan un aislamiento adecuado para la intensidad de corriente y tensión eléctricas, temperatura y otras condiciones ambientales a las que vayan a estar expuestos.

**b) Tamaño nominal de los conductores.** Los conductores de luminarias no deben tener un tamaño nominal inferior a 0,823 $mm^2$ (18 AWG).

**NOTA 1:** Para la capacidad de conducción de corriente admisible en los cables de equipo, véase 402-5.

**NOTA 2:** Para los límites de tensión eléctrica y de temperatura de funcionamiento de cables de equipo, véase 402-3.

**410-25. Conductores para determinadas condiciones**

**a) Portalámparas con casquillo tipo mogul.** Las luminarias dotadas con portalámparas de casquillo roscado de tipo mogul y cuya tensión eléctrica no supere 300 V entre conductores, deben instalarse con cables de luminarias de tipos AF, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, PF, PGF, PFF, PGFF, PTF, PTFF, PAF, PAFF, XF, XFF, ZF o ZFF.

**b) Portalámparas con casquillo roscado de otro tipo.** Las luminarias provistas con portalámparas con casquillo roscado de otro tipo distinto al de base mogul y cuya tensión eléctrica no exceda 300 V entre conductores, deben instalarse con cables de luminarias de tipos AF, SF-1, SF-2, PF, PGF, PFF, PGFF, PTF, PTFF, PAF, PAFF, XF, XFF, ZF o ZFF, o con cordones flexibles de tipo AFC o AFPD.

***Excepción 1:*** *Se permite utilizar cables de luminarias de tipos TFN y TFFN cuando la temperatura no supere 90 °C.*

***Excepción 2:*** *Se permite utilizar cables recubiertos de hule de tipo RH y RHW y cables de luminarias de tipos RFH-1, RFH-2, y FFH-2, cuando la temperatura supere 60 °C pero no 75 °C .*

***Excepción 3:*** *Cuando la temperatura no supere 60 °C, se permite utilizar cables con recubrimiento termoplástico de tipo TW y cables de luminarias de tipos TF y TFF, incluidas las luminarias de tipo decorativo en los que se utilicen lámparas de no-más de 60 W tipo vela.*

**NOTA:** Para los cables y conductores de equipo, véase 402-3 y la Tabla 402-3. Para los cables flexibles, véase la Tabla 400-5(a).

**410-27. Conductores colgantes para lámparas incandescentes**

**a) Soportes.** Los portalámparas colgantes con cables conectados permanentemente, cuando se utilicen para aplicaciones distintas de las guirnaldas, deben ir colgados de conductores independientes trenzados, recubiertos de hule, que vayan soldados directamente a los conductores del circuito, pero soportados en forma independiente de los mismos.

**b) Tamaño nominal.** Dichos conductores colgantes no deben ser de tamaño nominal inferior a 2,082 $mm^2$ (14 AWG) cuando vayan conectados a portalámparas con casquillo roscado tipo normal o de tipo mogul ni menores a 0,823 $mm^2$ (18 AWG) para portalámparas de tipo medio o candelabro.

***Excepción:*** *Se permite que los conductores para árboles de Navidad y luminarias para decoración aprobados y listados, sean menores a 0,823 $mm^2$ (18 AWG).*

**c) Cableados o torcidos.** Los conductores colgantes de más de 914 mm de largo, deben trenzarse juntos, donde no exista un cable soporte.

**410-28. Protección de los conductores y su aislamiento**

**a) Sujetos adecuadamente.** Los conductores deben estar sujetos de modo que no se rompa ni se roce el aislamiento.

**b) Protección a través de metales.** Cuando los conductores pasen a través de metales, su aislamiento debe protegerse de la abrasión.

**c) Brazos de las luminarias.** En los brazos o mangos de las luminarias no debe haber empalmes o conexiones.

**d) Empalmes y conexiones.** Dentro de una luminaria no se debe hacer empalmes o conexiones innecesarias.

**NOTA:** Véase 110-14 para los métodos aprobados de hacer conexiones.

**e) Cableado.** Se deben utilizar conductores cableados para la instalación del alambrado en cadenas de luminarias y en otras partes móviles o flexibles.

**f) Tensión mecánica.** Los conductores se deben instalar de modo que el peso del aparato de alumbrado o sus partes móviles no los someta a tensión mecánica.

**410-29. Vitrinas conectadas mediante cordón.** Se permite conectar las vitrinas individuales que no sean fijas, mediante un cordón flexible a un receptáculo fijo, y se permite conectar grupos de no-más de seis vitrinas juntas mediante cordón flexible y clavijas de seguridad, estando una del grupo conectada mediante cordón flexible a un receptáculo fijo.

Esta instalación debe cumplir con las siguientes condiciones:

**a) Requisitos de los cordones.** Los cordones flexibles deben ser de tipo "uso rudo", con conductores de tamaño nominal no-menor al de los conductores del circuito derivado y una capacidad de conducción de corriente al menos igual a la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado y con conductor de puesta a tierra del equipo.

**NOTA:** Para tamaño nominal del conductor de tierra del equipo, véase la Tabla 250-95.

**b) Receptáculos, cordones y clavijas de conexión.** Los receptáculos, cordones y clavijas de conexión deben ser de tipo con terminal de puesta de tierra aprobados y listados, de 15 o 20 A.

**c) Sujeción.** Los cordones flexibles se deben sujetar por debajo de las vitrinas, de modo que: (1) los cables no estén expuestos a daño físico; (2) la separación no exceda de 50 mm entre vitrinas; la separación entre la primer vitrina y el receptáculo fijo no sea mayor de 300 mm, y (3) el cable que quede al final del grupo de vitrinas lleve un conectador hembra que no sobresalga de la vitrina.

**d) Otros equipos.** A las vitrinas no se debe conectar eléctricamente equipos distintos a las mismas.

**e) Circuito o circuitos secundarios.** Cuando las vitrinas se conecten con cordón, los circuitos secundarios de cada balastro de las lámparas de descarga deben ser sólo para una vitrina.

**410-30. Portalámparas y luminarias conectadas con cordón**

**a) Portalámparas.** Cuando se conecte un portalámparas metálico con un cordón flexible, la entrada debe estar equipada con una boquilla aislante, si es roscada, no debe ser menor que el de tubería de tamaño nominal 10 mm. El orificio para el cordón debe ser de tamaño adecuado y se deben eliminar todas las rebabas y partes cortantes que pudiera tener con la finalidad de que la superficie por la que pase el cable quede lisa.

**b) Luminarias ajustables.** Las luminarias que requieran ajuste o que deban moverse para dirigirlas después de su instalación, no es necesario que vayan equipadas con un cordón con clavija siempre que el cable que quede expuesto sea de uso rudo o uso extrarrudo y no-más largo de lo necesario para hacer el ajuste. El cable no debe estar expuesto a esfuerzos o a daño físico.

**c) Luminarias eléctricas de descarga**

**1)** Una luminaria o conjunto de luminarias aprobadas para este uso, se permite que estén conectadas por un cordón, si están situadas directamente bajo la caja registro de salida electroducto y el cordón es visible de modo continuo en toda su longitud fuera de la luminaria y no está expuesto a esfuerzos ni a daño físico. Dichas luminarias deben terminar en el otro extremo del cordón con una clavija con terminal de puesta de tierra o mediante conectador para electroducto.

***Excepción:*** *No es necesario que una luminaria o conjunto de luminarias aprobadas que lleven un cordón y una tapa ornamental, termine en el extremo del cable con una clavija o conectador para electroducto.*

**2)** Se permite conectar luminarias de descarga dotadas de portalámparas roscadas de tipo mogul, a circuitos derivados de 50 A o menos, mediante cordones que cumplan lo establecido en 240-4. Se permite que los receptáculos y los cordones de conexión sean de una capacidad de conducción de corriente menor que la del circuito derivado, pero no-menor a 125% de la capacidad nominal de la luminaria.

**3)** Se permite que las luminarias de descarga equipadas con un receptáculo sujeto a la luminaria, que no sobresalga de su superficie, se alimenten mediante cordones colgantes terminados con conectadores. Se permite que los receptáculos y los cordones de conexión sean de menor capacidad de conducción de corriente que la del circuito derivado, pero no-menor a 125% de la capacidad nominal de la luminaria.

**410-31. Uso de las luminarias como canalizaciones.** Las luminarias no se deben usar como canalizaciones de los conductores del circuito.

***Excepción 1:*** *Las luminarias listadas para usarlas como canalizaciones.*

***Excepción 2:*** *Se permite que las luminarias proyectadas para montarse pegadas una a la otra de forma que constituyan una canalización continua, o las luminarias conectadas mediante métodos de instalación aprobados, se utilicen para el paso de conductores de circuitos derivados de dos hilos o multiconductores que alimenten a dichos equipos.*

***Excepción 3:*** *Se permite pasar a través de las luminarias un circuito adicional de dos hilos que alimente a una o más de las luminarias conectadas como se describe en la Excepción 2.*

**NOTA:** Para la definición de circuito derivado multiconductor, véase el Artículo 100.

Los conductores del circuito derivado que estén situados a menos 76 mm del balastro dentro del compartimento del balastro, deben tener una temperatura nominal de aislamiento no-inferior a 90 °C, como los de tipo RHH, THW, THHN, THHW, FEP, FEPB, SA y XHHW.

**G. Construcción de las luminarias**

**410-34. Pantallas y gabinetes combustibles.** Debe quedar un espacio de aire adecuado entre las lámparas y las pantallas u otros gabinetes de material combustible.

**410-35. Valores nominales de las luminarias**

**a) Marcas.** Todos las luminarias que funcionen con balastros o transformadores deben estar claramente marcadas con sus parámetros eléctricos nominales y el nombre del fabricante, marca comercial u otro medio adecuado de identificación. Un aparato cuyo cable de alimentación tenga que soportar una temperatura nominal superior a 90 °C, debe indicarlo así con letras de 6 mm de alto, situadas en un lugar prominente tanto en el aparato como en su empaque o equivalente.

**b) Valores eléctricos.** Los valores eléctricos nominales deben incluir la tensión eléctrica y la frecuencia, así como la capacidad nominal de la unidad, incluido el balastro, transformador o autotransformador.

**410-36. Diseño y materiales.** Las luminarias deben estar construidas de metal, madera u otro material adecuado para su uso y deben estar diseñadas y montadas de modo que aseguren la resistencia mecánica y la rigidez necesarias. El compartimento para cables, incluyendo las entradas, debe diseñarse de tal manera que se puedan insertar y sacar los cables sin daño físico.

**410-37. Luminarias no-metálicas.** En todas las luminarias no construidas completamente de metal o material no-combustible, el compartimento de los cables debe estar forrado de metal.

***Excepción:*** *Cuando se utilicen cables blindados o recubiertos de plomo con herrajes adecuados.*

**410-38. Resistencia mecánica**

**a) Tubos para los brazos.** Los tubos utilizados como brazos y varillas deben tener un espesor no-menor a 0,1 mm, cuando sean roscados en el sitio y no-menor de 0,7 mm si se suministran roscados. Los brazos y otras partes deben estar sujetos para evitar que giren.

**b) Cubiertas ornamentales metálicas.** Las cubiertas ornamentales metálicas que soporten portalámparas, pantallas, etc., de más de 3,63 kg o que llevan incorporados receptáculos, deben tener un espesor no-menor a 0,5 mm. Las demás cubiertas ornamentales deben tener un espesor no-menor a 0,4 mm, si son de acero, y no-menor de 0,5 mm si son de otros metales.

**c) Desconectadores en las cubiertas ornamentales.** No se deben instalar desconectadores accionados por cadena en los bordes de cubiertas ornamentales metálicas de un espesor menor de 0,6 mm, excepto si los bordes están reforzados por un doblez que forme un cordón o equivalente. Si se montan desconectadores accionados por cadena en los bordes u otro lugar de las cubiertas ornamentales de luminarias, no deben estar situados a más de 9 cm del centro de la cubierta. Cuando en la cubierta se instale un desconectador accionado por cadena o un receptáculo colgante, estas luminarias se deben sujetar por doble tornillo pasante, doble abrazadera, una abrazadera con rosca u otro método equivalente.

Las medidas anteriores se refieren a cubiertas ornamentales ya acabadas.

**410-39. Espacio para los cables.** El cuerpo de las luminarias, incluidas las lámparas portátiles, debe tener un espacio amplio para empalmes y conexiones y para la instalación de accesorios. El espacio donde se hagan los empalmes debe ser de material no-absorbente y no-combustible.

**410-42. Lámparas portátiles**

**a) Requisitos generales.** Las lámparas portátiles se deben instalar con cordones flexibles como los indicados en 400-4 y con clavija polarizada con puesta de tierra. Cuando se utilicen con portalámparas con base tipo Edison, se debe identificar el conductor puesto a tierra y conectarlo al casquillo y a la terminal de la clavija identificada para puesta a tierra.

**b) Lámparas de mano.** Además de lo establecido en 410-42(a), las lámparas de mano deben cumplir las siguientes condiciones: (1) no deben ser de casquillo metálico forrado de papel aislante; (2) deben estar equipadas con una empuñadura de un compuesto moldeado u otro material aislante; (3) deben estar equipadas con un protector adecuado, sujeto al portalámparas o a la empuñadura; (4) si el protector fuera metálico, debe estar puesto a tierra a través de un conductor de puesta a tierra del equipo que se instale junto con los conductores de la alimentación de la energía, a través del cordón de alimentación.

**410-44. Boquilla para cordones.** Cuando un cordón flexible entre por la base o el vástago de una lámpara portátil, se debe instalar una boquilla o su equivalente. Esta boquilla debe ser de material aislante, a no ser que se utilice un cordón con cubierta protectora.

**410-45. Pruebas.** El alambrado debe estar libre de cortocircuitos y contactos a tierra. Antes de conectar el circuito se debe probar que no tenga estos defectos.

**410-46. Partes vivas.** Las partes vivas expuestas en el interior de las luminarias de porcelana, deben estar protegidas adecuadamente y situadas de modo que no sea probable que los cables entren en contacto con ellas. Entre las partes vivas y el plano de montaje de la luminaria debe quedar un espacio de 12,7 mm como mínimo.

### H. Instalación de portalámparas

**410-47. Portalámparas roscados.** Los portalámparas roscados se deben utilizar exclusivamente como portalámparas. Cuando reciban energía eléctrica mediante un cable con conductor puesto a tierra, este conductor se debe conectar al casquillo del portalámparas.

***Excepción:*** *Cuando el portalámparas por su diseña tenga integrados receptáculos, se deben instalar como lo indica el fabricante.*

**410-48. Portalámparas con desconectador de doble polo.** Cuando estén alimentados por un circuito con cable sin conductor para poner a tierra, el desconectador del portalámparas debe desconectar simultáneamente ambos conductores.

**410-49. Portalámparas en lugares húmedos o mojados.** Los portalámparas instalados en lugares húmedos o mojados deben ser tipo intemperie.

**I. Construcción de los portalámparas**

**410-50. Aislamiento.** La caja metálica exterior y la cubierta de los portalámparas deben estar forradas de material aislante que evite que esas piezas formen parte del circuito. El forro no debe extenderse más de 3,2 mm de la parte metálica, pero debe evitar que cualquier parte activa de la base de la lámpara quede expuesta cuando la lámpara esté instalada en el portalámparas.

**410-51. Cables de conexión.** Los cables de conexión que formen parte de los portalámparas a prueba de intemperie y pueden quedar expuestos después de la instalación, deben llevar conductores cableados y con cubierta de hule, aprobados, de tamaño nominal no-inferior a 2,082 $mm^2$ (14 AWG) y deben sellarse durante la instalación o hacerlos herméticos a la lluvia por cualquier otro medio.

***Excepción:*** *Se permite utilizar conductores de tamaño nominal de 0,823 $mm^2$ (18 AWG), con cubierta de hule para bases de candelabros.*

**410-52. Portalámparas con desconectadores.** Los portalámparas con desconectador deben estar construidos de manera que el mecanismo interrumpa la conexión eléctrica con el contacto central. El mecanismo desconectador debe permitir interrumpir la conexión eléctrica al casquillo, si simultáneamente se interrumpe la conexión con el contacto central.

**J. Lámparas y equipos auxiliares**

**410-53. Bases, lámparas incandescentes.** Las lámparas incandescentes de uso general en circuitos derivados de alumbrado, no deben ir equipadas con un casquillo tipo mediano si son de capacidad nominal mayor de 300 W, ni con un casquillo de tipo mogul si son de capacidad nominal mayor de 1500 W. Para lámparas de más de 1500 W se debe utilizar casquillos especiales u otros dispositivos.

**410-54. Equipo auxiliar de las lámparas de descarga eléctrica**

**a) Envolventes.** El equipo auxiliar de las lámparas de descarga debe ir encerrado en envolventes no- combustibles y se deben considerar como fuentes de calor.

**b) Desconectadores.** Cuando se alimenten de un circuito por medio de cables sin conductor conectado a tierra, el desconectador del equipo auxiliar debe desconectar simultáneamente todos los conductores.

**K. Receptáculos, cordones de conexión y clavijas**

**410-56. Capacidad nominal admisible y tipo**

**a) Receptáculos.** Los receptáculos instalados para conectar cordones de luminarias portátiles, deben tener una capacidad nominal no-menor de 15 A, 125 o 127 V, o 15 A, 250 V y deben ser de un tipo no adecuado para uso como portalámparas

***Excepción:*** *Se permite el uso de receptáculos de 10 A, 250 V en edificios no-residenciales, para la conexión de equipo que no sean lámparas de mano portátiles, herramientas de mano y extensiones.*

**b) Receptáculos tipo CO/ALR.** Los receptáculos de 20 A nominales o menores y conectados directamente a conductores de aluminio, deben llevar la marca CO/ALR.

**c) Receptáculos de tierra aislada.** Los receptáculos previstos para la reducción del ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas), como se permite en 250-74 Excepción 4, se deben identificar mediante un triángulo naranja situado en su parte frontal. Las tapas con esta marca se deben utilizar sólo con conductores de puesta a tierra aislados, de acuerdo con 250-74, Excepción 4. Los receptáculos de tierra aislada, instalados en cajas no metálicas, deben ir cubiertos por una tapa no metálica. Las placas protectoras pueden ser metálicas o de material aislante no-combustible, y tener un espesor de forma que tengan resistencia mecánica adecuada. Las placas protectoras metálicas se deben conectar a tierra.

**d) Posición de las tapas frontales de los receptáculos.** Después de instalarlas, la parte frontal de los receptáculos debe quedar a nivel o sobresalidos de sus tapas protectoras de material aislante y deben sobresalir un mínimo de 0,4 mm cuando se usen tapas protectoras. Las tapas protectoras se deben instalar de modo que cubran completamente la abertura y asienten perfectamente sobre la superficie en la que vayan montadas. Los receptáculos montados en cajas empotradas en la pared, como se permite en 370-20, se deben instalar de modo que el soporte del receptáculo se mantenga rígidamente sujeto contra la superficie de la pared. Los receptáculos montados en cajas que queden a nivel con la superficie de la pared o sobresalgan de la misma, deben instalarse de modo que el soporte del receptáculo quede sujeto contra la caja o contra la extensión que sobresalga de la caja.

**e) Clavijas de conexión.** Todas las clavijas y cordones de conexión de 15 y 20 A deben estar construidos de modo que no queden expuestas partes que transporten energía, excepto las correspondientes a las partes exteriores de las piezas de contacto o de la tapa que cubre los alambres. La cubierta de las terminales de los cables debe ser una parte esencial para el funcionamiento de una clavija o conectador (construcción de frente muerto).

**f) Mecanismos de separación de las clavijas.** Los mecanismos de separación de las clavijas de conexión no deben afectar negativamente a la conexión de los vástagos de la clavija con los receptáculos.

**g) No intercambiables.** Los conectadores y clavijas deben estar construidas de modo que el receptáculo no admita una clavija con distinta tensión eléctrica o capacidad de conducción de corriente nominales para las que esté diseñado. Los receptáculos y cordones de conexión sin puesta de tierra, no deben permitir la conexión de clavijas con puesta de tierra.

***Excepción:*** *Se permite que un receptáculo o conectador en T de 20 A pueda conectar una clavija de 15 A para la misma tensión eléctrica.*

**h) Receptáculos en tapas sobrepuestas.** Los receptáculos instalados en tapas sobrepuestas no se deben sujetar únicamente con un solo tornillo.

***Excepción:*** *Los dispositivos, conjuntos o tapas aprobados e identificados para ese uso.*

**410-57. Receptáculos en lugares húmedos o mojados**

**a) Lugares húmedos.** Un receptáculo instalado en el exterior en un lugar protegido contra la intemperie o en otros lugares húmedos, debe tener una envolvente para el receptáculo que sea a prueba de intemperie cuando el receptáculo esté cubierto (sin meter la clavija y con la tapa cerrada).

Una instalación adecuada para lugares mojados se debe considerar también apta para lugares húmedos.

Se considera que un receptáculo está en un lugar protegido contra la intemperie cuando esté instalado en pórticos abiertos bajo techo, marquesinas, cornisas y similares, y no se encuentre expuesto a salpicaduras de la lluvia o caídas de agua.

**b) Lugares mojados.** Un receptáculo instalado en un lugar mojado debe estar en una envolvente a prueba de intemperie, cuya integridad no se vea afectada cuando se introduzca la clavija.

***Excepción:*** *Se permite que haya envolventes que no sean a prueba de intemperie cuando se introduzca la clavija, en el caso de los receptáculos instalados en lugares mojados para usar con herramientas eléctricas portátiles u otras luminarias de mano que se conectan a la salida sólo cuando son utilizados.*

**c) En bañeras y regaderas.** No se debe instalar receptáculos en los espacios próximos a las bañeras y regaderas.

**d) Protección de los receptáculos instalados en el piso.** Las cajas donde vayan instalados los receptáculos en piso deben permitir la operación de equipo pero sin afectar a los receptáculos.

**e) Montaje al ras con tapa protectora.** La envolvente de receptáculos, en una caja de salida montada al ras con la superficie de la pared, se debe hacer a prueba de intemperie por medio de una tapa protectora de intemperie que constituya una junta hermética al agua entre la tapa y la superficie de la pared.

**f) Instalación.** Una toma de salida para receptáculo instalada en exterior debe estar situada de modo que no sea probable que el agua acumulada toque a la tapa o placa protectora del registro.

**410-58. Receptáculos, adaptadores, cordones de conexión y clavijas del tipo de puesta de tierra**

**a) Polos de puesta de tierra.** Los receptáculos, cordones de conexión y las clavijas del tipo de puesta a tierra deben llevar un polo fijo de tierra, además de los polos normales del circuito.

**b) Identificación del polo de tierra.** Los receptáculos, cordones de conexión y clavijas del tipo de puesta de tierra deben disponer de un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de equipo al polo de tierra. La terminal de conexión para el polo de tierra debe distinguirse por:

**1)** Un tornillo de cabeza hexagonal o tuerca hexagonal de color verde, que no se quite fácilmente.

**2)** Un conectador a presión de color verde (barril para cable).

**3)** En el caso de los adaptadores, un conectador similar de color verde.

La terminal de tierra del adaptador debe ser una zapata rígida de color verde o un dispositivo similar. La conexión de tierra debe estar diseñada de modo que no pueda hacer contacto con otras partes energizadas de la base, adaptador o clavija. El adaptador debe estar polarizado.

**4)** Si la terminal del conductor de puesta a tierra del equipo no es visible, el orificio de entrada del conductor debe estar identificado con la palabra "verde" o "tierra" o las letras “V” o “T”, o un símbolo de toma de tierra. Si la terminal del conductor de puesta a tierra del equipo se puede desmontar fácilmente, se debe marcar del mismo modo la zona adyacente.

**c) Uso de la terminal de puesta a tierra.** La terminal de puesta a tierra no se debe utilizar para otro objetivo que poner a tierra.

**d) Requisitos de los polos de tierra.** Las clavijas, sus cordones de conexión y receptáculos con puesta a tierra, deben estar diseñadas de modo que la conexión de puesta a tierra se haga antes que las conexiones portadoras de corriente eléctrica. Los dispositivos de tipo puesta a tierra deben estar diseñados de modo que los vástagos o polos de puesta a tierra de las clavijas no puedan entrar en contacto con las partes energizadas de los receptáculos o de los conectadores.

**e) Uso.** Las clavijas de tipo puesta a tierra sólo se deben utilizar con cables que tengan conductor de puesta a tierra.

**L. Disposiciones especiales para luminarias montadas en cavidades o empotradas**

**410-64. Requisitos generales.** La instalación de luminarias empotradas en techos o paredes debe cumplir lo establecido en 410-65 hasta 410-72.

**410-65. Temperatura**

**a) Materiales combustibles.** Las luminarias se deben instalar de modo que los materiales combustibles adyacentes a los mismos no estén expuestos a temperaturas superiores a 90 °C.

**b) Construcción resistente al fuego.** Cuando se empotre una luminaria en un material resistente al fuego en un edificio o en una construcción resistente al fuego, se debe considerar que es aceptable una temperatura superior a 90 °C pero no-superior a 150 °C, si la luminaria está claramente marcada como listada para esa aplicación.

**c) Luminarias incandescentes empotradas.** Las luminarias incandescentes deben tener protección térmica y estar aprobadas e identificadas como protegidas térmicamente.

***Excepción 1:*** *Las luminarias con lámparas incandescentes empotradas en concreto, aprobadas e identificadas para ese uso.*

***Excepción 2:*** *Las luminarias con lámparas incandescentes empotradas, aprobadas e identificadas de forma que por su diseño y construcción, ofrezcan un comportamiento equivalente al de lámparas térmicamente protegidas y estén identificadas de ese modo.*

**410-66. Espaciamiento e instalación**

**a) Espaciamiento.** Las partes empotradas de los gabinetes para luminarias que no estén en los puntos de apoyo, deben tener una separación mínima de 13 mm de los materiales combustibles.

***Excepción:*** *Las luminarias empotradas aprobadas e identificadas como adecuadas para que su material aislante esté en contacto directo con la luminaria.*

**b) Instalación.** El aislante térmico no se debe instalar a menos de 80 mm del recinto donde vaya empotrado el equipo de alumbrado, compartimento para cables o balastro, y no se debe instalar encima del equipo de alumbrado de modo que acumule el calor y evite la circulación libre de aire.

***Excepción:*** *Las luminarias empotradas aprobadas e identificadas como adecuadas para que su material aislante esté en contacto directo con el equipo.*

**410-67. Cableado**

**a) Requisitos generales.** Se debe utilizar conductores con un aislamiento adecuado para las temperaturas que se vayan a producir.

**b) Conductores del circuito.** Se permite que terminen dentro del equipo de alumbrado los conductores del circuito derivado que tengan un aislamiento adecuado para las temperaturas que se vayan a producir.

**c) Conductores derivados.** Se permite que conductores derivados de un tipo adecuado para las temperaturas que se vayan a producir pasen desde la terminal de conexiones de la luminaria hasta una caja de salida situada al menos a una distancia de 300 mm del equipo. Los conductores derivados deben ir en una canalización adecuada o ser cable del tipo AC o MC, y tener como mínimo 1,2 m de longitud y no-más de 1,8 m.

**M. Requisitos de construcción de luminarias tipo empotrar montaje rasante**

**410-68. Temperatura.** Las luminarias se deben instalar de modo que los materiales combustibles adyacentes a los mismos no estén expuestos a temperaturas superiores a 90 °C.

**410-69. Cubiertas.** Las cubiertas metálicas de las luminarias montadas al ras o empotradas deben estar protegidas contra la corrosión y ser de un espesor nominal no-inferior a 0,8 mm (# 22 MSG)

***Excepción:*** *Se permite que la tapa del compartimento de los cables sea de material más delgado, siempre que esté instalada dentro de la cubierta de espesor nominal 0,8 mm (# 22 MSG) y no sirva de apoyo a componentes activos de la instalación.*

**410-70. Marcado de la potencia de las lámparas.** Las luminarias para lámparas incandescentes deben ir marcadas con la potencia máxima de las lámparas que se permita instalar, en W. Las marcas deben ser permanentes con letras y números de 6,4 mm de alto como mínimo y estar situadas de modo que sean visibles cuando se cambie la lámpara.

**410-71. Prohibida la soldadura.** Está prohibida la soldadura de baja fusión en los gabinetes de las luminarias.

**410-72. Portalámparas.** Los portalámparas con casquillo roscado deben ser de porcelana u otro material aislante adecuado. Si se utiliza cemento, debe ser de alta resistencia térmica.

**N. Disposiciones especiales para sistemas de iluminación de descarga de 1000 V o menos**

**410-73. Requisitos generales**

**a) Tensión eléctrica de 1000 V o menos en circuito abierto.** Los equipos que se utilicen con sistemas eléctricos de descarga y diseñados para tensiones eléctricas de 1000 V o menos en circuito abierto, deben ser de un tipo aprobado para ese uso.

**b) Terminales energizadas.** Las terminales de las lámparas de descarga se deben considerar energizadas cuando cualquier terminal de la lámpara esté conectada a un circuito de más de 300 V.

**c) Transformadores en aceite.** No se deben utilizar transformadores en aceite.

**d) Requisitos adicionales.** Además de cumplir los requisitos generales para luminarias, deben cumplir con la Parte P de este Artículo.

**e) Protección térmica.** En las instalaciones interiores con alumbrado fluorescente, los balastros deben llevar protección térmica integral. Cuando se repongan los balastros, para todas las instalaciones fluorescentes en interiores deben llevar también protección térmica integral.

***Excepción 1:*** *Las luminarias para tubos fluorescentes rectos con balastros de reactancia sencillos.*

***Excepción 2:*** *Los balastros para uso en luces indicadoras de salidas e identificados para ello.*

***Excepción 3:*** *Las luces indicadoras de salidas que se enciendan únicamente en caso de emergencia.*

**f) Luminarias de descarga de alta intensidad.** Los balastros de las luminarias de descarga de alta intensidad que se instalen empotradas, deben estar protegidos térmicamente e identificados así. Donde estas luminarias lleven un

balastro remoto, tanto si están empotrados como si no lo están, el balastro debe estar también térmicamente protegido.

***Excepción:*** *Las luminarias de descarga de alta intensidad empotradas, aprobadas e identificadas para ese uso e instaladas en concreto.*

**NOTA:** La protección térmica que se exige en 410-73 se puede lograr también por medios distintos a protectores térmicos.

**410-74. Luminarias de c.c.** Las luminarias instaladas en circuitos de c.c. deben ir dotadas de equipos auxiliares y resistencias especialmente diseñadas para funcionar con c.c. y deben estar marcadas.

**410-75. Luminarias con tensión eléctrica superior a 300 V en circuito abierto.** Los equipos con una tensión eléctrica en circuito abierto superior a 300 V no se deben instalar en unidades de vivienda, a menos que estén diseñadas para ello y no presentan partes expuestas vivas cuando las lámparas se inserten, estén instaladas o se vayan a quitar.

**410-76. Montaje de las luminarias**

**a) Con balastros expuestos.** Las luminarias que tengan balastros o transformadores expuestos se deben instalar de manera que dichos balastros o transformadores no estén en contacto con materiales combustibles.

**b) Tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad.** Cuando se instale una luminaria que contenga un balastro en la superficie de un tablero combustible de fibra de celulosa de baja densidad, debe estar aprobada y listada para ello o montarse a una distancia no-inferior a 38 mm de la superficie del tablero. Cuando dichas luminarias vayan empotradas o semi-empotradas, se deben considerar las disposiciones de las Secciones 410-64 a la 410-72

**NOTA:** Los tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad pueden ser hojas, paneles y baldosines con una densidad de 320,36 kg/m$^3$ o menor y están formados por fibras vegetales aglutinadas, pero no incluyen los tableros sólidos o laminados de madera ni de fibra de madera con densidad superior a 320,36 kg/m$^3$ ni los materiales tratados integralmente con productos químicos resistentes a la propagación de la flama hasta el grado en que la velocidad de propagación de la flama en cualquier plano del material sea igual o inferior a 25 kg/m$^3$, establecida de acuerdo con las pruebas de combustión de materiales de construcción.

**410-77. Equipo no-integrado con las luminarias**

**a) Gabinetes metálicos.** Los equipos auxiliares como reactores, resistencias, capacitores y similares, cuando no formen parte integral del equipo o aparato de alumbrado, deben ir encerradas en gabinetes metálicos permanentes y accesibles.

**b) Montaje independiente.** No es necesario que vayan en un gabinete independiente los balastros separados que estén diseñados para conexión directa a una instalación.

**c) Cableado de las secciones de luminarias.** El cableado de las secciones de luminarias va en pareja con un balastro o balastros que alimenta una o más lámpara instaladas. Para la conexión entre las parejas se permite usar tubo *(conduit)* metálico flexible de 9,5 mm de diámetro en tramos que no excedan de 7,62 m de según lo establecido en el Artículo 350. Se permite que los cables de luminarias que funcionen a la tensión eléctrica de suministro y alimenten sólo al balastro o balastros de una de las secciones vayan en la misma canalización que los cables de alimentación de las lámparas de la otra sección.

**410-78. Autotransformadores.** Un autotransformador que se utilice para aumentar la tensión eléctrica a más de 300 V como parte de un balastro para alimentar unidades de alumbrado, se debe alimentar únicamente a través de un sistema puesto a tierra.

**410-79. Desconectadores.** Los desconectadores de seguridad deben cumplir lo establecido en 380-14.

**O. Disposiciones especiales para luminarias de descarga eléctrica de más de 1000 V**

**410-80. Requisitos generales**

**a) Tensión eléctrica de más de 1000 V en circuito abierto.** Las luminarias que se utilicen con sistemas eléctricos de descarga y proyectados para tensiones eléctricas de más de 1000 V en circuito abierto, deben ser de un tipo aprobado para ese uso.

**b) En unidades de vivienda.** Los equipos con tensión eléctrica de más de 1000 V en circuito abierto no se deben instalar en unidades de vivienda.

**c) Partes vivas.** Las terminales de las lámparas de descarga se deben considerar como partes vivas cuando cualquier terminal de la lámpara esté conectada a un circuito de más de 300 V.

**d) Otros requisitos.** Además de cumplir los requisitos generales para luminarias, las luminarias de descarga deben cumplir también con la Parte Q de este Artículo.

**NOTA:** Para alumbrado de realce y anuncios luminosos, véase el Artículo 600.

**410-81. Control**

**a) Desconexión.** Las luminarias o instalaciones de lámparas deben estar controladas individualmente o en grupos operables desde fuera mediante un interruptor automático o por medio de un desconectador que abra simultáneamente todos los conductores energizados del primario.

**b) Desconectador instalado a la vista o con bloqueo.** El medio de desconexión o el interruptor automático deben estar situados a la vista de las luminarias o de las lámparas o se permite localizarlos en cualquier lugar si cuentan con un medio para bloquearlos en la posición abierta.

**410-82. Terminales de las lámparas y portalámparas.** Las partes que haya que quitar para cambiar las lámparas deben ser abisagradas o fijas por un medio de tipo cautivo. Las lámparas y portalámparas deben estar diseñados de modo que no dejen partes expuestas vivas al poner o quitar las lámparas.

**410-83. Tensión eléctrica nominal de los transformadores.** Los transformadores y balastros deben tener una tensión eléctrica del secundario en circuito abierto no-superior a 15,000 V, con una tolerancia para prueba de 1000 V adicionales. El valor de la corriente eléctrica del secundario no debe ser mayor de 120 mA para una tensión eléctrica en circuito abierto de más de 7500 V y no-mayor a 240 mA para 7500 V o menos.

**410-84. Tipos de transformadores.** Los transformadores deben ser de tipo cerrado, aprobados y listados.

**410-85. Conexiones del secundario de los transformadores.** Los devanados de alta tensión de dos transformadores no se deben conectar entre sí ni en serie ni en paralelo.

***Excepción:*** *Se permite que dos transformadores que tengan cada uno un extremo de su devanado de alta tensión puesto a tierra y conectado a la caja, tengan conectados en serie sus devanados de alta tensión para formar el equivalente a un transformador puesto a tierra en su punto medio. Los extremos puestos a tierra deben estar conectados por conductores aislados de tamaño nominal no-menor a 2,082 mm$^2$ (14 AWG).*

**410-86. Localización de los transformadores**

**a) Accesibles.** Los transformadores deben estar accesibles después de su instalación.

**b) Conductores del secundario.** Los transformadores deben instalarse lo más cerca posible de las lámparas, para que los conductores del secundario sean lo más cortos posible.

**c) Al lado de materiales combustibles.** Los transformadores deben instalarse de modo que los materiales combustibles que tengan al lado no estén expuestos a temperaturas superiores a 90 °C.

**410-87. Carga de los transformadores.** Las lámparas conectadas a cualquier transformador deben ser de longitud y características tales que no causen una continua sobretensión eléctrica del transformador.

**410-88. Método de cableado de los conductores del secundario.** Los conductores del secundario se deben instalar de acuerdo con lo establecido en 600-32.

**410-89. Soporte de las lámparas.** Las lámparas deben estar adecuadamente apoyadas, como se exige en 600-41.

**410-90. Protegidas contra daños.** No se deben instalar las lámparas donde puedan estar normalmente expuestas a daño físico.

**410-91. Marcado.** Cada luminaria o cada circuito secundario que tenga una tensión eléctrica en circuito abierto de más de 1000 V, debe tener una marca claramente legible con letras de tamaño no-menor a 6,4 mm de alto, que indique: "Precaución,..... V". La tensión eléctrica indicada debe ser la nominal en circuito abierto.

**410-92. Desconectadores.** Los desconectadores de seguridad deben cumplir lo establecido en 380-14.

**P. Rieles de iluminación**

**410-100. Definición.** Un riel de iluminación es un conjunto fabricado, diseñado para soportar mecánicamente y suministrar energía eléctrica a luminarias que se puedan reemplazarse fácilmente del riel. Su longitud se puede alterar agregando o quitando secciones de riel.

**410-101. Instalación**

**a) Riel de iluminación.** Los rieles de iluminación deben estar instalados y conectados permanentemente a un circuito derivado. En los rieles sólo se deben instalar dispositivos especiales para rieles de iluminación. Los rieles de iluminación no deben estar equipados con receptáculos de uso general.

**b) Cargas conectadas.** Las cargas conectadas a los rieles de iluminación no deben superar la capacidad nominal del riel. Un riel de iluminación debe estar conectado a un circuito secundario de una capacidad nominal no-superior a la del riel.

**c) Lugares no permitidos.** No se deben instalar rieles de iluminación: (1) donde sea probable que puedan sufrir daño físico; (2) en lugares húmedos o mojados; (3) donde estén expuestos a vapores corrosivos; (4) en cuartos de almacenamiento de baterías; (5) en lugares peligrosos (clasificados); (6) ocultos; (7) atravesando paredes o tabiques; (8) a menos de 1,52 m sobre la superficie del piso, excepto si están protegidos contra daño físico o funcionan a un valor eficaz de tensión eléctrica de menos de 30 V en circuito abierto.

**d) Sujeción.** Las luminarias aprobadas e identificadas para usarse con rieles de iluminación deben estar diseñadas específicamente para el tipo de riel en el que vayan a instalarse. Deben ir sujetos al riel, mantener la polaridad, la puesta a tierra y estar diseñados para suspenderlos directamente del riel.

**410-102. Carga de los rieles.** Para los cálculos de cargas, se considera que un riel de alumbrado de 60 cm de longitud o una fracción del mismo, equivale a 150 VA. Cuando se instalen rieles con varios circuitos, los requisitos de carga de esta sección se deben considerar divididos equitativamente entre los circuitos.

***Excepción:*** *Los rieles instalados en unidades de vivienda o en las habitaciones de huéspedes de hoteles o moteles.*

**NOTA:** Este valor de 150 VA por cada 60 cm de riel, es únicamente para efectos de cálculo de la carga y no limita la longitud del riel que se vaya a instalar ni el número de luminarias permitidos.

**410-103. Riel de alumbrado de servicio pesado.** Un riel de iluminación de servicio pesado debe estar aprobado e identificado para usarse a más de 20 A. Cada accesorio conectado a un riel de iluminación de servicio pesado debe estar protegido individualmente contra sobrecorriente.

**410-104. Sujeción.** Los rieles de iluminación deben estar sujetos de modo que cada soporte sea adecuado para soportar el máximo peso de las luminarias que se puedan instalar. Un tramo de 1,2 m o menos debe tener dos soportes y, cuando se instalen en una fila continua, cada sección individual no-mayor de 1,2 m debe llevar un soporte adicional, a menos que estén aprobados para apoyarse a intervalos mayores.

**410-105. Requisitos de construcción**

**a) Construcción.** La armazón de los rieles de iluminación debe ser lo suficientemente resistente como para mantener la rigidez. Los conductores deben ir instalados dentro de la armazón del riel, permitiendo la inserción de las luminarias y estar diseñados para evitar la manipulación y el contacto accidental con las partes vivas. No se deben intercalar rieles de sistemas con distintas tensiones eléctricas. Los conductores instalados en los rieles deben tener un tamaño nominal mínimo de 3,307 $mm^2$ (12 AWG) y ser de cobre. Los extremos de los rieles deben estar aislados y protegidos con tapas.

***Excepción:*** *Las luminarias que incorporen un dispositivo integral para reducir la tensión eléctrica a un valor menor de tensión eléctrica de la lámpara.*

**b) Puesta a tierra.** Los rieles de alumbrado deben estar puestos a tierra cumpliendo lo establecido en el Artículo 250. Las distintas secciones del riel deben estar perfectamente acopladas de modo que mantengan la continuidad, la polaridad y la puesta a tierra de todo el circuito.

## ARTÍCULO 411 - SISTEMAS DE ALUMBRADO QUE FUNCIONAN A 30 V O MENOS

**411-1. Alcance.** Este Artículo trata de los sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos y de sus componentes.

**411-2. Sistemas de alumbrado a 30 V o menos.** Un sistema de alumbrado que funcione a 30 V o menos, es el que consiste en una fuente de alimentación separada, de 30 V (42,4 V de pico) o menos en cualquier condición de carga, con uno o más circuitos secundarios, limitados a 25 A máximo, que alimente a elementos de alumbrado y equipos asociados, aprobados para ese uso.

**411-3. Aprobación requerida.** Los sistemas de alumbrado de 30 V o menos deben estar aprobados y listados para ese uso.

**411-4. Lugares no permitidos.** No se debe instalar sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos: (1) cuando estén ocultos o se extiendan a través de las paredes de una construcción a menos que se usen métodos de instalación especificados en el Capítulo 3; (2) a una distancia menor de 3,05 m de piscinas, tinas de hidromasaje, fuentes o instalaciones similares, excepto lo permitido en el Artículo 680.

**411-5. Circuitos secundarios**

**a) Puesta a tierra.** No es necesario que los circuitos secundarios estén puestos a tierra.

**b) Aislamiento.** El circuito secundario debe estar aislado de otros circuitos derivados por medio de un transformador de aislamiento.

**c) Conductores desnudos.** Los conductores desnudos y las partes expuestas están permitidos. Los conductores desnudos no deben estar instalados a menos de 2,2 m sobre la superficie del piso, excepto si están específicamente aprobados y listados para instalarlos a menor altura.

**411-6. Circuitos derivados.** Los sistemas de alumbrado que funcionen a 30 V o menos deben estar alimentados por un circuito derivado de 20 A de capacidad nominal.

**411-7. Lugares peligrosos (clasificados).** Además de las disposiciones de este Artículo, cuando estén instalados en lugares peligrosos (clasificados), estos sistemas deben cumplir lo establecido en los Artículos 500 a 517.

## ARTÍCULO 422 - APARATOS ELÉCTRICOS

### A. Disposiciones generales

**422-1. Alcance.** Este Artículo trata sobre aparatos eléctricos utilizados en cualquier local.

**422-2. Partes vivas.** Los aparatos eléctricos no deben tener partes vivas expuestas a contacto.

***Excepción:*** *Los tostadores, parrillas y otros aparatos eléctricos en los que las partes energizadas a alta temperatura tienen que estar necesariamente expuestas.*

**422-3. Otros Artículos.** Todos los requisitos de esta NOM se aplican a los aparatos eléctricos cuando sean aplicables. Los aparatos eléctricos para usarse en lugares peligrosos (clasificados) deben cumplir también lo establecido en los Artículos 500 a 517. Las disposiciones del Artículo 430 se aplican a la instalación de aparatos eléctricos operados con motor y los requisitos del Artículo 440 se aplican a la instalación de unidades de refrigeración que contengan grupos motocompresores herméticos, excepto las disposiciones en contrario que este Artículo establezca.

### B. Requisitos de los circuitos derivados

**422-4. Capacidad nominal de los circuitos derivados.** Esta sección especifica la capacidad nominal de los circuitos derivados capaces de suministrar energía a los aparatos eléctricos sin sobrecalentarse bajo las condiciones especificadas. Esta Sección no se aplica a los conductores que formen parte integrante de los aparatos eléctricos.

**a) Circuitos individuales.** La capacidad nominal de cada circuito individual no debe ser menor a la capacidad nominal marcada en el aparato eléctrico o a la capacidad nominal marcada en un aparato eléctrico con cargas combinadas, como se requiere en 422-32.

***Excepción 1:*** *Cuando los aparatos eléctricos operados con motor no tengan la capacidad nominal marcada, la capacidad del circuito derivado debe cumplir lo establecido en la Parte D del Artículo 430.*

***Excepción 2:*** *Para aparatos eléctricos operados sin motor y con carga continua, la capacidad nominal del circuito derivado no debe ser menor de 125% de la marcada; o no-menor de 100% si el dispositivo conectado al circuito derivado está aprobado para funcionar de modo continuo a 100% de su carga nominal.*

***Excepción 3:*** *Se permite que los circuitos derivados de aparatos electrodomésticos de cocina cumplan lo establecido en la Tabla 220-19.*

**b) Circuitos que suministran energía a dos o más cargas.** El cálculo de la capacidad nominal de los circuitos derivados que suministren energía eléctrica a aparatos eléctricos y a otras cargas, se debe obtener de acuerdo con lo indicado en 210-23.

**422-5. Protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados.** Los circuitos derivados se deben proteger de acuerdo con lo indicado en 240-3.

Si en el aparato eléctrico está marcada la capacidad nominal del dispositivo de protección, la capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito contra sobrecorriente no debe ser superior a la marcada en el aparato eléctrico.

**C. Instalación de los aparatos eléctricos**

**422-6. Requisitos.** Todos los aparatos eléctricos deben instalarse de manera aprobada.

**422-7. Equipo de calefacción central.** El equipo de calefacción central distinto del equipo de calefacción eléctrica individual debe estar alimentado por un solo circuito derivado.

***Excepción:*** *Se permite que equipo auxiliar directamente asociado con equipo de calefacción, como las bombas, válvulas, humidificadores o ionizadores de aire, vaya conectado al mismo circuito derivado.*

**422-8. Cables flexibles**

**a) Cordones de calentadores.** Todas las planchas eléctricas y aparatos eléctricos portátiles de calefacción conectados con un cordón con clavija, de más de 50 W nominales y que puedan producir temperaturas superiores a 121 °C en las superficies con las cuales es posible que el cordón se ponga en contacto, deberán llevar uno de los tipos de cables para calentadores indicados en la Tabla 400-4.

**b) Otros aparatos eléctricos de calefacción.** Todos los demás aparatos eléctricos de calefacción eléctricos con cordón y clavija se deben conectar por medio de uno de los tipos de cables indicados en la Tabla 400-4, elegido de acuerdo con el uso especificado en ésta.

**c) Otros aparatos eléctricos.** Se permite utilizar cordón flexible: (1) para la conexión de aparatos eléctricos para facilitar su cambio frecuente o para evitar la transmisión de ruidos y vibraciones, o (2) para facilitar removerlo o para la desconexión de aparatos eléctricos fijos, cuando sus medios de sujeción y sus conexiones mecánicas estén específicamente diseñados para permitir su desmontaje rápido para mantenimiento o para reparación y el aparato eléctrico esté aprobado e identificado para conectarlo con cordón.

**d) Aparatos eléctricos específicos**

**1)** Se permite que los trituradores de basura accionados eléctricamente estén conectados por medio de cordón y clavija aprobados e identificados para ese uso, terminado en una clavija con toma de tierra, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

**a.** La longitud del cable no debe ser menor de 45 cm ni mayor de 90 cm.

**b.** Los receptáculos deben estar instalados de modo que se evite daño físico al cordón flexible.

**c.** El receptáculo debe estar accesible.

**2)** Se permite que los lavavajillas y los compactadores domésticos de basura accionados eléctricamente estén conectados por medio de cordón y clavija aprobados e identificados para ese uso, terminado en una clavija con toma de tierra, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

**a.** La longitud del cable no debe ser menor de 90 cm ni mayor de 1,2 m.

**b.** Los receptáculos deben estar instalados de modo que se evite daño físico al cordón flexible.

**c.** El receptáculo debe estar situado en el espacio ocupado por el aparato eléctrico o al lado del mismo.

**d.** El receptáculo debe estar accesible.

***Excepción:*** *No es necesario que los trituradores y compactadores de basura y los lavavajillas listados que estén protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente, estén puestos a tierra; si se utiliza dicho sistema, los equipos deben estar claramente marcados.*

**3)** Las máquinas de lavado por rocío a alta presión, conectadas con un cordón con clavija, deben estar provistas con un interruptor de circuito por falla a tierra instalado en fábrica, para la protección del personal. El interruptor de circuito por falla a tierra debe formar parte integral de la clavija de conexión o estar situado en el cable de alimentación, a menos de 305 mm de la clavija.

***Excepción 1:*** *Las máquinas de lavado por rocío a alta presión, para conexión trifásica.*

***Excepción 2:*** *Las máquinas de lavado por rocío a alta presión de más de 250 V.*

**422-9. Calentadores por inmersión con cordón y clavija.** Los calentadores eléctricos por inmersión conectados con cordón y clavija deben estar fabricados e instalados de manera que las partes energizadas queden protegidas eficazmente de contactos eléctricos con la sustancia en la que se sumergen.

**422-10. Protección de los materiales combustibles.** Cada aparato electrodoméstico calentado eléctricamente tal que por su tamaño, peso y servicio esté diseñado para colocarse en posición fija, se ubicará de forma que exista amplia protección entre él y los materiales combustibles adyacentes al mismo.

**422-11. Soporte de los aparatos eléctricos conectados con cordón y clavija.** Las planchas eléctricas y otros aparatos eléctricos de calefacción conectados con cordón y clavija y dispuestos para colocarse en contacto con materiales combustibles, deben estar equipados con un soporte aprobado que puede ser una parte independiente del equipo o puede formar parte del aparato eléctrico.

**422-12. Señalización de los aparatos eléctricos de calefacción.** Todos los aparatos eléctricos o grupos de aparatos eléctricos de calefacción utilizados en lugares no destinados a vivienda y que estén destinados para aplicarse a materiales combustibles, deben llevar una señalización.

***Excepción:*** *Si el aparato eléctrico lleva un limitador de temperatura integrado.*

**422-13. Planchas eléctricas.** Las planchas eléctricas deben ir equipadas con un medio de limitación de temperatura identificado.

**422-14. Calentadores de agua**

**a) Calentadores de agua de tipo instantáneo y con almacenamiento.** Todos los calentadores de agua de tipo instantáneo y del tipo con almacenamiento deben ir equipados con un limitador de temperatura, además del termostato regulador, que permita desconectar todos los conductores de fase, y dichos medios deben; (1) instalarse para sensar la temperatura máxima del agua y (2) ser del tipo de disparo libre, de reposición manual o con elemento de reposición. Los calentadores de agua de este tipo deben llevar una marca que indique que es necesario instalar una válvula de temperatura y de alivio de presión.

***Excepción:*** *Los calentadores de agua para temperatura del agua de 82 °C en adelante y de 60 kW de potencia en adelante, y aprobados para ese uso; y los calentadores de agua con capacidad de 3,785 L o menos y que estén aprobados para ese uso.*

**b) Calentadores de agua con almacenamiento.** Un circuito derivado al que esté conectado un calentador de agua fijo con almacenamiento, con capacidad de 455 L o menos, debe tener una capacidad nominal no-menor a 125% la capacidad nominal que aparezca en la placa de datos del calentador de agua.

**NOTA:** Para dimensionar los circuitos derivados, véase la Excepción 2 de 422-4(a).

**422-15. Aparatos eléctricos industriales de calefacción con lámparas infrarrojas**

**a) De 300 W o menos.** Las lámparas infrarrojas de calefacción de 300 W nominales o menos se pueden utilizar con portalámparas de tipo de base media, del tipo de porcelana sin desconectador u otros tipos aprobados como adecuados para usarse con lámparas de calefacción con infrarrojos de 300 W nominales o menos.

**b) Mayores de 300 W.** No se deben usar portalámparas de casquillo roscado con lámparas infrarrojas de más de 300 W nominales.

***Excepción:*** *Los portalámparas aprobados e identificados para usarse con lámparas infrarrojas para calefacción de potencia nominal superior a 300 W.*

**c) Portalámparas.** Se permite conectar portalámparas a cualquiera de los circuitos derivados descritos en el Artículo 210 y, en edificios industriales, se permite operarlos en serie en circuitos de más de 150 V a tierra, siempre que la tensión eléctrica nominal del portalámparas no sea menor a la del circuito.

Cada sección, panel o franja que tenga instaladas portalámparas infrarrojas (incluido su cableado interno) se debe considerar como un aparato eléctrico. La terminal de conexiones de cada conjunto se debe considerar como una toma de salida de corriente eléctrica individual.

**422-16. Puesta a tierra.** Los aparatos eléctricos que deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250, deben tener sus partes metálicas no conductoras puestas a tierra de la manera especificada en el Artículo 250.

**NOTA:** Para la puesta a tierra de refrigeradores y congeladores, véanse 250-42, 250-43 y 250-45.
Para la puesta a tierra de estufas eléctricas, hornos de pared, estufas montadas en cocinetas y secadoras de ropa, véanse 250-57 y 250-60.

**422-17. Hornos de pared y estufas montadas en cocinetas**

**a) Conexión permitida con cordón y clavija o conectados permanentemente.** Se permite que los hornos de pared y las estufas montadas en cocinetas, completas con sus accesorios para montaje y para hacer las conexiones eléctricas, estén permanentemente conectados o conectados por medio de cordón y clavija para facilitar su instalación o servicio.

**b) Conectador separable o combinación de receptáculo y clavija.** Un conectador separable o una combinación de receptáculo y clavija en el lado de suministro de los hornos de pared y estufas montadas en cocinetas:

**1)** No deben instalarse como el medio de desconexión que se exige en 422-20.

**2)** Deben estar aprobados para la temperatura del lugar donde estén instalados.

**422-18. Soporte de los ventiladores de techo**

**a) Ventiladores de 16 kg o menos.** Se permite que los ventiladores de techo aprobados y listados que no excedan de 16 kg en masa, con o sin accesorios, estén soportados por cajas de salida de toma de corriente eléctrica aprobadas e identificadas para ese uso y sujetas según lo indicado en 370-23 y 370-27.

**b) Ventiladores de techo de más de 15,88 kg.** Los ventiladores de techo aprobados y listados, que excedan 15,88 kg en peso, con o sin accesorios, deben ir soportados independientes de la caja de salida de conexión. Véase 370-23.

**422-19. Otros métodos de instalación.** Los aparatos eléctricos con métodos de instalación distintos a los cubiertos en este Artículo, se permite usarlos sólo con permiso especial de la autoridad competente.

**D. Control y protección de los aparatos eléctricos**

**422-20. Medios de desconexión.** Los aparatos eléctricos deben llevar un medio de desconexión que desconecte al aparato de todos los conductores de fase, de acuerdo con lo indicado en la Parte D de este Artículo. Si un aparato eléctrico está alimentado por más de un circuito, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar.

**422-21. Desconexión de aparatos eléctricos conectados permanentemente**

**a) Para potencia nominal que no exceda 300 VA o 93,25 W (1/8 CP).** En los aparatos eléctricos conectados permanentemente, que no excedan 300 VA o 93,25 W (1/8 CP), se permite utilizar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado como medio de desconexión.

**b) Potencia nominal de más de 300 VA o 93,25 W (1/8 CP).** En los aparatos eléctricos conectados permanentemente que tengan más de 300 VA o 93,25 W (1/8 CP), se permite utilizar como medio de desconexión el interruptor automático o el desconectador del circuito derivado, cuando dicho medio o interruptor automático esté a la vista desde el aparato eléctrico o se pueda bloquear en posición abierta.

**NOTA 1:** Para aparatos eléctricos con motor de más de 93,25 W (1/8 CP), véase 422-27.

**NOTA 2:** Para aparatos eléctricos con desconectadores individuales, véase 422-25.

**422-22. Aparatos eléctricos con desconexión por medio de cordón y clavija**

**a) Conectador separable o clavija de conexión y receptáculo.** En los aparatos eléctricos conectados por medio de cordón y clavija se permite que se use como medio de desconexión un conectador separable accesible o un receptáculo y clavija accesibles. Cuando el conectador o el receptáculo y clavija no sean accesibles, los aparatos de este tipo deben ir provistos de un medio de desconexión de acuerdo con lo indicado en 422-21.

**b) Conexión en la base posterior de una estufa.** En las estufas eléctricas domésticas, conectadas con cordón y clavija, se considera que una clavija y un receptáculo en la base posterior de la cocina cumplen los requisitos indicados en 422-22(a) si son accesibles desde la parte delantera quitando un cajón.

**c) Capacidad nominal.** La capacidad nominal de un receptáculo o de un conectador separable, no debe ser menor a la capacidad nominal de cualquier aparato eléctrico conectado a los mismos.

***Excepción:*** *Se permite aplicar los factores de demanda autorizados en otros Artículos de esta NOM.*

**d) Requisitos de los conectadores y las clavijas.** Los conectadores y las clavijas deben cumplir las siguientes disposiciones:

**1) Partes vivas.** Deben estar construidos e instalados de modo que estén protegidos contra contactos accidentales con partes vivas.

**2) Capacidad interruptiva.** Deben ser capaces de interrumpir su corriente eléctrica nominal sin riesgo para las personas que los operen.

**3) Intercambiabilidad.** Deben estar diseñados de forma que no puedan entrar en receptáculos de menor capacidad nominal.

**422-23. Polaridad en los aparatos eléctricos con cordón y clavija.** 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 receptáculo de 15 o 20 A, la clavija debe ser de tipo polarizado con toma de tierra.

***Excepción:*** *Una rasuradora eléctrica listada que use una clavija de dos hilos, no-polarizada, si no está provista de un portalámparas con base tipo Edison o con un receptáculo, de 15 o 20 A.*

**NOTA:** Para la polaridad de los portalámparas con base tipo Edison, véase 410-22(a).

**422-24. Aparatos eléctricos con cordón y clavija sujetos a inmersión.** Las unidades portátiles de hidromasaje, autosoportadas, y los secadores de pelo manuales deben estar construidos de modo que provean protección para las personas contra la electrocución cuando se sumerjan en el agua, tanto encendidos como apagados.

**422-25. Unidades desconectadoras como medios de desconexión.** Un desconectador o desconectadores que formen parte de un aparato eléctrico, con su posición de apagado (desconectado) marcada y que desconecte todos los conductores del aparato eléctrico no puestos a tierra, se puede utilizar como medio de desconexión según lo exigido por este Artículo, cuando otros medios de desconexión sean provistos en los siguientes lugares:

**a)** Viviendas multi-familiares. En las viviendas multi-familiares, los otros medios de desconexión deben estar dentro de la vivienda o en la misma planta que la unidad de vivienda en la que esté instalado el aparato eléctrico y pueden controlar luces y otros aparatos eléctricos.

**b)** Viviendas dúplex. En las viviendas dúplex se permite que el otro medio de desconexión esté dentro o fuera de la vivienda en la que esté instalado el aparato eléctrico. En este último caso se permite instalar un desconectador individual o automático en la unidad de vivienda, que puede controlar también luces y otros aparatos eléctricos.

**c)** Viviendas unifamiliares. En viviendas unifamiliares se permite que el otro medio de desconexión sea el de la acometida.

**d)** Edificios con otros usos. En edificios con otros usos se permite que el otro medio de desconexión sea el desconectador o interruptor automático del circuito derivado, cuando sea fácilmente accesible para el mantenimiento del aparato eléctrico.

**422-26. Desconectadores e interruptores automáticos indicadores.** Los desconectadores e interruptores automáticos usados como medio de desconexión deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado) o cerrada (circuito conectado).

**422-27. Medios de desconexión de los aparatos eléctricos accionados con motor.** Si se utiliza un desconectador de seguridad o un interruptor automático como medio de desconexión de un aparato eléctrico con motor

permanentemente conectado de más de 93,25 W (1/8 CP), debe estar situado a la vista del control del motor y cumplir con la Parte I del Artículo 430.

***Excepción:*** *Se permite que un desconectador de seguridad o un interruptor automático actúe como los otros medios de desconexión exigidos en a) a d) de 422-25 y esté fuera de la vista desde el control del motor o desde un aparato eléctrico, siempre que el aparato eléctrico tenga un desconectador con su posición de apagado (desconexión) marcada y que desconecte todos los conductores de fase.*

**422-28. Protección contra sobrecorriente**

**a) Aparatos eléctricos.** Los aparatos eléctricos deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en las siguientes incisos y en 422-4 y 422-5.

***Excepción:*** *Los motores de los aparatos eléctricos operados con motor deben estar provistos de mecanismo de protección contra sobrecarga según lo indicado en la Parte C del Artículo 430. Los moto-compresores de equipo de refrigeración o de aire acondicionado deben estar provistos de protección contra sobrecargas de acuerdo con lo indicado en la Parte F del Artículo 440. Cuando se exija que un aparato eléctrico lleve un dispositivo de protección contra sobrecorriente independiente del mismo, el aparato eléctrico debe llevar marcados los datos para la elección de dichos dispositivos. Las marcas mínimas deben ser las especificadas en 430-7 y 440-4.*

**b) Aparatos electrodomésticos con elementos de calentamiento de sus superficies.** Un aparato electrodoméstico con elementos de calentamiento de sus superficies, con una demanda máxima de más de 60 A calculada de acuerdo con lo indicado en la Tabla 220-19, debe tener su fuente de alimentación subdividida en dos o más circuitos, cada uno de los cuales debe estar provisto de dispositivo de protección contra sobrecorriente de una capacidad nominal no-mayor a 50 A.

**c) Aparatos eléctricos de calentamiento con lámparas infrarrojas comerciales e industriales.** Los aparatos eléctricos de calentamiento con lámparas infrarrojas, comerciales e industriales, deben estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 50 A nominales como máximo.

**d) Elementos de calentamiento de superficie de bobina abierta o bobina forrada expuesta en aparatos eléctricos tipo comercial.** Los elementos de calentamiento de superficies consistentes en bobinas abiertas o bobinas forradas expuestas en aparatos eléctricos de calentamiento de tipo comercial deben estar protegidos por dispositivos de sobrecorriente de 50 A nominales como máximo.

**e) Aparato eléctrico único, operado sin motor.** Si el circuito derivado suministra corriente eléctrica a un aparato eléctrico único, operado sin motor, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente (1) no debe superar la capacidad nominal marcada en el aparato eléctrico; (2) si no está marcada la capacidad nominal de la protección de sobrecorriente y la corriente eléctrica nominal del aparato eléctrico es de más de 13,3 A, el dispositivo de protección no debe ser mayor a 150% de la corriente eléctrica nominal del aparato eléctrico; (3) si en el aparato eléctrico no está marcada la capacidad nominal de protección contra sobrecorriente y el aparato eléctrico es de menos de 13,3 A nominales, la capacidad nominal del dispositivo de protección no debe ser mayor de 20 A.

***Excepción:*** *Cuando el 150% de la capacidad del aparato eléctrico no corresponda con la capacidad nominal de un dispositivo normalizado de protección contra sobrecorriente, se permite tomar el valor inmediato superior.*

**f)** Aparatos eléctricos de calentamiento que empleen elementos calefactores tipo resistencia, con capacidad nominal de más de 48 A. Los aparatos de calentamiento eléctrico con elementos de tipo resistencia de más de 48 A nominales, deben tener sus elementos de calentamiento subdivididos. La carga de cada división no debe superar 48 A y debe estar protegida para una corriente eléctrica no-superior a 60 A.

Estos dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente deben: (1) estar instalados en fábrica dentro o sobre el envolvente del calefactor o provisto como un conjunto independiente por el fabricante del calentador; (2) estar accesibles, pero no necesariamente fácilmente accesible, y (3) ser adecuados para la protección de circuitos derivados.

Los conductores principales a través de los que llegue la corriente eléctrica a estos dispositivos de protección contra sobrecorriente, se deben considerar como conductores del circuito derivado.

***Excepción 1:*** *Los electrodomésticos con elementos de calentamiento de la superficie, de los que trata la Sección 422-28(b), y los aparatos eléctricos de calentamiento de tipo comercial de los que trata la Sección 422-28(e).*

***Excepción 2:*** *Se permite subdividir en circuitos las estufas comerciales y aparatos eléctricos de cocina con elementos calefactores de tipo forrado, no cubiertos en 422-28(d), siempre que no excedan 120 A y estén protegidos a no-más de 150 A, cuando se cumpla una de las siguientes condiciones:*

***a.*** *Que los elementos estén integrados y cubiertos por la estufa.*

***b.*** *Que los elementos estén totalmente cerrados dentro de una envolvente aprobada e identificada para ese uso, o*

***c.*** *Que los elementos estén contenidos en un recipiente aprobado.*

***Excepción 3:*** *Se permite que los calentadores de agua y calderas de vapor con elementos calentadores eléctricos de tipo inmersión, en un recipiente aprobado, pueden subdividirse en circuitos de menos de 120 A y protegidos a no-más de 150 A.*

**E. Marcado de los aparatos eléctricos**

**422-29. Unidades de calentamiento de tuberías, conectados con cordón y clavija.** Los elementos de calentamiento destinados a evitar que se congelen las tuberías y conectados con cordón y clavija, deben estar aprobados y listados.

**422-30. Placa de datos**

**a) Información en la placa de datos.** Cada aparato eléctrico deberá llevar una placa de datos en la que aparezca el nombre de identificación y sus valores nominales en V y A o V y W. Si el aparato eléctrico se debe utilizar a una frecuencia específica, también debe indicarse.

Cuando se exija protección externa contra sobrecargas de un motor, también debe aparecer este dato en la placa de datos.

**NOTA:** Para los requisitos de protección contra sobrecorriente, véase la Excepción de 422-28(a).

**b) Visible.** La señalización debe estar situada de modo que sea visible o fácilmente accesible después de su instalación.

**422-31. Marcado en los elementos calentadores.** Todos los elementos calentadores de más de 1 A nominal e intercambiables en campo y que formen parte de un aparato eléctrico, deben estar marcados claramente con sus valores nominales en V y A o en V y W o con el número de referencia del fabricante.

**422-32. Aparatos eléctricos consistentes de motores y otras cargas.** Estos aparatos deben ir marcados de acuerdo con lo indicado a continuación:

**a) Marcado.** Además de la información exigida en 422-30, el marcado de un aparato eléctrico consistente en un motor con otras cargas o motores con otras cargas, deben especificar la capacidad de conducción de corriente del conductor del circuito y la capacidad nominal del dispositivo de protección del circuito contra sobrecorriente.

***Excepción 1:*** *Los aparatos eléctricos equipados de fábrica con cordón y clavija y que cumplan lo exigido en 422-30.*

***Excepción 2:*** *Los aparatos eléctricos en los que la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito de suministro y la capacidad nominal admisible del dispositivo de protección del circuito contra sobrecorriente, no sean superiores a 15 A y cumplan lo exigido en 422-30.*

**b) Método de marcado alternativo.** Se permite un método alternativo de marcado que especifique los valores nominales del motor mayor en V y A, y la carga o cargas adicionales en V y A o en V y W, además de las marcas exigidas en 422-30.

***Excepción 1:*** *Los aparatos eléctricos equipados de fábrica con cordón y clavija y que cumplan lo exigido en 422-30.*

***Excepción 2:*** *Se permite omitir la capacidad nominal admisible de un motor de 93,25 W (1/8 CP) o menos o de una carga de 1 A que no sea el motor, siempre que dichas cargas no constituyan la carga principal.*

## ARTÍCULO 424 - EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA CALEFACCIÓN DE AMBIENTE

### A. Disposiciones generales

**424-1. Alcance.** Los requisitos de esta Sección aplican al equipo eléctrico fijo utilizado para la calefacción del ambiente. Para los propósitos de esta Sección, el equipo de calefacción incluye cables calentadores, unidades calentadoras, calderas, sistemas centrales u otro equipo eléctrico fijo aprobado para calefacción de ambiente. Esta Sección no aplica a los procesos de calefacción y de aire acondicionado doméstico.

En la aplicación de este equipo se deben verificar las características físicas del local tales como orientación y techado del área, y se permite utilizar dispositivos de control de temperatura que garanticen un uso adecuado de la energía.

**424-2. Otras secciones aplicables.** Todos los requisitos de esta NOM deben cumplirse cuando sean aplicables. El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambientes en uso para lugares clasificados como peligrosos debe cumplir con los requisitos de los Artículos 500 a 517. El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente que tiene incorporada una unidad hermética para refrigeración con motor-compresor incorporado, también debe cumplir con el Artículo 440.

**424-3. Circuitos derivados**

**a) Requisitos para circuitos derivados.** Los circuitos derivados individuales pueden alimentar equipo fijo para calefacción de ambiente de cualquier tamaño. Los circuitos derivados que alimenten dos o más salidas de equipo fijo para calefacción de ambiente, deben tener una capacidad nominal de 15, 20 o 30 A, y estar provistos con dispositivos de control de temperatura que garanticen un uso eficiente de la energía.

***Excepción:*** *En inmuebles que no son para uso residencial se permite que el equipo fijo para calefacción por rayos infrarrojos pueda estar alimentado por circuitos derivados con corriente eléctrica nominal no-mayor de 50 A.*

**b) Diseño de los circuitos derivados.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado y la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente o el ajuste de éste, que alimenten a equipo fijo para calefacción de ambiente que se componga de elementos resistivos con o sin motor, no deben ser menores a 125% de la carga total de motores y calentadores. Se permite el ajuste o capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en 240-3(b). Se permite que un receptáculo, termostato, relé o dispositivo similar, aprobado para el funcionamiento continuo, al 100% de su capacidad nominal, alimente su carga nominal plena como está indicado en la Excepción de 210-22(c).

El tamaño nominal de los conductores de un circuito derivado y la capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que alimenten a equipo fijo para calefacción de ambiente provistos de una unidad hermética

para refrigeración con motor-compresor incorporado, con o sin unidades de resistencia, debe calcularse como se indica en 440-34 y 440-35. Las disposiciones de esta Sección no aplican a los conductores que son parte integral de un equipo eléctrico fijo aprobado para calefacción de ambiente.

**B. Instalación**

**424-9. Disposiciones generales.** La instalación de todo equipo eléctrico fijo para calefacción debe cumplir con lo dispuesto en las partes aplicables de esta NOM.

**424-10. Permiso especial.** El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente y los sistemas eléctricos instalados con métodos distintos de los tratados en el presente Artículo, pueden ser utilizados únicamente con permiso especial de la autoridad competente.

**424-11. Conductores de alimentación.** El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente que requiera conductores de alimentación con aislamiento mayor de 60 °C de temperatura de operación, debe estar marcado visible y permanentemente. Dichas marcas deben ser fácilmente visibles después de la instalación y pueden colocarse adyacentes a la caja de conexión en la obra.

**424-12 Lugares de instalación**

**a) Exposición a daño severo.** No se permite la instalación de equipo eléctrico fijo de calefacción de ambiente en lugares que estén expuestos a daños materiales, a menos que estén protegidos adecuadamente. Véase 110-11 para el equipo expuesto a agentes de deterioro.

**b) Lugares húmedos y mojados.** Los calentadores y el equipo asociado, instalado en lugares húmedos o mojados, deben estar aprobados para tales lugares y deben estar construidos e instalados de manera tal que el agua no penetre ni se acumule en las secciones donde existan conductores o conexiones eléctricas, componentes eléctricos o en las canalizaciones.

**424-13. Separación de materiales combustibles.** El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente debe estar instalado de manera que haya el espacio requerido entre el equipo y los materiales combustibles adyacentes, a menos que haya sido aprobado para ser instalado en contacto directo con estos materiales.

**424-14. Puesta a tierra.** Todas las partes metálicas descubiertas que no estén diseñadas para transportar energía eléctrica en el equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente que pudieran llegar a ser energizadas, deben estar puestas a tierra como se indica en el Artículo 250.

**C. Control y protección de equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente**

**424-19. Medios de desconexión.** En todo equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente se debe disponer de los medios para desconectar el calentador, el o los controles y los dispositivos de protección contra sobrecorriente adicional, de todos los conductores, excepto los conductores de puesta a tierra. Cuando el equipo de calefacción esté alimentado por más de una fuente, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar. Así mismo se permite disponer de sensores de temperatura para desconectar el calentador y reducir los consumos innecesarios de energía.

**a) Equipo de calefacción con protección adicional contra sobrecorriente.** Si son fusibles, los medios de desconexión deben estar a la vista desde el lado de alimentación del dispositivo de protección adicional contra sobrecorriente, y además deben cumplir con lo siguiente.

**1) Calentadores que contienen motor con capacidad no-mayor de 93,25 W (1/8 CP).** Los medios de desconexión mencionados anteriormente y las unidades desconectadoras que cumplan con 424-19(c) se permiten como medio de desconexión requerido para el controlador y para el calentador, de acuerdo con lo indicado en a o b siguientes:

**a.** Los medios de desconexión provistos están a la vista desde el control del motor y del calentador.

**b.** Los medios de desconexión provistos deben ser capaces de ser bloqueados en la posición de desconectado.

**2) Calentadores que contienen motor con capacidad superior a 93,25 W (1/8 CP).** Se permite utilizar los medios de desconexión anteriores como dispositivos de desconexión para ambos, el controlador y el calentador, por uno de los medios especificados a continuación:

**a.** Donde los dispositivos de desconexión también estén a la vista desde el controlador y desde el calentador.

**b.** Donde los medios de desconexión no estén a la vista, se permite instalar un medio de desconexión separado o se permite un medio de desconexión que pueda bloquearse en la posición de desconectado o los desconectadores incorporados que se describen en 424-19(c).

**c.** Donde los medios de desconexión no estén a la vista desde el controlador, se puede usar uno de los medios que cumplan con lo indicado en 430-102.

**d.** Cuando el motor no esté a la vista desde el controlador, se aplica lo indicado en 430-102(b).

**b) Equipo de calefacción sin protección adicional contra sobrecorriente**

**1) Sin motor, o con motor de capacidad menor de 93,25 W (1/8 CP).** El desconectador del circuito derivado o el interruptor automático pueden servir como medio de desconexión donde sea fácilmente accesible para el equipo eléctrico fijo de calefacción del ambiente con motor con capacidad no-mayor a 93,25 W (1/8 CP) o cuando sea posible bloquearse en la posición de desconectado.

**2) Con motor de capacidad mayor de 93,25 W (1/8 CP).** Para el equipo eléctrico fijo utilizado para calefacción del ambiente con un motor con capacidad nominal mayor de 93,25 W (1/8 CP), se debe colocar un medio de desconexión a la vista del controlador.

***Excepción:*** *Tal como se permite en 424-19(b).*

**c) Desconectadores incorporados como medios de desconexión.** Se permite utilizar los desconectadores que cuenten con indicación para la posición de desconectado, como medios de desconexión de todos los conductores de fase requeridos por esta Sección, siempre que otros medios de desconexión se provean para los siguientes tipos de locales:

**1) Conjuntos multifamiliares.** En viviendas multifamiliares, el otro medio de desconexión debe estar localizado dentro de la vivienda o en el mismo piso donde esté instalado el calentador fijo, y puede ser usado también para controlar lámparas y aparatos eléctricos.

**2) Viviendas dúplex.** Para viviendas dúplex se permite que el otro medio de desconexión esté fuera o dentro de la unidad de vivienda en el cual esté instalado el calentador fijo. En este caso, se permite un desconectador individual o un interruptor automático para una unidad de vivienda y se permite que también controle lámparas y aparatos eléctricos.

**3) Viviendas unifamiliares.** Los medios de desconexión de la acometida en las viviendas unifamiliares pueden ser utilizados como el otro medio de desconexión.

**4) Otros locales.** Los medios de desconexión o interruptores automáticos del circuito derivado pueden ser utilizados como el otro medio de desconexión cuando sean fácilmente accesibles para el servicio de calefacción.

**424-20. Dispositivos de interrupción controlados térmicamente**

**a) Uso simultáneo de controles y medios de desconexión.** Se permite el uso de **l**os dispositivos de interrupción controlados térmicamente y una combinación de termostatos y desconectadores controlados manualmente, si cumplen con las siguientes condiciones:

**1)** Tienen una marca para la posición de abierto.

**2)** Desconectan directamente todos los conductores activos cuando se colocan manualmente en la posición desconectado.

**3)** Están diseñados de tal forma que el circuito no pueda ser energizado automáticamente después de que el dispositivo ha sido colocado manualmente en la posición de desconectado.

**4)** Están ubicados como está especificado en 424-19.

**b) Termostatos que no interrumpan directamente a todos los conductores.** Los termostatos que no interrumpan directamente todos los conductores energizados y los termostatos que operen a control remoto no necesitan cumplir con los requisitos del inciso (a) de este Artículo. Estos dispositivos no deben usarse como medios de desconexión.

**424-21. Desconectadores e interruptores automáticos indicadores.** Los desconectadores e interruptores automáticos usados como medio de desconexión, deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado) o cerrada (circuito conectado).

**424-22. Protección contra sobrecorriente**

**a) Dispositivos de circuitos derivados.** El equipo eléctrico para calefacción de ambiente diferente al accionado por motor que, según los Artículos 430 y 440, debe tener una protección adicional contra sobrecorriente, se considera protegido contra sobrecorriente cuando esté alimentado por uno de los circuitos derivados descritos en el Artículo 210.

**b) Elementos de resistencia.** El equipo eléctrico para calefacción de ambiente que utilice elementos calentadores de tipo de resistencias debe estar protegido a no-más de 60 A. El equipo con capacidad mayor a 48 A y que emplee tales elementos debe tener los calentadores subdivididos, y cada carga subdividida no debe ser mayor a 48 A. Cuando una carga subdividida es menor a 48 A, la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente adicional debe cumplir con lo indicado en 424-3 (b).

***Excepción:*** *Lo que se indica en 424-72(a).*

**c) Dispositivos de protección contra sobrecorriente.** Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente para las cargas subdivididas especificadas en el punto (b) deben ser: (1) instalados por el fabricante, dentro o sobre la envolvente de los calentadores o proporcionados por el fabricante como un conjunto separado; (2) accesibles, aunque no necesariamente fácilmente accesibles, (3) adecuados para la protección del circuito derivado.

**NOTA:** Véase 240-10.

En donde la protección contra sobrecorriente consista en fusibles de cartucho se permite usar un medio de desconexión individual para las diferentes cargas subdivididas.

**NOTA 1:** Véase 240-40 para la protección adicional de sobrecorriente.

**NOTA 2:** Para dispositivos de desconexión con cartuchos fusibles en circuitos de cualquier tensión eléctrica, véase 240-40.

**d) Conductores de circuitos derivados.** Los conductores que alimenten a los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente se consideran conductores de circuitos derivados.

***Excepción:*** *Para calentadores de 50 kW de capacidad nominal o mayores, los conductores que alimenten a los dispositivos de protección adicional contra sobrecorriente indicados en (c) anterior, pueden dimensionarse a no-*

*menos de 100% de la capacidad nominal del calentador indicada en las características de placa, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:*

***a.*** *Debe estar marcado en el calentador el tamaño nominal mínimo del conductor.*

***b.*** *El tamaño nominal de los conductores no debe ser menor que el tamaño mínimo indicado.*

***c.*** *El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar con un dispositivo accionado por temperatura.*

**e) Conductores para cargas subdivididas.** El tamaño nominal de los conductores instalados en campo, entre el calentador y los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente, no debe ser menor a 125% de la carga a suministrar. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente especificados en el punto (c) deben proteger a esos conductores de acuerdo con lo indicado en 240-3.

***Excepción:*** *Para calentadores de 50 kW o más, la capacidad de conducción de corriente para los conductores entre el calentador y el dispositivo de protección adicional, instalados en campo, se permite que sea no-menor a 100% de la carga de los respectivos circuitos subdivididos cuando cumplan con las siguientes condiciones:*

***a.*** *Se debe indicar en el calentador el tamaño nominal del conductor.*

***b.*** *El tamaño nominal de los conductores no debe ser menor que el mínimo indicado.*

***c.*** *El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar con un dispositivo accionado por temperatura.*

**D. Marcado del equipo de calefacción**

**424-28. Placa de datos**

**a) Información requerida.** Cada unidad de equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente debe contar con una placa de datos con la identificación correspondiente a la tensión eléctrica y a la capacidad nominales en V y A, o V y W, de acuerdo con la norma de producto vigente.

El equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente destinado a ser usado exclusivamente con c.a. o con c.c. debe contar con la identificación que lo indique. La identificación del equipo que contenga motores de más de 93,25 W (1/8 CP) y otras cargas debe indicar los valores nominales en V y A y la frecuencia, y la carga del calentador en W o V y A.

**b) Ubicación.** Esta placa de datos debe colocarse de manera que después de la instalación del equipo esté visible o fácilmente accesible.

**424-29. Marcado de los elementos calentadores.** Todos los elementos calentadores que sean reemplazables en el sitio y formen parte de un calentador eléctrico, deben estar marcados de manera legible con su capacidad nominal en V y A o V y W.

**E. Cables eléctricos calentadores de ambiente**

**424-34. Cables calentadores.** Los cables calentadores deben suministrarse completos, con terminales no-calentadoras ensambladas en fábrica, con una longitud mínima de 2,13 m.

**424-35 Marcado de los cables calentadores.** Cada unidad debe marcarse con el nombre del fabricante o su emblema de identificación, el número de catálogo, la tensión eléctrica y los valores nominales en V y W o en V y A.

Cada unidad de cables calentadores debe identificarse con los siguientes colores, de acuerdo con la tensión eléctrica nominal en la que se va a utilizar: 120 o 127 V, amarillo; 220 V, azul; y para otras tensiones eléctricas, 240 V, rojo; 277 V café; y 480 V anaranjado.

**424-36. Separación del alambrado en cielos rasos.** El alambrado, colocado por encima de cielos rasos calentados, debe mantener una distancia no-menor de 50 mm por encima de los mismos y se debe considerar que operan a una temperatura ambiente de 50 °C. La capacidad de conducción de corriente de los conductores debe determinarse con base en los factores de corrección indicados en las Tablas del Artículo 310, para 0-2000 V.

***Excepción:*** *El alambrado colocado por encima de cielos rasos y con sobre-aislamiento térmico de un espesor mínimo de 50,8 mm, no necesita corrección de temperatura*

**424-37. Localización del alambrado de circuitos derivados y alimentadores en paredes exteriores.** Los métodos del alambrado deben cumplir con lo establecido en el Artículo 300 y la Sección 310-10.

**424-38. Restricciones de áreas**

**a) No deben extenderse más allá del local o área.** Los cables calentadores no deben extenderse más allá del local o del área en el que se originan.

**b) Usos prohibidos.** Los cables calentadores no deben ser instalados en guardarropas, por encima de paredes o de tabiques que se extiendan hasta el cielo raso o por encima de gabinetes que tengan un espacio libre entre su tope y el techo, a una distancia menor a la dimensión horizontal mínima del gabinete, medida hasta el lado más cercano que esté abierto hacia el local o área.

***Excepción:*** *Un alambrado único de cables no-accesible puede pasar por encima de tabiques cuando estén empotrados.*

**c) Uso en cielos rasos de guardarropas como fuente de calor a baja temperatura para controlar la humedad relativa.** Los requisitos anteriores de (b) no prohíben el uso de cables como fuente de calor de baja temperatura, en cielos rasos de guardarropas, para controlar la humedad relativa, siempre que sean usados únicamente en una parte del cielo raso que no tenga ninguna repisa y ningún aparato eléctrico entre el cielo raso y el piso.

**424-39. Separación de otros objetos y aberturas.** Los elementos de calentamiento de los cables deben estar separados por lo menos 200 mm de los lados de las cajas de salida y empalme que se usen para montar aparatos eléctricos de alumbrado de superficie. Debe disponerse una distancia no-menor de 50 mm entre los aparatos eléctricos empotrados y sus guarniciones, aberturas de ventilación y cualesquiera otras aberturas similares que estén

en la superficie del área donde sean instalados. Debe disponerse un espacio suficiente para que ningún cable calentador sea cubierto por cualquier unidad de alumbrado montada en superficie.

**424-40. Empalmes.** Los cables calentadores empotrados deben empalmarse solamente cuando sea necesario y por medios aprobados, y en ningún caso debe ser alterada la longitud de un cable calentador.

**424-41. Instalaciones de cables calentadores en cielos rasos de madera, con yeso o de concreto**

**a) No deben instalarse en paredes.** Los cables calentadores no deben instalarse en paredes.

**b) Tendidos adyacentes.** Los cables que no sean mayores de 9 W /m, instalados en tramos adyacentes, deben instalarse con distancias no-menores a 40 mm entre sus centros.

**c) Superficies en donde se colocan.** Los cables calentadores pueden colocarse únicamente sobre muros de yeso, de tiras con revestimiento de yeso o en otros materiales resistentes al fuego. Cuando estén sobre tiras metálicas o sobre otras superficies eléctricamente conductoras se debe aplicar una capa de revestimiento para aislar enteramente la tira metálica de la superficie conductora del cable.

**NOTA:** Véase también el párrafo (f) de esta Sección.

**d) Empalmes.** En todos los cables calentadores, los empalmes entre ellos y terminales no-calentadoras deben empotrarse en el revestimiento o en los muros de madera seca, a una longitud mínima de 70 mm desde el empalme de la terminal no-calentadora, de la misma manera que el cable calentador.

**e) Superficie del cielo raso.** Toda la superficie del cielo raso debe tener un acabado con revestimiento de arena térmicamente no-aislante de un espesor nominal de 13 mm o debe estar cubierta de cualquier otro material térmico no-aislante, identificado para ese uso, aprobado y colocado según instrucciones y espesor especificados.

**f) Sujeción.** Los cables se deben fijar a intervalos no-mayores de 40 cm por medio de grapas, cintas, revestimiento de arena, vigas o cualquier otro medio aprobado. No deben usarse grapas o medios de fijación metálicos para sujetar los cables en tiras metálicas o en cualquier otra superficie eléctricamente conductora.

***Excepción:*** *Los cables aprobados e identificados para ser fijados a intervalos no-mayores a 1,8 m.*

**g) Instalaciones en cielo raso de madera seca.** En instalaciones de cielo raso de madera seca, todo el cielo raso que esté debajo de los cables calentadores debe estar cubierto con plafones de yeso de un espesor *no-mayor* a 13 mm. El espacio vacío entre la capa más alta de los plafones de yeso (o revestimiento), separadores no-metálicos o de otro material resistente al fuego y la capa de superficie de las tiras de yeso, debe estar rellenado completamente con revestimiento térmicamente conductor y que no se contraiga, o con cualquier material de igual conductividad térmica de tipo aprobado.

**h) Libre de contacto con superficies conductoras.** Los cables deben estar libres de todo contacto con metal o con otras superficies eléctricamente conductoras.

**i) Vigas.** En instalaciones de madera seca, el cable debe colocarse paralelo a la viga, dejando un espacio libre centrado debajo de la viga a una distancia de 64 mm (de ancho) entre los centros de los cables adyacentes. La capa superficial de los plafones de yeso debe montarse de manera tal que los clavos u otros medios de fijación no perforen el cable calentador.

**j) Cruzando las vigas.** Los cables deben cruzar las vigas sólo en los extremos del cuarto.

***Excepción:*** *Cuando se requiera que el cable cruce las vigas en cualquier parte, se deben cumplir las instrucciones del fabricante, por lo que la persona que lo instale, debe evitar colocar el cable demasiado cerca de las penetraciones del cielo raso y de luminarias.*

**424-42. Cielos rasos terminados.**Los cielos rasos terminados no deben cubrirse con plafones decorativos o vigas que estén hechos de materiales térmicamente aislantes como: la madera, la fibra o el plástico. Sin embargo, pueden cubrirse con pintura, papel u otros acabados aprobados.

**424-43 Instalación de las terminales no-calentadoras para cables**

**a) Terminales no-calentadoras.** Las terminales libres de los cables no-calentadoras deben instalarse según los métodos de alambrado permitidos por esta NOM, desde una caja de empalme a un lugar dentro del cielo raso. Estos métodos de alambrado pueden consistir en monoconductores en canalizaciones aprobadas, cables monoconductores o multiconductores del tipo UF, NMC, MI o de otros tipos aprobados.

**b) Terminales en cajas de conexiones.** Dentro de la caja de conexiones, las terminales no-calentadoras deben tener una longitud libre de 15 cm. La identificación de las terminales debe ser visible en las cajas de empalme.

**c) Partes sobrantes de las terminales.** Las partes sobrantes de las terminales no deben cortarse, sino fijarse por debajo de los cielos rasos y empotrarse en el revestimiento u otros materiales aprobados, dejando únicamente la longitud suficiente para alcanzar la caja de conexiones, con no-menos de 15 cm de terminal libre en la caja.

**424-44. Instalaciones de cables en pisos de concreto o de granito**

**a) W por metro lineal.** Los cables calentadores no deben exceder de 3 W/m de cable.

**b) Distancias entre tramos adyacentes.** El espacio entre tramos de cables adyacentes no debe ser menor de 25 mm entre centros.

**c) Fijación en sitio.** Mientras el concreto u otro acabado es colocado, los cables deben estar sujetos por estructuras separadoras no-metálicas o por cualquiera de los otros medios aprobados.

Los cables no deben estar instalados en un puente sobre una junta de dilatación, a menos que estén protegidos de la dilatación y de la contracción.

**d) Separación entre el cable calentador y los metales empotrados en el piso.** Se debe mantener una separación entre el cable calentador y los metales empotrados en el piso.

***Excepción:*** *La cubierta metálica puesta a tierra del cable puede estar en contacto con los metales empotrados en el piso.*

**e) Terminales protegidas.** Las terminales, cuando salen del piso, deben estar protegidas por tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado, ligero, no-metálico tipo pesado o cualquier otro sistema aprobado.

**f) Uso de boquillas u otros accesorios aprobados.** Se debe usar boquillas u otros accesorios aprobados cuando las terminales salgan de la placa del piso.

**424-45. Inspección y pruebas.** Las instalaciones de cables empotrados deben estar ejecutadas con el debido cuidado para evitar daños al conjunto del cable, y deben ser inspeccionadas y aprobadas antes de que los cables sean cubiertos o escondidos.

**F. Calentadores de ductos**

**424-57. Disposiciones generales.** Cuando la unidad que hace circular el aire no es suministrada como parte integral del equipo calentador, debe aplicarse esta Parte F a cualquier calentador instalado en la corriente de aire de un sistema de circulación forzada.

**424-58. Identificación.** Los calentadores instalados en un ducto de aire deben estar aprobados e identificados como adecuados para dicha instalación.

**424-59. Circulación de aire.** Se deben instalar medios adecuados en el frente del calentador para obtener una circulación de aire adecuada y uniforme, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

> **NOTA:** Para proporcionar una distribución uniforme del aire sobre el frente del calentador, los calentadores instalados a una distancia *no-mayor* a 1,2 m de la salida de dispositivos para mover el aire, bomba de calor, acondicionador de aire, codos, deflectores o de cualquier otro obstáculo en el conducto, pueden necesitar medios de desviación, planchas de presión u otros dispositivos del lado de entrada del ductocalentador para asegurar una adecuada distribución del aire sobre la cara del calentador.

**424-60. Temperatura de admisión elevada.** Los calentadores de ductodestinados a usarse a una temperatura de admisión elevada deben estar aprobados e identificados para altas temperaturas.

**424-61. Instalaciones de conductos calentadores con bombas de calefacción y aparatos eléctricos de aire acondicionado.** Las bombas de calefacción y los aparatos eléctricos de aire acondicionado que tengan calentadores de ducto a una distancia no-mayor a 1,2 m deben estar aprobados e identificados para ser instalados de esta manera.

**424-62. Condensación.** Los calentadores de ducto usados con aparatos eléctricos de aire acondicionado u otro equipo de enfriamiento que pueda producir condensación de humedad, deben estar aprobados e identificados para usarse con aparatos eléctricos de aire acondicionado.

**424-63. Bloqueo del circuito de ventilación.** Debe dotarse de medios para asegurar que el circuito del ventilador esté energizado, cuando cualquier circuito calentador lo esté. Sin embargo, se permite que el motor del ventilador sea energizado con retardo de tiempo controlado o por temperatura.

**424-64. Control de límite.** Cada calentador de ducto debe estar provisto de un control de límite de temperatura, integrado, aprobado, con reposición automática que interrumpa la alimentación de los circuitos. Adicionalmente, cada calentador de ducto debe estar provisto de un control o controles suplementarios e independientes integrados, que desconecte un número suficiente de conductores para interrumpir el paso de la corriente eléctrica. Este dispositivo debe ser de reposición manual.

**424-65. Ubicación de los medios de desconexión.** El equipo de control de calentadores de ducto debe ser accesible con los medios de desconexión instalados en o a la vista del controlador.

***Excepción:*** *Lo permitido en 424-19 (a).*

**424-66. Instalación.** Los calentadores de ducto deben instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante, de manera que su funcionamiento no presente peligro a personas o a propiedades; además deben ubicarse de manera que permitan el acceso al calentador con respecto a los elementos del inmueble u otro equipo

Debe mantenerse suficiente espacio libre para permitir el reemplazo de elementos calentadores y equipo de control, así como para ajuste y limpieza de los controles y de cualquier otra parte que requiera atención. Véase 110-16.

**G. Calderas tipo de resistencias**

**424-70. Alcance.** Las disposiciones de este Artículo aplican a las calderas que usen resistencias como elementos calentadores. Las calderas de tipo con electrodos no se consideran como tales. Véase la parte H de este Artículo.

**424-71. Marcado.** Las calderas del tipo con resistencia deben estar identificadas como adecuadas para la instalación.

**424-72. Protección contra sobrecorriente**

**a)** Calderas que utilicen elementos calentadores eléctricos del tipo de resistencia inmersa, montados en un tanque, calibrado y sellado. Una caldera que utilice elementos calentadores eléctricos del tipo de resistencia inmersa, montados en un tanque calibrado y sellado, debe tener los elementos calentadores protegidos a no-más de 150 A. Las calderas con capacidad de más de 120 A deben tener los elementos calentadores subdivididos en cargas no-mayores de 120 A.

Cuando la carga subdividida sea menor de 120 A, la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir con lo indicado en 424-3(b).

**b)** Calderas que utilicen elementos calentadores eléctricos del tipo de resistencia con capacidad mayor de 48 A, no-montados en un tanque calibrado. Una caldera que utilice elementos calentadores del tipo de resistencia no-montados

en un tanque calibrado y sellado, debe tener los elementos calentadores protegidos a no-más de 60 A. Las calderas con capacidad mayor a 48 A deben tener los elementos calentadores subdivididos en cargas no-mayores de 48 A.
Cuando una carga subdividida sea menor de 48 A, la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir con lo indicado en 424-3 (b).

**c)** Dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente para las cargas subdivididas especificadas en 424-72 (a) y (b) anteriores, deben ser: (1) instalados en fábrica dentro o sobre la envolvente de la caldera o de un ensamble separado, proporcionado por el fabricante de la caldera; (2) accesibles, aunque no necesariamente fácilmente accesibles y (3) adecuados para la protección de circuitos derivados.
Cuando se usen fusibles de cartucho para la protección contra sobrecorriente, debe proporcionarse un solo medio de desconexión para todos los circuitos subdivididos. Véase 240-40.

**d)** Conductores que alimenten a los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente
Los conductores que alimenten a los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente deben considerarse como conductores de circuitos derivados.

***Excepción:*** *Los calentadores de 50 kW o mayores y los conductores que alimenten a los dispositivos de protección contra sobrecorriente, mencionados en (c) anterior, deben tener tamaño nominal como mínimo del 100% de la capacidad nominal del calentador, siempre que se cumplan con las condiciones siguientes:*

***a****. Se debe marcar en el calentador el tamaño nominal mínimo de los conductores.*

***b.*** *Los conductores no deben ser de tamaño nominal menor que el mínimo indicado.*

***c.*** *El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar por medio de un dispositivo sensible a la temperatura o a la presión.*

**e) Conductores para cargas subdivididas.** El tamaño nominal de los conductores alambrados en el sitio de instalación, entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente, deben calcularse a no-menos de 125% de la carga alimentada. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente especificados en el punto (c) anterior deben proteger a estos conductores de acuerdo con lo indicado en 240-3.

***Excepción:*** *Para calentadores de 50 kW o más, el tamaño nominal del conductor alambrado en el sitio, entre el calentador y el dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor a 100% de la carga de los circuitos alimentados y deben cumplir con las siguientes condiciones:*

***a.*** *Marcar en el calentador el tamaño nominal mínimo de los conductores.*

***b.*** *Los conductores no deben ser de tamaño nominal menor que el mínimo indicado.*

***c.*** *El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar por medio de un dispositivo sensible a la temperatura.*

**424-73. Control para limitar incrementos excesivos de temperatura.** Cada caldera debe estar diseñada, para que durante su funcionamiento no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia del calor, y debe estar equipada con medios de límites de temperatura. Estos medios deben limitar la temperatura máxima del líquido y desconectar directa o indirectamente cualquier corriente eléctrica que pase a través de los elementos calentadores. Estos elementos son adicionales al sistema que regula la temperatura y a otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

**424-74. Control para limitar sobrepresión.** Cada caldera debe estar diseñada para que durante su funcionamiento no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia del calor, de líquido o vapor, y debe estar equipada con medios de limites de presión. Estos medios deben limitar la presión máxima y desconectar directa o indirectamente a todos los conductores de fase de los elementos calentadores. Estos elementos deben ser adicionales al sistema que regule la presión y a cualquiera de los otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

**424-75. Puesta a tierra.** Todas las partes metálicas que no transporten corriente eléctrica deben estar puestas a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250, además deben tener medios para la conexión de los conductores de puesta a tierra del equipo, calculados según la Tabla 250-95.

### H. Calderas tipo con electrodos

**424-80. Alcance.** Las disposiciones de la Parte H de este Artículo se aplican a las calderas de operación de 600 V o menos, en las cuales el calor se genera por el paso de corriente eléctrica entre electrodos a través del líquido que debe ser calentado.

**424-81. Marcado.** Las calderas tipo electrodo deben marcarse como adecuadas para su instalación.

**424-82. Requisitos para los circuitos derivados.** El tamaño nominal de los conductores y de los dispositivos de protección de circuitos derivados contra sobrecorriente, debe calcularse con base en 125% de la carga total (no incluyendo los motores). Se permite el uso de contactores, relés u otros dispositivos aprobados para funcionamiento continuo, al 100% de su capacidad nominal, para alimentar a plena carga. Véase 210-22 (c), Excepción. Las disposiciones de esta Sección no aplican a los conductores que formen parte integral de una caldera aprobada.

***Excepción:*** *Para una caldera del tipo con electrodos de 50 kW o mayor, el tamaño nominal de los conductores de alimentación no debe ser menor de la que resulte para 100% de la capacidad nominal de placa de características de la caldera, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:*

***a.*** *Marcar en el calentador de la caldera el tamaño nominal mínimo de los conductores.*

***b.*** *Los conductores no deben ser de tamaño nominal menor al mínimo indicado.*

***c.** El funcionamiento cíclico del equipo se debe controlar por medio de un dispositivo sensible a la temperatura o a la presión.*

**424-83. Control para limitar temperatura excesiva.** Cada caldera debe estar diseñada para que durante su funcionamiento no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, y debe estar equipada con medios para limitar a la temperatura. Estos medios deben limitar la temperatura máxima del líquido y deben interrumpir directa o indirectamente cualquier corriente eléctrica que pase a través de los electrodos. Estos elementos son adicionales al sistema que regule la temperatura y a otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

**424-84. Control para limitar aumentos de presión.** Cada caldera debe estar diseñada para que durante su funcionamiento se produzca un cambio de estado del medio de transferencia del calor, de líquido a vapor y debe estar equipada con medios para limitar la presión. Estos medios deben limitar la presión máxima e interrumpir directa o indirectamente cualquier corriente eléctrica que pase a través de los electrodos. Estos elementos son adicionales al sistema que regule la presión y a otros dispositivos de protección del tanque contra presiones excesivas.

**424-85. Puesta a tierra.** En las calderas diseñadas de manera que las corrientes eléctricas de falla no pasen a través del tanque a presión, y que dicho tanque esté aislado eléctricamente de los electrodos, todas las partes metálicas descubiertas que no transporten corriente eléctrica, incluyendo el tanque a presión, tubería de alimentación y de retorno, deben ser puestas a tierra de acuerdo con el Artículo 250.

Para los diseños en los cuales el tanque a presión contenga a los electrodos, dicho tanque debe ser separado y aislado eléctricamente de tierra.

**424-86. Marcado.** Todas las calderas del tipo con electrodos deben estar marcadas con la siguiente información: (1) nombre del fabricante; (2) características nominales en V, A y kW; (3) el valor requerido para su alimentación eléctrica, especificando claramente la frecuencia, cantidad fases y cantidad de conductores; (4) la indicación: “Caldera del tipo con electrodos”; (5) un aviso de advertencia: "TODAS LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA DEBERÁN DESCONECTARSE ANTES DE PROCEDER A EJECUTAR CUALQUIER SERVICIO QUE INCLUYA EL TANQUE A PRESIÓN".

La placa debe colocarse en un lugar que sea visible después de la instalación.

### J. Paneles eléctricos calentadores de radiación y conjunto de paneles calentadores

**424-90. Alcance.** Lo indicado en la Parte J de este Artículo aplica a paneles eléctricos calentadores de radiación y al conjunto de paneles calentadores.

**424-91 Definiciones**

**a) Panel calentador.** Es el ensamble completo que incluye caja de uniones o un tubo *(conduit)* flexible para conexión al circuito derivado.

**b) Conjunto de paneles calentadores.** Es el ensamble rígido o no-rígido que incluye puntas de conexión o ensamble de uniones terminales aprobadas e identificadas como adecuadas para conexión al sistema de alimentación eléctrica.

**424-92. Marcado**

**1)** El marcado debe ser permanente y estar visible después de que se aplique el acabado al panel.

**2)** Cada unidad debe estar aprobada e identificada como adecuada para la instalación.

**3)** Cada unidad debe estar marcada con el nombre o símbolo de identificación, número de catálogo y capacidad en V y W o en V y A.

**4)** Los fabricantes de paneles calentadores o conjuntos de paneles deben suministrar etiquetas de rotulación que indiquen que la instalación de calefacción de ambiente, incorpora paneles calentadores o conjuntos de paneles, y las etiquetas de instrucciones deben estar fijas y aseguradas al panel para identificar cuáles de los circuitos derivados alimentan a los circuitos de esas instalaciones de calefacción de ambiente.

***Excepción:** No requieren de las etiquetas indicadas los paneles y conjuntos de paneles calentadores que sean visibles y distinguibles después de la instalación.*

**424-93. Instalación**

**a) Disposiciones generales**

**1)** Los paneles y conjuntos de paneles deben ser instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

**2)** La parte de calefacción no debe:

**a.** Estar instalada sobre o atrás de superficies sujetas a daño físico.

**b.** Instalarse a lo largo o arriba de paredes colindantes, gabinetes o partes similares de estructuras que lleguen hasta el techo.

**c.** Instalarse a lo largo o a través de aislamientos térmicos, pero se permite que estén en contacto con las superficies de los aislamientos térmicos.

**3)** Las orillas de los paneles y los conjuntos de paneles deben estar separados por una distancia no-menor de 200 mm de los extremos de cualquier caja de salida o de uniones que sean utilizadas para colocar lámparas. Debe proporcionarse un espacio no-menor de 50 mm entre aparatos eléctricos fijos y sus accesorios, espacios abiertos para ventilación, y otros espacios abiertos en las superficies del local, y se debe proveer el área suficiente para asegurar que ningún panel o conjunto de paneles sea cubierto por cualquier superficie de otras unidades montadas.

***Excepción:*** *Se permite instalar los paneles y conjuntos de paneles aprobados y marcados para espacios más pequeños, en el espacio indicado en el marcado.*

**4)** Después de que los paneles y conjuntos de paneles son instalados e inspeccionados se permite la instalación de una cubierta que haya sido identificada por las instrucciones del fabricante como adecuada para este tipo de instalación y esté aprobada como tal. La cubierta debe asegurarse de manera que los clavos u otros dispositivos de sujeción no la perforen.

**5)** Se permite que las cubiertas permitidas en 424-93 (a) (4) tengan acabados con pintura, papel u otros recubrimientos aprobados e identificados como adecuados en las instrucciones del fabricante.

**b) Conjuntos de paneles calentadores**

**1)** Se permite que los conjuntos de paneles calentadores estén colocados firmemente en la cara inferior de las vigas o montados entre las vigas.

**2)** Los conjuntos de paneles calentadores deben estar instalados paralelos a las vigas o a las franjas que cubren el ensamble.

**3)** Los clavos o grapas deben colocarse únicamente a través de las partes que no sean partes calefactores, proporcionados para ese propósito. Los conjuntos de paneles calentadores no deben ser cortados o perforados por clavos en cualquier punto menor de 6,35 mm al elemento calefactor. No deben utilizarse clavos, grapas u otros elementos de fijación que penetren en partes portadoras de corriente eléctrica.

**4)** Los conjuntos de paneles calentadores deben instalarse como unidades completas a menos que sean aprobados e identificados para instalarse de manera separada en forma aprobada.

**424-94. Espacio entre conductores en el techo.** Los conductores colocados arriba del techo calentado deben espaciarse no-menos de 50 mm sobre el techo y se debe considerar 50 °C como temperatura ambiente de operación. La capacidad de conducción de corriente debe ser calculada basándose en los factores de corrección dados en la tabla de capacidades de conducción de corriente, Artículo 310 para cables de 0-2000 V.

***Excepción:*** *Conductores colocados sobre los techos que posean aislamientos térmicos con un espesor mínimo de 50 mm no requieren de factor de corrección por temperatura.*

**424-95. Ubicación de los circuitos derivados y alimentadores en paredes**

**a) Paredes exteriores.** Los métodos de cableado deben cumplir con el Artículo 300 y la Sección 310-10.

**b) Paredes interiores.** Cualquier cableado detrás de los paneles calentadores ubicados en paredes interiores o en paredes colindantes se debe considerar con temperatura ambiente de 40 °C, y la capacidad de conducción de corriente debe ser calculada con base en los factores de corrección dados en las Tablas del Artículo 310 para cables de 0-2000 V.

**424-96. Conexión de los conductores de circuitos derivados**

**a) Disposiciones generales.** Los paneles o grupos de paneles calentadores ensamblados en campo, para la calefacción de un local o de cualquier área, deben estar conectados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

**b) Paneles calentadores.** Los paneles calentadores deben estar conectados a los circuitos derivados por medio de métodos de cableado permitidos.

**c) Grupos de paneles calentadores**

**1)** Los grupos de paneles calentadores deben estar conectados a los circuitos derivados por medio de un método aprobado e identificado para tal propósito.

**2)** Los grupos de paneles calentadores deben estar provistos de un ensamble de uniones terminales con puntas acopladas para hacer la instalación, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

**424-97. Puntas de conexión.** El exceso en puntas de conexión debe ser cortada a la longitud requerida, siempre y cuando reúnan los requisitos de instalación del método de alambrado indicado en 424-96. Las puntas de conexión deben ser parte integral del panel calentador o parte del grupo de paneles, y no deben estar sujetas a los requerimientos de capacidad de conducción de corriente establecidos en 424-3 (b) para circuitos derivados.

**424-98. Instalación en mampostería o en concreto**

**a) Máxima área de calefacción.** Los paneles calentadores no deben exceder 0,093 $W/m^2$ de área calentada.

**b) Seguridad en el sitio e identificado como apropiado.** Los paneles calentadores o grupos de paneles deben estar fijos en su lugar por los medios especificados en las instrucciones del fabricante y aprobarse e identificarse como adecuados para esa instalación específica.

**c) Juntas de expansión.** Los tableros de calefacción no deben estar instalados donde haya puentes de juntas de expansión, a menos que se haya provisto de un elemento de expansión y contracción.

**d) Espacios libres.** Se debe mantener un espacio libre entre los tableros de calefacción y los metales embebidos en el piso.

***Excepción:*** *Los paneles calentadores con cubierta metálica puesta a tierra, se permite que estén en contacto con metales embebidos en el piso.*

**e) Protección de las puntas de conexión.** Las puntas de conexión deben estar protegidas en donde salgan del piso, por medio de un tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado, no-metálico rígido o por otro medio autorizado para tal fin.

**f) Boquillas o dispositivos de sujeción.** Debe utilizarse boquillas o dispositivos de fijación aprobados donde las puntas salgan de entre las ranuras del piso.

**424-99. Instalación cubierta bajo piso**

**a) Identificación.** Los paneles calentadores para instalación bajo el piso deben estar aprobados e identificados como adecuados para instalarse bajo el piso cubierto.

**b) Área máxima de calefacción.** Los paneles calentadores instalados bajo piso no deben exceder de 0,093 W/m² de área calentada.

**c) Instalación.** Los paneles calentadores aprobados y listados para ser instalados bajo piso cubierto, deben instalarse en superficies que sean suaves y planas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y deben cumplir con las disposiciones siguientes:

**1) Juntas de expansión.** Los tableros de calefacción no deben ser instalados donde haya uniones de expansión a menos que estén protegidos contra expansión y contracción.

**2) Conexión a conductores.** Deben ser conectados a circuitos derivados y al alambrado alimentador por medio de métodos aceptados y reconocidos en el Capítulo 3.

**3) Anclaje.** Los paneles calentadores o los grupos de paneles calentadores deben estar firmemente anclados al piso usando un adhesivo o un sistema de fijación identificado para este uso.

**4) Cubiertas.** Después de que los paneles calentadores o grupos de paneles calentadores han sido instalados y revisados, pueden ser protegidos por una cubierta de piso que haya sido identificada por el fabricante para tal uso. La cubierta debe estar fijada al panel de calefacción mediante el uso de adhesivos identificados para tal aplicación.

**5) Protección de fallas.** Debe ser instalado por el fabricante un dispositivo para desconectar todos los conductores de alimentación al panel calentador o al grupo de paneles calentadores, y debe entrar en operación cuando ocurra una falla de alta o baja resistencia de línea a línea o de línea a tierra, como es el caso cuando se introduce un elemento extraño al ensamble y esto provoca una falla.

**NOTA:** Es necesario un blindaje integral aterrizado para suministrar esta protección.

## ARTÍCULO 426 - EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA DESCONGELAR Y DERRETIR NIEVE

### A. Disposiciones generales

**426-1. Alcance.** Los requerimientos de este Artículo se aplican a los sistemas de calefacción eléctricos y a la instalación de los mismos.

**a) Empotrados.** Empotrados en calles, banquetas, escalones y otras áreas.

**b) Expuestos.** Expuestos en sistemas de drenaje, puentes, techos y otras estructuras.

**426-2. Definiciones.** Para propósitos de este Artículo:

**Sistema de calefacción**. Es un sistema completo que consta de componentes tales como elementos calefactores, dispositivos de fijación, circuitos de cableado anti-calentamiento, guías, controladores de temperatura, letreros de seguridad, cajas de conexiones, canalizaciones y accesorios.

**Elemento de calefacción por resistencia**. Un elemento específico separado para generar calor que es empotrado o asegurado a la superficie que se va a calentar.

**NOTA:** Calentador tubular, calentador descubierto, cable de calefacción, cinta de calefacción y tableros de calefacción son ejemplos de calentadores de resistencia.

**Sistema de calefacción de impedancia**. Un sistema donde el calor es generado en un tubo o en una varilla o en una combinación de tubos y varillas, haciendo pasar la corriente eléctrica por el tubo o por la varilla por medio de una conexión directa a una fuente de tensión eléctrica de c.a. desde un transformador de doble devanado. Se permite que el tubo o la varilla sea empotrado en la superficie a calentar o que constituya los componentes expuestos para calentamiento.

**Sistema de calefacción por efecto superficial.** Un sistema en el cual el calor es generado en la superficie interna de una envolvente ferromagnética empotrada o asegurada a la superficie a calentarse.

**NOTA:** Un conductor aislado eléctricamente se dirige a través de la envolvente y se conecta en el otro extremo de la envolvente. La envolvente y el conductor aislado se conectan a una fuente de tensión eléctrica de c.a. por medio de un transformador de doble devanado.

**426-3. Aplicación de otros Artículos.** Todos los requerimientos de esta NOM deben aplicarse excepto cuando específicamente se haya hecho una corrección en este Artículo. El equipo de deshielo y para derretir nieve de cordón y clavija conectado en exteriores, designado para algún uso específico, aprobado e identificado como adecuado para este uso, debe instalarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 422. El equipo de deshielo y para derretir nieve fijo para uso en lugares clasificados como peligrosos debe cumplir con lo indicado en los Artículos 500 al 516.

**426-4. Capacidad nominal del circuito derivado.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado y la capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección de sobrecorriente del circuito de alimentación de un equipo fijo de deshielo y para derretir nieve exterior no debe ser menor de 125% del total de la carga de los calentadores. El dispositivo de protección de sobrecorriente se permite esté de acuerdo con lo indicado en 240-3(b).

### B. Instalación

**426-10. Disposiciones generales.** El equipo eléctrico para deshielo y para derretir nieve en exteriores debe ser aprobado e identificado como adecuado para:

**1)** El medio químico, térmico y físico.

**2)** Su instalación, de acuerdo con lo indicado en las instrucciones y diagramas del fabricante.

**426-11. Uso.** El equipo eléctrico de calefacción debe instalarse de manera que tenga protección contra daño físico.

**426-12. Protección térmica.** Las superficies externas de equipo eléctrico para deshielo y derretir nieve, en exteriores, que opere a temperaturas que excedan 60 °C, deben estar físicamente protegidas, apartadas o aisladas térmicamente para protegerlas del contacto del personal en el área.

**426-13. Identificación.** La presencia de equipo eléctrico para deshielo y derretir nieve debe ser evidente a través de la colocación apropiada de letreros o señales claramente visibles.

**426-14. Permiso especial.** El equipo eléctrico para deshielo y derretir nieve fijo en el exterior, que emplee otros métodos de construcción o de instalación que no estén cubiertos en este Artículo, se permitirán sólo mediante un permiso especial de la autoridad competente.

**C. Elementos de calefacción por resistencia**

**426-20. Equipo empotrado de deshielo y para derretir nieve**

**a) Densidad de potencia.** Los tableros o unidades no deben exceder de 1291 W / $m^2$ de área calentada.

**b) Espaciamiento.** El espacio entre cables adyacentes depende del tamaño nominal del cable, y no debe ser menor de 25 mm entre centros.

**c) Cubierta.** Las unidades, tableros o cables deben instalarse como se indica a continuación:

**1)** En una base sustancialmente de asfalto o de tabique por lo menos de 50 mm de espesor y que tenga por lo menos 40 mm de asfalto o de mampostería sobre las unidades, tableros o cables.

**2)** Puede autorizarse la instalación sobre otras bases aprobadas y empotradas dentro de 90 mm de mampostería o asfalto pero no menos de 40 mm desde la superficie superior.

**3)** Equipo que ha sido especialmente analizado para otras formas de instalación debe instalarse únicamente de acuerdo con su análisis.

**d) Fijación.** Los cables, unidades y tableros deben fijarse en su lugar con herrajes, vigas o cualquier otro medio aprobado mientras se aplica el acabado de asfalto o mampostería.

**e) Expansión y contracción.** Los cables, unidades y tableros no deben instalarse en donde haya juntas de expansión a menos que se prevean medios para su expansión y contracción.

**426-21. Equipo expuesto de deshielo y para derretir nieve**

**a) Sujeción.** Los ensambles de elementos de calentamiento deben estar sujetos, por los medios adecuados, a la superficie a calentarse.

**b) Temperatura excesiva.** En donde el elemento de calentamiento no esté en contacto directo con la superficie a calentarse, el diseño del ensamble de calentamiento debe ser tal que no exceda su límite de temperatura.

**c) Dilatación y contracción.** Los elementos y ensambles de calentamiento no deben instalarse en donde haya juntas de expansión, a menos que se prevean medios para su expansión y contracción.

**d) Capacidad de flexión.** En donde se instale en estructuras flexibles, los elementos y ensambles de calentamiento deben tener capacidad de flexión compatible con la estructura.

**426-22. Instalación de cableado anti-calentamiento para equipo empotrado**

**a) Cubiertas o cableado puesto a tierra.** Los cableados anti-calentamiento que tengan cubiertas o cableado puesto a tierra pueden estar empotrados en la mampostería o en el asfalto en la misma forma que el cable de calentamiento, sin protección física adicional.

**b) Canalización.** Todo el cableado anti-calentamiento tipo TW, de 25 mm a 155 mm y otros tipos aprobados, sin cubierta para puesta a tierra deben instalarse en tubo *(conduit)* tipo pesado, semipesado o ligero u otras canalizaciones dentro del asfalto o mampostería; y la distancia del empalme prefabricado a la canalización no debe ser menor a 25 mm o mayor de 125 mm.

**c) Boquillas.** Las boquillas aislantes deben usarse en el asfalto o mampostería donde las guías entren a la canalización.

**d) Expansión y contracción.** Los cables deben estar protegidos en las juntas de expansión y en donde salgan del asfalto o de la mampostería por medio de tubo *(conduit)* tipo pesado, semipesado o ligero u otras canalizaciones o sistemas aprobados.

**e) Cables en cajas de conexiones.** No debe haber menos de 15 cm de largo libres de los cables anti-calentamiento dentro de las cajas de conexiones.

**426-23. Instalación de cableado anti-calentamiento para equipo expuesto**

**a) Cableado anti-calentamiento.** El cableado anti-calentamiento (cables fríos) de la fuente de alimentación para elementos de resistencia, debe ser adecuado para la temperatura a que se encuentre. Se permite acortar el cableado anti-calentamiento preensamblado en calentadores aprobados si se siguen los requisitos especificados en 426-25. Se debe proporcionar no-menos de 15 cm de cableado anti-calentamiento libre dentro de la caja de conexiones.

**b) Protección.** El cableado anti-calentamiento para las fuentes de alimentación debe instalarse en tubo *(conduit)* tipo pesado, tipo semipesado o tipo ligero o con cualquier otro sistema aprobado.

**426-24. Conexión eléctrica**

**a) Conexiones de elemento de calefacción.** Las conexiones eléctricas de los elementos de calefacción a los cables anti-calentamiento empotrados en mampostería o en asfalto o expuestos a la superficie, que no sean de fábrica, deben hacerse con conectadores aislados aprobados e identificados para ese uso.

**b) Conexiones de circuito.** Los empalmes y las terminales al final del cableado anti-calentamiento distinto a las terminales del elemento calefactor deben instalarse en una caja de conexiones o accesorio de acuerdo con lo indicado en 110-14 y 300-15.

**426-25. Marcado.** Cada unidad de calefacción ensamblada de fábrica debe estar marcada legiblemente dentro de los 80 mm de cada una de las terminales de los cables anti-calentamiento con un símbolo permanente de identificación, número de catálogo, tensión eléctrica y capacidad nominales en V y W, o en V y A.

**426-26. Protección contra la corrosión**

Las canalizaciones metálicas ferrosas y no-ferrosas, cables blindados, fundas de cable, cajas de conexiones, uniones, soportes y herrajes, pueden instalarse en concreto o en contacto directo con la tierra, o en áreas sujetas a alta corrosión, siempre y cuando estén fabricadas con material especial o se protejan con material anticorrosivo para esas condiciones.

**426-27. Puesta a tierra**

**a) Partes metálicas.** Las partes metálicas externas de equipo que no conduzcan corriente eléctrica, pero que podrían estar electrificadas, deben estar unidas y puestas a tierra en la forma especificada en el Artículo 250.

**b) Separadores y fundas para puesta a tierra.** Los medios de puesta a tierra tales como separadores de cobre, fundas de metal o cualquier otro aprobado, debe proporcionarse como parte integral de la sección caliente del cable, tablero o unidad.

**D. Calentamiento por impedancia**

**426-30. Protección del personal.** Los elementos expuestos del sistema de calentamiento por impedancia deben estar físicamente protegidos, resguardados o térmicamente aislados con cubierta a prueba de intemperie para protección de un posible contacto del personal en el área.

**426-31. Limitaciones de tensión eléctrica.** Los elementos del calentamiento por impedancia no deben operarse a más de 30 V de c.a.

***Excepción:*** *Puede autorizarse una tensión eléctrica mayor a 30 V, pero no mayor a 80 V, siempre y cuando se provea con un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas.*

**426-32. Transformador de aislamiento.** Debe usarse un transformador de aislamiento de doble devanado con pantalla puesta a tierra entre el primario y secundario para aislar al sistema de distribución del sistema de calentamiento

**426-33. Corrientes eléctricas inducidas.** Todos los componentes que transporten corriente eléctrica deben ser instalados de acuerdo con lo indicado en 300-20.

**426-34. Puesta a tierra.** Un sistema de calentamiento por impedancia que opere a más de 30 V, pero no a más de 80 V, debe estar puesto a tierra en puntos designados.

**E. Calentamiento por efecto superficial**

**426-40. Capacidad de conducción de corriente del conductor.** Se permite que la corriente eléctrica a través de un conductor eléctricamente aislado dentro de la funda ferromagnética exceda los valores de capacidad de conducción de corriente indicados en el Artículo 310, siempre y cuando esté aprobado e identificado para ese uso.

**426-41. Cajas de paso.** En donde se utilicen cajas de paso, éstas deben ser accesibles sin excavaciones, localizadas en cámaras adecuadas o a nivel alto. Las cajas de paso para exteriores deben ser construidas totalmente herméticas al agua.

**426-42. Conductor sencillo con cubierta.** Las indicaciones de 300-20 no se aplican en la instalación de un conductor simple con cubierta ferromagnética.

**426-43. Protección contra la corrosión.** Las cubiertas ferromagnéticas, ferrosas y no ferrosas, las canalizaciones, las cajas de conexiones, accesorios, soportes y los herrajes, pueden ser instalados en concreto o en contacto directo con tierra o en áreas sujetas a alta corrosión o donde sean de material especial para esas condiciones o especialmente protegidas para dicho efecto. La protección a la corrosión debe mantener el espesor original de las paredes de la cubierta ferromagnética.

**426-44. Puesta a tierra.** La cubierta ferromagnética debe ser puesta a tierra en los dos extremos y, además, debe permitir ser puesta a tierra en puntos intermedios si así lo requiere su diseño.

Lo previsto en 250-26 no aplica a la instalación del sistema de calentamiento por efecto superficial.

**NOTA:** Para métodos de puesta a tierra véase 205-26(d).

**F. Control y Protección**

**426-50. Medios de desconexión**

**a) Desconexión.** Todo equipo en exteriores para deshielo y para derretir nieve debe contar con un medio de desconexión de todos los conductores de fase y fácilmente accesible para el usuario; el medio de desconexión o el interruptor automático del circuito derivado puede servir como medio de desconexión. Los desconectadores usados como medio de desconexión deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado) o cerrada (circuito conectado).

**b) Equipo conectado con cordón y clavija.** El equipo que trae instalado de fábrica el aditamento de cordón y clavija con capacidad para 20 A o menos y 150 V o menos a tierra, puede utilizarse como medio de desconexión.

**426-51. Controladores**

**a) Control de temperatura en posición de apagado .** Los desconectadores para control de temperatura que tengan indicadores de la posición de “apagado” y que interrumpan la energía en la línea, deben abrir todos los conductores de fase cuando el dispositivo de control esté en posición de apagado. Estos dispositivos no deben

utilizarse como medios de desconexión a menos que estén provistos de un cierre con bloqueo en la posición de "apagado".

**b) Control de temperatura sin posición de apagado .** Los desconectadores para control de temperatura que no tengan posición de "apagado", no requieren abrir todos los conductores de fase y no debe permitirse usarlos como medio de desconexión.

**c) Control remoto de temperatura.** Los dispositivos reguladores remotos activados por temperatura no requieren cumplir con los requisitos indicados en 426-51(a). Estos dispositivos no deben usarse como medios de desconexión.

**d) Dispositivos de desconexión combinados.** Los dispositivos de desconexión que consistan en una combinación de los actuadores por temperatura, y los desconectadores operados manualmente que funcionen tanto para el control como para la desconexión, deben cumplir con las siguientes condiciones:

**1)** Cuando manualmente se coloque en la posición de "apagado" se deben de abrir todos los conductores de fase.

**2)** Tener un diseño de tal forma que el circuito no pueda energizarse automáticamente si se encuentra en la posición de "apagado".

**3)** Que esté provisto con un bloqueo efectivo estando en la posición de "apagado".

**426-52. Protección de sobrecorriente.** El equipo fijo de deshielo y para derretir nieve para exteriores debe tener protección contra sobrecorriente en el circuito derivado como se especifica en 426-4.

**426-54. Equipo de deshielo y para derretir nieve conectado con cordón y clavija.** El equipo de deshielo y para derretir nieve conectado con cordón y clavija debe ser aprobado.

## ARTÍCULO 427 - EQUIPO ELÉCTRICO FIJO PARA CALENTAMIENTO DE TUBERÍAS PARA LÍQUIDOS Y RECIPIENTES

### A. Disposiciones generales

**427-1. Alcance.** Los requerimientos de este Artículo deben aplicarse para sistemas de calentamiento eléctricamente energizados y la instalación de estos sistemas usando tubería, recipientes o ambos.

**427-2. Definiciones.** Para los propósitos de este Artículo:

**Tubería.** Una longitud determinada de tubería incluyendo bombas, válvulas, bridas, dispositivos de control, filtro y equipo similar para el transporte de líquidos.

**Recipientes.** Un envase, como un barril, tambor o tanque, para alojar fluidos u otro material.

**Sistema de calentamiento integrado.** Es un sistema completo formado por tubería, recipientes, elementos calentadores, medios de transferencia de calor, aislamiento térmico, barreras contra la humedad, terminales sin calentamiento, dispositivos de control de temperatura, avisos de seguridad, cajas de conexión, canalizaciones para conductores y accesorios.

**Elementos de calentamiento por resistencias.** Un elemento separado, específico para generar calor aplicado a la tubería o recipiente, interna o externamente.

> **NOTA:** Los calentadores tubulares, los de cinta, cables calentadores, cintas calentadoras, mantas calentadoras y calentadores de inmersión son ejemplos de calentadores por resistencias.

**Sistemas de calentamiento por impedancia.** Es un sistema en donde el calor se genera en las paredes de una tubería o de un recipiente, por causa de una corriente eléctrica que fluye a través de dichas paredes, mediante una conexión directa a una fuente de c.a. desde un transformador de doble devanado.

**Sistema de calentamiento por inducción.** Es un sistema en donde el calor se genera en las paredes de una tubería o de un recipiente, por medio de una corriente eléctrica inducida y del efecto de histéresis que se produce en dichas paredes, desde una fuente externa aislada de c.a.

**Sistema de calentamiento por efecto piel.** Es un sistema en donde el calor se genera en la superficie interna de una envoltura de material ferromagnético instalada en la tubería o recipiente.

> **NOTA:** Un conductor eléctricamente aislado es llevado por la envolvente y conectado en el otro extremo. La envolvente y el conductor eléctricamente aislado se conectan a una fuente de c.a. desde un transformador de doble devanado.

**427-3. Otros Artículos aplicables.** Todas las disposiciones de esta NOM son aplicables con excepción de las especialmente modificadas en este Artículo. Los conjuntos calentadores de tubería conectados por cordones flexibles destinados para usos específicos e identificados para el fin propuesto, deben instalarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 422. El equipo eléctrico fijo de calentamiento para tubería y recipientes a usarse en lugares (clasificados) peligrosos debe cumplir con lo establecido en los Artículos 500 al 516.

**427-4. Dimensiones para circuitos derivados.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de los circuitos derivados y la capacidad nominal o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del equipo eléctrico fijo de calentamiento para tubería y recipientes, no debe ser menor de 125% de la carga de los calentadores. La capacidad o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente puede hacerse de acuerdo con lo establecido en 240-3(b).

### B. Instalación

**427-10. Disposiciones generales.** El equipo eléctrico para el calentamiento de tubería y recipientes debe estar identificado como adecuado para su uso en:

**1)** Ambientes químicos, térmicos y físicos.

**2)** Para su instalación de acuerdo con lo indicado en las instrucciones y diagramas del fabricante.

**427-11. Uso.** El equipo eléctrico de calentamiento debe instalarse de manera tal que esté protegido contra daños materiales.

**427-12. Protección térmica.** Las superficies externas del equipo de calentamiento para tubería y recipientes, las cuales operan a temperaturas por encima de 60 °C, deben estar físicamente resguardadas, separadas o aisladas térmicamente para protegerlas del contacto del personal en el área.

**427-13. Identificación.** La presencia de equipo eléctrico de calentamiento en tubería y recipientes debe evidenciarse por medio de avisos de precaución apropiados u otras señales de marcado a distancias o intervalos frecuentes a lo largo de la tubería o en los recipientes.

**C. Elementos de calentamiento por resistencias**

**427-14. Fijación.** Los conjuntos de elementos calentadores deben fijarse a la superficie que esté siendo calentada por otros medios diferentes al aislamiento térmico.

**427-15. Sin contacto directo.** Cuando no exista contacto directo del elemento calentador con la tubería o con el recipiente calentado deben instalarse dispositivos de protección para evitar el aumento de temperatura de los elementos calentadores, a menos que el diseño del conjunto calentador sea tal que no se sobrepasen los límites de temperatura.

**427-16. Expansión y contracción.** Los elementos calentadores y sus conjuntos no se deben instalar donde formen puente sobre juntas de expansión, a menos que se tomen las medidas respectivas para su expansión y contracción adecuadas.

**427-17. Capacidad de flexión.** Cuando los elementos calentadores y sus montajes se instalen en tubería flexible deben tener una capacidad de flexibilidad compatible con la tubería.

**427-18. Terminales de conexión de la fuente de alimentación**

**a) Cableado anti-calentamiento.** Los cables anti-calentamiento de la fuente de alimentación (puntas frías) para elementos de resistencia, deben ser adecuados para la temperatura imperante. Los cables anti-calentamiento, preensamblados, de los calentadores aprobados, pueden recortarse si las indicaciones especificadas en 427-20 se conservan. Dentro de la caja de empalmes no deben existir cables anti-calentamiento de conexión menores de 15 cm.

**b) Protección de los cables de conexión de la fuente de alimentación.** Estos deben protegerse cuando salgan de la tubería calentada eléctricamente o de las unidades de calentamiento de recipientes, por medio de tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado, ligero u otro medio de canalización identificado como adecuado para esta aplicación.

**c) Terminales interconectadas.** La conexión de tramos de conexión de terminales anti-calentamiento de un sistema de calefacción debe estar cubierta por aislamiento térmico en la misma forma que los calentadores.

**427-19. Conexiones eléctricas**

**a) Interconexiones no calientes.** Las interconexiones no calientes, cuando se requiera bajo aislamiento térmico, deben hacerse con conectadores aislados aprobados e identificados para este uso.

**b) Conexiones de circuito.** Los empalmes y las terminales fuera del aislamiento térmico deben ser instalados en una caja o accesorio de acuerdo con lo indicado en 110-14 y 300-15.

**427-20. Marcado.** Cada unidad de calentamiento ensamblada en fábrica debe marcarse legiblemente dentro de los 76 mm de cada extremo de los terminales no calientes con un símbolo de identificación permanente, número de catálogo y valores nominales en V y W o en V y A.

**427-21. Puesta a tierra.** Las partes metálicas descubiertas y que no conduzcan corriente eléctrica de equipo eléctrico de calentamiento que pudieran energizarse, deben ser puestas a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

**427-22. Protección del equipo.** Debe proveerse protección por falla a tierra del equipo para los circuitos derivados que alimenten a equipo eléctrico de calentamiento que no tengan una cubierta de metal.

**427-23. Tubería no metálica.** Los calefactores ensamblados destinados para calentar tubería o recipientes no metálicos deben tener una cubierta de metal aterrizada.

**D. Calentamiento por impedancia**

**427-25. Protección para el personal.** Todas las superficies externas accesibles de la tubería o recipiente que están siendo calentados, deben estar físicamente protegidas, resguardadas o térmicamente aisladas (con cubierta a prueba de intemperie para instalaciones exteriores) para protegerse contra contacto del personal del área.

**427-26. Limitación de tensión eléctrica.** El devanado secundario del transformador de aislamiento (Sección 427-27) conectado a la tubería o al recipiente a calentar, no debe tener una salida de tensión eléctrica mayor a 30 V c.a.

***Excepción:*** *Si se usa un interruptor circuito por falla a tierra para la protección del personal, puede ser mayor de 30 V pero menor de 80 V.*

**427-27. Transformador de aislamiento.** Debe utilizarse un transformador de doble devanado con pantalla de puesta a tierra entre los devanados primario y secundario para aislar el sistema de distribución del sistema de calefacción.

**427-28. Corrientes eléctricas inducidas.** Todos los componentes, conductores de corriente deben instalarse de acuerdo con lo indicado en 300-20.

**427-29. Puesta a tierra.** La tubería o el recipiente que sean calentados, los cuales operen a más de 30 V c.a., pero menos de 80 V, deben estar puestos a tierra en puntos designados.

**427-30. Tamaño del conductor secundario.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores conectados al secundario de transformador debe ser de por lo menos 100% del total de la carga del calentador.

**E. Calentamiento por inducción**

**427-35. Alcance.** Esta parte cubre la instalación de equipo de calentamiento por inducción, de frecuencia de línea y accesorios para tubería y recipientes.

**427-36. Protección para el personal.** Las bobinas de inducción que operen o puedan operar a más de 30 V de c.a. deben estar dentro de envolventes no-metálicas o metálicas con ranuras, aisladas o en sitios no accesibles para proteger al personal de la zona.

**427-37. Corriente eléctrica inducida.** Mediante protección, aislamiento o separación contra la corriente eléctrica, debe impedirse que las bobinas de inducción induzcan corrientes eléctricas circulantes en los equipos, soportes o estructuras metálicas que las rodean. Las trayectorias de corrientes eléctricas parásitas deben ser puenteadas para evitar el arqueo.

**F. Calentamiento por efecto superficial**

**427-45. Capacidad de conducción de corriente del conductor.** La capacidad de conducción de corriente de un conductor eléctricamente aislado dentro de una envoltura ferromagnética puede exceder la de los valores dados en el Artículo 310, siempre que esté aprobado e identificado para este uso.

**427-46. Cajas de paso.** Las cajas de paso para los conductores aislados eléctricamente dentro de una cubierta ferromagnética pueden ser enterradas bajo aislamiento térmico, siempre que su ubicación sea indicada por marcaciones permanentes sobre la superficie de la cubierta de aislamiento y sobre los planos. Las cajas de paso para su uso exterior deben ser fabricadas herméticas al agua.

**427-47. Conductor unipolar con cubierta** Las disposiciones indicadas en 300-20 no aplican a las instalaciones de un conductor unipolar en con cubierta ferromagnética (cubiertas metálicas).

**427-48. Puesta a tierra.** La cubierta ferromagnética debe estar puesta a tierra en ambos extremos y, además, puede estarlo en puntos intermedios de acuerdo con lo indicado en su diseño. La cubierta ferromagnética debe estar puenteada en todas las uniones para asegurar continuidad eléctrica.

Las disposiciones de 250-26 no aplican a la instalación de sistemas de calentamiento por efecto superficial (piel).

**NOTA:** Véase 250-26(d) para métodos de puesta a tierra.

**G. Control y protección**

**427-55. Medios de desconexión**

**a) Desconectadores o interruptores automáticos.** Deben proveerse los medios de desconexión para todo el equipo eléctrico fijo de calefacción en tubería o recipientes para todos los conductores de fase. Los desconectadores o interruptores automáticos de los circuitos derivados, cuando sean fácilmente accesibles al usuario del equipo, pueden servir como medio de desconexión. Los medios de desconexión deben ser del tipo con indicación y deben estar provistos con un bloqueo efectivo en la posición de abierto.

**b) Equipos conectados mediante cordón y clavija.** Se admiten como medio de desconexión los equipos que vienen de fábrica con el sistema de cordón y clavija con valores nominales de 10 A o menos y 150 V o menos con respecto a tierra.

**427-56. Controles**

**a) Control de temperatura con posición de desconectado .** Los dispositivos de interrupción controlados por temperatura, que indican una posición de "desconectado" y que interrumpen la corriente eléctrica de línea, deben abrir todos los conductores de fase cuando el dispositivo de control esté en la posición de "desconectado". A estos dispositivos no se les debe admitir como medios de desconexión a menos que estén provistos de un bloqueo efectivo en la posición de "desconectado".

**b) Control de temperatura sin posición de desconectado .** Los dispositivos de interrupción controlados por temperatura, que no tengan posición de "desconectado", no deben utilizarse para abrir todos los conductores y no deben admitirse como medios de desconexión.

**c) Control remoto de temperatura.** Los dispositivos accionados por un control remoto de temperatura no son necesarios para cumplir los requisitos establecidos en 427-56 (a) y (b). A estos dispositivos no se les admite como medios de desconexión.

**d) Dispositivos de interrupción combinados.** Los dispositivos de interrupción que consistan en dispositivos combinados actuadores por temperatura y controles manuales, que sirven tanto como controles como de medios de desconexión, deben cumplir con las siguientes condiciones:

**1)** Abrir todos los conductores de fase cuando se coloquen manualmente en la posición de "desconectado".

**2)** Estar diseñados de forma tal que el circuito no pueda energizarse automáticamente si el dispositivo ha sido colocado manualmente en la posición de "desconectado".

**3)** Debe estar provisto de un sistema de bloqueo efectivo en la posición de "desconectado".

**427-57. Protección contra sobrecorriente.** Se considera protegido contra sobrecorriente el equipo de calentamiento que sea alimentado por un circuito derivado tal como se especifica en 427-4.

**ARTÍCULO 430 - MOTORES, CIRCUITOS DE MOTORES Y SUS CONTROLADORES**

**A. Disposiciones generales**

**430-1. Alcance.** Este Artículo se refiere a motores, circuitos derivados para motores, sus alimentadores y sus protecciones de sobrecarga, circuitos de control, equipos de control y protección y centros de control de motores.

***Excepción 1:*** *Los requerimientos para la instalación de centros de control de motores están cubiertos en 384-4.*

***Excepción 2:*** *El equipo para aire acondicionado y refrigeración está considerado en el Artículo 440.*

**NOTA:** Como información de referencia en la Figura 430-1 se ilustra la organización de este Artículo.

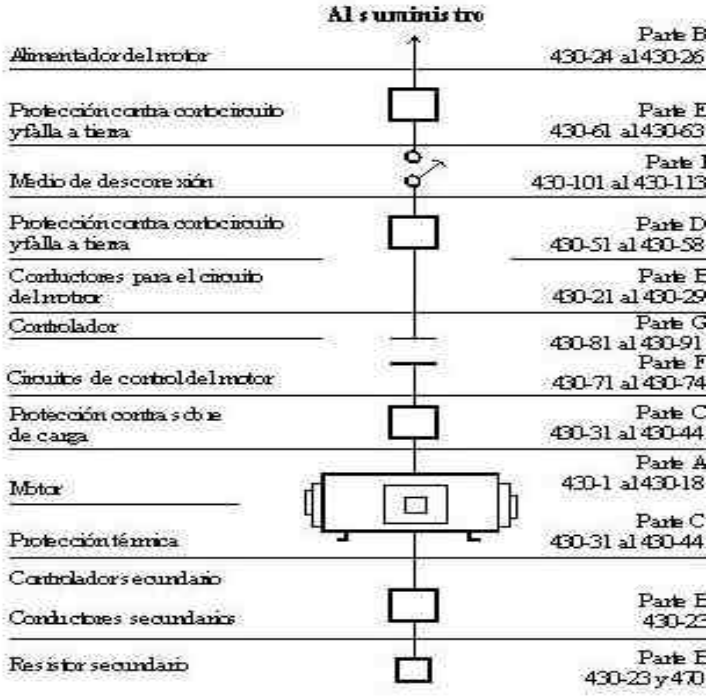



**Figura 430-1**

**430-2. Sistemas de velocidad ajustable.** El circuito derivado o el alimentador del equipo de conversión de potencia que forma parte de un sistema de velocidad ajustable, deben basarse en la carga nominal de dicho equipo. Donde el equipo de conversión provea protección contra sobrecarga para el motor, no se requiere protección de sobrecarga adicional.

Se permite que los medios de desconexión estén en la línea de alimentación para el equipo de conversión y que tengan una capacidad no-menor a 115% de la corriente eléctrica nominal de la unidad de conversión.

**NOTA:** Puede presentarse resonancia eléctrica como resultado de la interacción de corrientes eléctricas senoidales de este tipo de cargas con capacitores para corrección del factor de potencia.

**430-3. Motores de devanado partido.** Un motor de inducción con arranque por devanado partido o motor síncrono, es aquel que arranca energizando parte de su devanado primario (armadura) y, posteriormente, se energiza el resto del devanado en uno o varios pasos. El propósito es reducir los valores iniciales de la corriente eléctrica de arranque o el par de arranque desarrollado por el motor. Normalmente el motor de inducción de devanado partido arranca energizando la mitad de su devanado primario, y posteriormente se energiza la parte restante del devanado para que ambas partes del devanado operen con una corriente eléctrica del mismo valor. Un motor de compresor hermético de refrigeración no debe ser considerado como un motor de inducción convencional de arranque de devanado partido.

Cuando se utilicen dispositivos independientes de protección de sobrecarga, con motores de inducción convencionales de arranque de devanado bipartido, cada mitad del devanado del motor debe ser protegida de acuerdo con las indicaciones dadas en 430-32 y 430-37, con una corriente eléctrica de disparo igual a la mitad de la especificada.

Cada conexión del devanado del motor debe tener, en el circuito del cual se conecta, protección contra cortocircuito y falla a tierra a no-más de una mitad de lo especificado en 430-52.

***Excepción:*** *Se permite usar un dispositivo de protección contra sobrecorriente y falla a tierra para ambos devanados, siempre y cuando éste permita arranque del motor. Cuando se empleen fusibles de doble elemento o de tiempo retardado, se permite que el valor de éstos no exceda 150% de la corriente eléctrica de plena carga del motor.*

**430-5. Otros Artículos.** Los motores y sus controladores también deben cumplir los requisitos aplicables de acuerdo con lo siguiente:

| | |
|---|---|
| Áreas peligrosas (clasificadas) | Artículo 500 a 503 |
| Capacitores | Secciones 460-8, 460-9 |
| Elevadores, montaplatos, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores para sillas de ruedas y escaleras eléctricas para éstas. | Artículo 620 |

| | |
|---|---|
| Equipos de aire acondicionado y refrigeración | Artículo 440 |
| Estacionamientos comerciales, hangares, estaciones de gasolina y de servicio, bodegas de almacenamiento, áreas de aplicación por rocío, plantas de proceso por inmersión y forrado y áreas de anestesia por inhalación. | Artículos 511, 513, 514 515, 516 y 517, Parte D |
| Equipo de irrigación controlado eléctricamente. | Artículo 675 |
| Estudios de cine, televisión y locales similares. | Artículo 530 |
| Grúas y montacargas. | Artículo 610 |
| Maquinaria industrial. | Artículo 670 |
| Proyectores de cine. | Secciones 540-11 y 540-20 |
| Resistencias y reactores. | Artículo 470 |
| Teatros, auditorios de cine, televisión y similares. | Sección 520-48 |
| Transformadores y bóvedas para transformadores. | Artículo 450 |

**430-6. Selección de la capacidad de conducción de corriente de conductores y corriente eléctrica nominal de motores.** El tamaño nominal de los conductores para la alimentación de motores, indicados en este Artículo, deben seleccionarse de las Tablas 310-16 a 310-19 o deben ser calculados de acuerdo con lo indicado en 310-15(b). La capacidad de conducción de corriente de conductores y la corriente eléctrica nominal de motores debe determinarse como se especifica en los incisos indicados a continuación:

**a) Aplicaciones de motores en general.** En los motores que no sean los especificados como de alto par indicados en (b) siguiente y para motores de tensión eléctrica ajustable en c.a. indicados en (c) a continuación, cuando la corriente eléctrica nominal del motor es tomada como base para determinar la capacidad de conducción de corriente de conductores o para seleccionar la capacidad nominal de los desconectadores, así como la de las protecciones por cortocircuito y protecciones por falla a tierra, etc., los valores indicados en las Tablas 430-147, 430-148 y 430-150, incluyendo las notas complementarias, deben ser usadas en lugar de las indicadas en la placa de especificaciones del motor. La protección por sobrecarga del motor debe ser seleccionada con los datos indicados en la placa de especificaciones del motor. Cuando la capacidad del motor está indicada en A y no en kW o en CP, el valor en kW o en CP se supone que sea el correspondiente a los valores indicados en las Tablas 430-147, 430-148 y 430-150, interpolando valores en caso de ser necesario.

***Excepción 1:*** *Los motores de varias velocidades deben estar de acuerdo con lo indicado en 430-22(a) y 430-52.*

***Excepción 2:*** *Para equipo que emplea motores de polo sombreado o de capacitor permanente de fase bipartida o motor tipo de ventilador, se debe emplear la corriente eléctrica a plena carga indicada en la placa de especificaciones del equipo, en lugar de la correspondiente a la potencia nominal en kW o en CP del motor, para así determinar medios de desconexión, conductores, alimentadores, controladores, protecciones de sobrecarga, protección de falla a tierra y de cortocircuito. La capacidad del equipo seleccionado nunca debe ser menor a la corriente eléctrica de placa indicada en el ventilador o en el soplador.*

**b) Motores de alto par.** Para los motores de alto par, la corriente eléctrica nominal debe ser la determinada a rotor bloqueado y la de placa se deberá emplear para determinar la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado como se indica en 430-22 y 430-24; la corriente eléctrica para la protección por sobrecarga, así como la de protección por falla a tierra, deben estar de acuerdo con lo indicado en 430-52(b).

**NOTA:** Para medios de desconexión y controles de los motores, véase 430-110 y la Excepción 3 de 430-83.

**c) Motores de c.a. de tensión eléctrica ajustable.** Para motores utilizados en sistemas de c.a. de tensión eléctrica ajustable, par variable, la capacidad de conducción de corriente de los conductores, así como la de desconectadores, la del dispositivo de protección del circuito derivado por cortocircuito y por falla a tierra, etc., deben seleccionarse de acuerdo con la corriente eléctrica máxima de operación que se indica en la placa de datos del motor, del controlador o de ambos. Si la corriente eléctrica máxima de operación no se indica en la placa del motor, la corriente eléctrica de operación debe basarse en el 150% de los valores indicados en la Tabla 430-150.

**430-7. Marcado de motores y equipo con varios motores**

**a) Motores de uso normal.** Los motores deben tener marcada en su placa la siguiente información:

**1)** Nombre del fabricante.

**2)** Tensión y corriente eléctricas nominales, corriente de operación a plena carga. Para motores de varias velocidades, se debe indicar la corriente eléctrica a plena carga para cada una de las velocidades, excepto para los de polo sombreado, así como para motores con capacitor permanente en donde la corriente eléctrica base es la que corresponde a la máxima velocidad.

**3)** Frecuencia de operación y número de fases, para los motores de corriente eléctrica alterna.

**4)** Velocidad máxima a plena carga.

**5)** Temperatura máxima de operación o clase de los materiales aislantes y temperatura ambiente.

**6)** Régimen de tiempo. El régimen de tiempo puede ser de 5, 15, 30 o 60 minutos o continuo.

**7)** Potencia nominal del motor, si ésta es igual o mayor a 93 W (1/8 CP) debe indicarse la potencia en kW (CP) para cada una de las velocidades, exceptuando los motores de polo sombreado y los de capacitor permanente para motores de 93 W (1/8 CP) o más, donde la potencia nominal se indica para la velocidad máxima. Los

motores que accionan máquinas de soldar de arco, no requieren tener la indicación de la potencia nominal en caballos de potencia.

**8)** Si es motor de c.a. y de potencia mayor a 373 W (1/2 CP) se debe indicar la letra de código o la corriente eléctrica a rotor bloqueado. En motores polifásicos de rotor devanado, se omite la Letra de Código.

**NOTA:** Véase inciso (b) abajo.

**9)** Letra de designación para el diseño de motores: B, C, D o E.

**10)** En motores de inducción de rotor devanado debe indicarse la tensión eléctrica secundaria y la corriente eléctrica a plena carga.

**11)** Debe indicarse la corriente eléctrica de campo en los motores síncronos excitados con corriente continua.

**12)** Indicar los devanados: derivación directa, derivación estabilizada, devanado compuesto o serie si se trata de motores de c.c. En motores fraccionarios de c.c. de 178 mm de diámetro o menos, no se requieren estas indicaciones.

**13)** Un motor que esté provisto con protección térmica, de acuerdo con lo indicado en 430-32 (a)(2) o (c)(2) debe contener la indicación de "Protegido térmicamente". Los motores de 100 W o menos "Térmicamente protegidos" deben cumplir con 430-32(c)(2) y puede utilizar en su placa la abreviatura "T.P."

**14)** Un motor que cumpla con lo establecido en 430-32(c)(4) debe tener la indicación "Protegido por impedancia". Los motores de 100 W o menos y que cumplan con lo establecido en 430-32 (c)(4), pueden utilizar la abreviatura "Z.P."

**b) Letras de código a rotor bloqueado.** Las letras de código en las placas de los motores para mostrar la potencia absorbida del motor con el rotor bloqueado, deben estar de acuerdo con la Tabla 430-7(b).

La letra de código debe estar indicada en la placa del motor.

**1)** Los motores de varias velocidades deben estar marcados con la letra que indique los kVA a rotor bloqueado para la máxima velocidad a la que el motor puede arrancar.

***Excepción:*** *Los motores de varias velocidades y potencia constante deben estar marcados con la letra que indique el mayor número de kVA por CP a rotor bloqueado.*

**2)** Los motores de una sola velocidad y que arrancan en conexión estrella -Y-, y en marcha normal están en conexión delta, deben estar marcados con la letra de código que corresponde a los kVA por CP a rotor bloqueado en la conexión estrella.

**3)** Los motores de operación a tensión eléctrica doble, que tengan diferentes kVA por CP a rotor bloqueado, deben estar marcados con la letra de código que dé el mayor número de kVA por CP a rotor bloqueado.

**4)** Los motores con doble frecuencia de 50 y 60 Hz, deben estar marcados con la letra de código a 60 Hz.

**5)** Los motores con devanado partido deben estar marcados con la letra de código correspondiente al devanado total del motor.

**Tabla 430-7(b). Letras de código a rotor bloqueado**

| Letra de código | kVA por kW a rotor bloqueado | KVA por CP a rotor bloqueado |
|---|---|---|
| A | 0,00 -- 2,34 | 0,00 -- 3,14 |
| B | 2,35 -- 2,64 | 3,15 -- 3,54 |
| C | 2,65 -- 2,98 | 3,55 -- 3,99 |
| D | 2,99 -- 3,35 | 4,00 -- 4,49 |
| E | 3,36 -- 3,72 | 4,50 -- 4,99 |
| F | 3,73 -- 4,17 | 5,00 -- 5,59 |
| G | 4,18 -- 4,69 | 5,60 -- 6,29 |
| H | 4,70 -- 2,29 | 6,30 -- 7,09 |
| J | 5,30 -- 5,96 | 7,10 -- 7,99 |
| K | 5,97 -- 6,70 | 8,00 -- 8,99 |
| L | 6,71 -- 7,45 | 9,00 -- 9,99 |
| M | 7,46 -- 8,35 | 10,00 -- 11,19 |
| N | 8,35 -- 9,31 | 11,20 -- 12,49 |
| P | 9,32 -- 10,43 | 12,50 -- 13,99 |
| R | 10,44 -- 11,93 | 14,00 -- 15,99 |
| S | 11,94 -- 13,42 | 16,00 -- 17,99 |
| T | 13,43 -- 14,91 | 18,00 -- 19,99 |
| U | 14,92 -- 16,70 | 20,00 -- 22,39 |
| V | 16,71 -- y más | 22,40 -- y más |

**c) Motores de alto par.** Los motores de alto par están diseñados para operar en condición estacionaria y deben marcarse de acuerdo con lo indicado en el inciso a) antes indicado.

***Excepción:*** *Los datos del par a rotor bloqueado deben reemplazar a los CP.*

**d) Equipo con varios motores y cargas combinadas**

**1)** El equipo con varios motores y cargas combinadas debe tener una placa visible en la que se indique: nombre del fabricante, tensión eléctrica de operación, frecuencia, número de fases, capacidad de conducción de corriente mínima para el conductor de suministro, máxima corriente eléctrica nominal del dispositivo contra cortocircuito y de protección de falla a tierra. La capacidad de conducción de corriente del conductor debe

determinarse de acuerdo con lo indicado en 430-24, incluyendo todos los motores, así como las cargas que deben operar al mismo tiempo. La capacidad del dispositivo contra cortocircuito, así como la protección de falla a tierra, no debe exceder de los valores obtenidos de 430-53. El equipo con varios motores que utiliza dos o más circuitos debe tener las indicaciones anteriores para cada uno de los circuitos.

**2)** Cuando el equipo no viene cableado de fábrica, y las placas individuales de cada uno de los motores y las cargas adicionales son visibles después de haber sido ensamblado el equipo, las placas individuales cumplen con la identificación requerida.

**430-8. Marcado en controles.** El equipo de control de motores debe estar debidamente identificado con: nombre del fabricante, tensión y corriente eléctricas y capacidad nominal en kW o CP proporcionando los datos para todos aquellos motores en los que puedan utilizarse. Un equipo de control que incluya la protección de sobrecorriente para un motor o grupo de motores, debe tener la indicación completa de la protección de sobrecarga del motor, la máxima corriente eléctrica de cortocircuito y la protección contra falla a tierra para tales aplicaciones.

Los controladores combinados que usen interruptor automático de disparo instantáneo ajustable, deben contener claramente las indicaciones correspondientes a la corriente eléctrica de ajuste del elemento de disparo ajustable.

Cuando el control del motor forma parte integral del motor o de un grupo motor-generador, no es necesario que se indique las características de éste, siempre y cuando estén incluidas en la placa del motor. Las características de estos controles que forman parte integral de un equipo aprobado como unidad, pueden estar indicadas en la placa general del equipo.

**430-9. Terminales**

**a) Identificación.** Las terminales tanto de los equipos de control como de los motores deben estar debidamente identificados, ya sean por dígitos o por colores, para indicar las conexiones correctas.

**b) Conductores.** Las terminales de equipo de control y las de los dispositivos de control, deben ser conectados con conductores de cobre a menos que esté aprobado e identificado para uso con otro tipo de conductor.

**c) Apriete de terminales.** Los dispositivos de los circuitos de control con terminales de presión roscada, que empleen conductores de cobre de 2,082 $mm^2$ (14 AWG) o menores, deben tener un apriete mínimo de 0,8 N-m a no ser que se indiquen otros valores.

**430-10. Espacios para cableado en los gabinetes**

**a) Disposiciones generales.** Los gabinetes de equipo de control, así como los de los medios de desconexión, no deben utilizarse como cajas de conexión, canales auxiliares o canalizaciones para llevar a cabo empalmes, alimentaciones o derivaciones para otros aparatos eléctricos, a menos que su diseño contemple el espacio adecuado para tal propósito.

> **NOTA:** Véase 373-8, gabinetes para desconectadores y para dispositivos de protección contra sobrecorriente.

**b) Espacio para doblado de cables dentro de los gabinetes de equipos de control.** El espacio mínimo para el acomodo de cables en los gabinetes de control del motor debe estar de acuerdo con las medidas indicadas en la Tabla 430-10 (b), donde se indican las medidas de la siguiente forma: en línea recta desde el conectador hasta la pared o barrera, en el sentido en que los conductores salen del gabinete. Cuando se tiene como alternativa que las terminales son proporcionadas por el fabricante del equipo de control, deberán estar identificadas por el fabricante para su uso con el controlador y no deben reducir el espacio mínimo requerido para el acomodo de los cables.

**Tabla 430-10 (b). Medidas de espacio mínimo para el acomodo de cables, de las cajas de conexiones en motores (cm)**

| Tamaño nominal del conductor en $mm^2$ | Tamaño nominal del conductor en AWG o kcmil | Conductores por terminal* (cm) | |
|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 |
| 2,082-5,260 | (14-10) | No especificado | --- |
| 8,367-13,30 | (8-6) | 3,8 | --- |
| 21,15-26,67 | (4-3) | 5,1 | --- |
| 33,62 | (2) | 6,3 | --- |
| 42,41 | (1) | 7,6 | --- |
| 53,58 | (1/0) | 12,7 | 12,7 |
| 67,43 | (2/0) | 15,2 | 15,2 |
| 85,01-107,2 | (3/0-4/0) | 17,8 | 17,8 |
| 126,7 | (250) | 20,3 | 20,3 |
| 152 | (300) | 25,4 | 25,4 |
| 177,3-253,4 | (350-500) | 30,5 | 30,5 |
| 304-354,7 | (600-700) | 35,6 | 40.6 |
| 380-456 | (750-900) | 45,7 | 48.2 |

* Cuando sean tres o más los conductores por terminal, el espacio mínimo para acomodo de cables debe apegarse con lo indicado en el Artículo 373.

**430-11. Protección contra líquidos**. Debe instalarse protecciones o envolventes con el fin de dar la protección adecuada, tanto a los alimentadores al motor, como a los aislamientos de éstos en sus conexiones, cuando se instalen en lugares en donde pueda presentarse goteo o rociarse sobre el motor: aceite, agua o cualquier otro líquido que lo pueda dañar, a menos que el motor esté diseñado para soportar esas condiciones existentes.

**430-12. Cajas para las terminales de los motores**

**a) Material.** Cuando los motores están provistos de cajas terminales, éstas deben ser metálicas y de construcción robusta.

***Excepción:*** *En lugares que no sean clasificados como peligrosos, pueden emplearse cajas de conexiones que no sean metálicas e incombustibles, siempre y cuando se tenga un medio de conexión a tierra entre la carcaza del motor y la conexión a tierra del equipo incorporado al gabinete.*

**b) Dimensiones y espacio para conexiones y empalmes.** Cuando las cajas para terminales de los motores contengan empalmes o conexiones de los alimentadores, éstas deben tener las medidas mínimas que se indican en la Tabla 430-12 (b).

**Tabla 430-12 (b). Medidas mínimas de las cajas terminales para conexión de cable a cable Motores de 28 cm de diámetro o menores**

| KW | CP | Dimensiones mínimas de la caja (cm) | Volumen mínimo utilizable $cm^3$ |
|---|---|---|---|
| 0,746 y menores* | (1 o menores*) | 5,7 | 172,1 |
| 1,119; 1,492 y 2,238** | (1 ½, 2 y 3**) | 6,4 | 275,4 |
| 3,730 y 5,595 | (5 y 7 ½) | 7,3 | 367,1 |
| 7,460 y 1,190 | (10 y 15) | 8,9 | 596,6 |

* Para motores de potencia nominal de 746 W (1 CP) o menor, y con la caja para conexiones terminales, parcial o completamente integrada a la carcasa del motor o en un extremo de ésta, el volumen de la caja terminal no debe ser menor a 18,0 $cm^3$ para conexiones de cable a cable. La apertura de la tapa de la caja de conexiones o empalmes no tiene requerimiento.

** Para motores de potencia nominal de 1,119; 1,49, y 2,23 kW (1-1/2, 2 y 3 CP), las cajas para conexiones terminales, parcial o completamente integrada a la carcasa del motor a un extremo de ésta, el volumen de la caja no debe ser menor a 23,0 $cm^3$. La apertura de la tapa de la caja de conexiones no tienen requerimientos.

**Motores de c.a. de diámetro mayor a 28 cm**

| Corriente eléctrica a plena carga para motores trifásicos con un máximo de 12 terminales | Cajas de terminales dimensiones mínimas | Volumen mínimo utilizable | Potencia típica máxima en servicio trifásico | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | cm | $cm^3$ | 220 V y 230 V 440 V y 460 V | | | |
| | | | Kw | CP | kW | CP |
| 45 | 8,9 | 597 | 11,19 | (15) | 22,38 | 30 |
| 70 | 11,7 | 1262 | 18,65 | (25) | 37,30 | 50 |
| 110 | 14,2 | 2295 | 20,84 | (40) | 55,95 | 75 |
| 160 | 17,8 | 4130 | 44,76 | (60) | 93,25 | 125 |
| 250 | 21,3 | 7376 | 74,60 | (100) | 149,20 | 200 |
| 400 | 24,9 | 13768 | 119 | (150) | 223,80 | 300 |
| 600 | 28,4 | 25241 | 186,50 | (250) | 373,0 | 500 |

**Motores de c.c.**

| Motores de un máximo de 6 terminales A | Cajas de terminales; dimensiones mínimas cm | Volumen mínimo utilizable $cm^3$ |
|---|---|---|
| 68 | 6,4 | 426 |
| 105 | 8,4 | 902 |
| 165 | 10,2 | 1639 |
| 240 | 12,7 | 2950 |
| 375 | 15,2 | 5409 |
| 600 | 17,8 | 9834 |
| 900 | 20,3 | 18029 |

**c) Dimensiones y espacio para conexiones fijas.** Cuando las cajas de conexión contienen terminales fijas (tablillas de terminales), deben ser de tamaño suficiente para proporcionar el espacio mínimo y los volúmenes utilizables de acuerdo con lo indicado en las Tablas 430-12(c)(1) y 430-12(c)(2).

**d) Conductores de tamaños superiores o conexiones de fábrica.** Para motores de gran capacidad, gran número de terminales o con conductores de gran sección transversal, o cuando los motores son instalados como parte de un equipo armado en fábrica, sin conexiones adicionales requeridas en la caja de conexiones del motor durante la instalación del equipo, la caja para terminales debe ser de tamaño amplio para hacer conexiones; los requerimientos de volumen mínimo anteriormente establecidos para los cajas de terminales no serán aplicables.

**e) Conexiones de puesta a tierra del equipo.** Se deben proveer medios para fijar un conductor de puesta a tierra al equipo de acuerdo con lo indicado en 250-113 para conexiones cable a cable o conexiones fijas. Los medios para tales conexiones pueden estar dentro o fuera de la caja para terminales.

***Excepción:*** *Cuando un motor se instale como parte de un equipo armado en fábrica que requiere ser puesto a tierra y no se necesitan conexiones adicionales en la caja durante la instalación del equipo, no se requiere un medio separado para poner a tierra el motor.*

**Tabla 430-12(c)(1). Espacio para las terminales (terminales fijas)**

| Tensión eléctrica nominal V | Espaciamiento mínimo en cm | |
|---|---|---|
| | Entre las terminales de línea | Entre las terminales de línea y otras partes metálicas No-aisladas |
| 240 o menos | 0,6 | 0,6 |
| Mayores de 250 a 600 inclusive | 0,9 | 0,9 |

**Tabla 430-12 (c)(2). Volúmenes utilizables (terminales fijas)**

| Tamaño nominal del alimentador $mm^2$ | Tamaño nominal del alimentador AWG | Volumen mínimo utilizable por cada alimentador $cm^3$ |
|---|---|---|
| 2,082 | 14 | 16,4 |
| 3,307 y 5,260 | 12 y 10 | 20,5 |
| 8,367 y 13,30 | 8 y 6 | 36,9 |

**430-13. Boquillas.** Cuando los conductores pasan a través de una abertura en una envolvente, caja de paso o barrera de separación, debe usarse una boquilla para protegerlos de los bordes de las aberturas que presenten filo. La boquilla debe ser lisa, de superficie redondeada donde puedan estar en contacto con los conductores, y si se usa donde pueda haber aceites, grasas u otros contaminantes, debe ser de material que no se deteriore por la presencia de los mismos.

**NOTA:** Para conductores expuestos a agentes deteriorantes, véase 310-9.

**430-14. Localización de los motores**

**a) Ventilación y mantenimiento.** Los motores deben ubicarse de manera que tengan una ventilación adecuada y que el mantenimiento tal como la lubricación de soportes y reemplazo de escobillas, pueda hacerse fácilmente.

**b) Motores abiertos.** Los motores abiertos que tienen conmutadores o anillos colectores deben localizarse o estar protegidos de manera que las chispas no puedan alcanzar los materiales combustibles adyacentes, pero esto no prohibe la instalación de estos motores sobre pisos o soportes de madera.

**430-16. Depósito o acumulaciones de polvo.** En lugares donde el polvo o material que flote en el ambiente pueda depositarse sobre el motor o dentro del mismo en cantidades tales que afecten su ventilación o enfriamiento y, por consiguiente, puedan originar temperaturas peligrosas, se deben emplear motores tipo cerrados que no se sobrecalienten al trabajar en esas condiciones.

**NOTA:** En condiciones especialmente severas puede requerirse el uso de motores cerrados ventilados mediante tuberías o ubicar las envolventes en locales separados herméticos al polvo, debidamente ventilados por una fuente de aire limpio.

**430-17. Motor de mayor o menor potencia.** En la determinación del cumplimiento de las Secciones 430-24, 430-53 (b) y 430-53 (c), el motor de mayor potencia o el de menor potencia debe ser el que tenga la corriente eléctrica nominal (a plena carga) más grande o más pequeña, respectivamente, tal y como se selecciona en las Tablas 430-147, 430-148 y 430-150.

**430-18. Tensión eléctrica nominal de sistemas de rectificación.** Para determinar la tensión eléctrica nominal de un sistema derivado de rectificación, se debe usar el valor nominal de tensión eléctrica de la onda de c.a. que esté siendo rectificada.

***Excepción:*** *Se debe utilizar la tensión eléctrica nominal de la onda de c.c. del rectificador, si ésta excede el valor de pico de la onda de tensión eléctrica de c.a. que está siendo rectificada.*

**B. Conductores para circuitos de motores**

**430-21. Disposiciones generales.** En esta Parte B, se especifica el tamaño nominal de los conductores con capacidad para alimentar un motor, los cuales transportan la corriente eléctrica necesaria sin que se presente sobrecalentamiento, bajo las condiciones especificadas.

***Excepción:*** *Las disposiciones establecidas en 430-124 se aplican para tensiones superiores a 600 V nominales.*

Las disposiciones de los Artículos 250, 300 y 310 no deben aplicarse a los conductores que forman parte integral de un equipo aprobado o a conductores integrados a motores, controles de motores y similares.

**NOTA 1:** Véase 300-1 (b) y 310-1 para condiciones similares.

**NOTA 2:** Véase 430-9 (b) para terminales requeridas en dispositivos y de equipos.

**430-22. Un solo motor**

**a) General.** Los conductores del circuito derivado para suministrar energía eléctrica a un solo motor, deben tener capacidad de conducción de corriente no-menor a 125% de la corriente eléctrica nominal (de plena carga).

Para un motor de varias velocidades, los conductores del circuito derivado de alimentación al controlador, deben seleccionarse tomando como base la corriente eléctrica nominal más alta indicada en la placa del motor; para seleccionar los conductores en el circuito derivado entre el equipo de control y el motor, debe tomarse como base la corriente eléctrica nominal de los devanados que los conductores energizan.

***Excepción 1:*** *Los conductores que alimenten un motor que se utilice por corto tiempo, en forma intermitente, periódica o haciendo variar su carga, deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la indicada en la Tabla 430-22 (a), a menos que sea autorizado el utilizar un conductor de tamaño nominal menor.*

***Excepción 2:*** *Para motores de c.a. con una fuente de poder de rectificación monofásica, los conductores entre el control y el motor deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor que los siguientes por cientos de la corriente eléctrica nominal del motor a plena carga:*

***a.*** *Cuando se usa un rectificador monofásico de media onda, 190%.*

***b.*** *Cuando se usa un rectificador monofásico de onda completa, 150%.*

***Excepción 3:*** *Los conductores de circuitos de alimentación de equipos convertidores incluidos como parte de un sistema de control de velocidad ajustable, deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a 125% la capacidad nominal de entrada del equipo convertidor.*

Para motores con arranque en estrella, conectados para funcionar en delta, la selección de los conductores de circuitos derivados en el lado de la línea del controlador debe basarse en la corriente eléctrica a plena carga. La selección de conductores entre el controlador y el motor debe basarse en un 58% de la corriente eléctrica del motor a plena carga.

**Tabla Excepción de 430-22(a). Por ciento para determinar el tamaño nominal de los alimentadores a motores de acuerdo con el régimen de trabajo**

| Clasificación del servicio | Por ciento de la corriente eléctrica nominal indicada en la placa | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Régimen de trabajo del motor | | | |
| | 5 minutos | 15 minutos | 30 y 60 minutos | Servicio continuo |
| De corto tiempo<br>Accionamiento de válvulas, ascenso y descenso de rodillos | 110 | 120 | 150 | --- |
| Servicio intermitente | 85 | 85 | 90 | 140 |
| **Ascensores y montacargas, máquinas herramientas, bombas y puentes levadizos, mesas giratorias, etc., para soldadoras de arco, véase 630-21** | 85<br>110 | 90<br>120 | 95<br>150 | 140<br>200 |
| **Servicio periódico:**<br>Rodillos, equipos para manejo de minerales y carbón, etc.<br>Trabajo variable | | | | |
| *Cualquier motor debe considerarse en trabajo continuo, a menos que la naturaleza del aparato eléctrico que accione, no trabaje continuamente con carga, bajo ninguna condición durante su operación.* | | | | |

**b) Envolventes de terminales separadas.** Los conductores entre un motor estacionario de potencia nominal de 746 W (1 CP) o menor y con envolvente de terminales separada, como se permite en 430-145 (b), pueden ser menores al tamaño nominal de 2,082 $mm^2$ (14 AWG), pero nunca menor a 0,823 $mm^2$ (18 AWG), siempre y cuando el conductor seleccionado tenga la capacidad de conducción de corriente especificada en el inciso a), arriba indicado.

**430-23. Secundario de motor con rotor devanado**

**a) Servicio continuo.** Para un motor de c.a. con rotor devanado que opera en servicio continuo, los conductores que conecten al rotor devanado del motor con su equipo de control deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a 125% de la corriente eléctrica a plena carga del devanado del motor.

**b) Servicio no continuo.** Para un motor de c.a. que opera en servicio no-continuo, los conductores deben tener una capacidad de conducción de corriente, en por ciento de la corriente eléctrica a plena carga del rotor devanado, no-menor a lo especificado en la Excepción de la Tabla 430-22 (a),

**c) Resistencia separada de los controles.** Cuando la resistencia secundaria está separada de los controles del motor de rotor devanado, la capacidad de conducción de corriente de los conductores entre el control y la resistencia, no debe ser menor a la mostrada en la Tabla 430-23 (c).

**Tabla 430-23(c). Conductor secundario**

| Clasificación de servicio en función de la resistencia | Capacidad de conducción de corriente del conductor en por ciento de la corriente eléctrica del secundario a plena carga |
|---|---|
| Arranque ligero | 35 |
| Arranque pesado | 45 |
| Arranque extra-pesado | 55 |
| Arranque intermitente ligero | 65 |
| Arranque intermitente medio | 75 |
| Arranque intermitente pesado | 85 |
| Servicio continuo | 110 |

**430-24. Varios motores o motor(es) y otra(s) carga(s).** Los conductores que suministren energía eléctrica a varios motores o a motores y otras cargas, deben tener una capacidad de conducción de corriente, cuando menos de la suma de las corrientes a plena carga nominales de todos los motores, más un 25% de la corriente nominal del motor mayor del grupo, más la corriente nominal de las otras cargas determinadas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 220 y otras Secciones aplicables.

***Excepción 1:*** *Cuando uno o más motores del grupo operan por corto tiempo, en forma intermitente periódica o variable, la corriente eléctrica nominal de estos motores se debe sumar de acuerdo con lo indicado en la Excepción 1 de 430-22 (a). Para determinar el motor de mayor capacidad que debe formar parte de la suma total,*

*se debe tomar el mayor valor en amperes resultante de la aplicación del factor adecuado al régimen de trabajo, según se indica en la Excepción 1 de 430-22(a) o el motor que en operación continua tome la mayor corriente eléctrica a plena carga, multiplicado por 1,25.*

***Excepción 2:*** *La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten a motores de equipos de calefacción eléctrica fija, debe seleccionarse de acuerdo a lo indicado en 424-3 (b).*

***Excepción 3:*** *Cuando el circuito se pueda bloquear de forma que impida el arranque de otros motores u otras cargas selectivamente, la capacidad de conducción de corriente del alimentador podrá determinarse como la suma de las corrientes de los motores y las de las otras cargas que puedan operar al mismo tiempo, tomándose esta suma como la corriente eléctrica total.*

**430-25. Varios motores en combinación con otras cargas.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten varios motores en combinación con otras cargas, no debe ser menor que la capacidad de corriente mínima marcada en el equipo de acuerdo con lo indicado en 430-7 (d). Cuando el equipo no viene cableado de fábrica y las placas de sus diferentes partes están a la vista de acuerdo con lo indicado en 430-7(d)(2), el conductor seleccionado debe tener una capacidad de conducción de corriente como se establece en 430-24.

**430-26. Factor de demanda para el alimentador.** Cuando resulte un calentamiento reducido en los conductores de los motores que operen por ciclos o en forma intermitente o cuando los motores no operen al mismo tiempo, se permite que los alimentadores tengan una capacidad de conducción de corriente menor que la especificada en 430-24, pero condicionado a que los conductores tengan suficiente capacidad de conducción de corriente para la carga máxima determinada de acuerdo con el tamaño y número de los motores a alimentar y las características y régimen de trabajo de las cargas. Para efectos de aprobación, será necesario presentar el estudio de ingeniería que demuestre fehacientemente la carga máxima a que se someterán los conductores.

**430-27. Motores con capacitores.** Cuando se instalen capacitores en los circuitos de los motores, los conductores eléctricos deben cumplir con lo establecido en 460-8 y 460-9.

**430-28. Conexiones en derivación en los alimentadores.** Los conductores para conexiones en derivación en los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la indicada en la parte B; deben terminar en un dispositivo de protección de circuito derivado y deben cumplir con los siguientes requisitos: (1) estar dentro de un equipo de control cerrado o dentro de una canalización, no tener longitud mayor de 3,00 m y, para instalaciones en campo, deben estar protegidos por un dispositivo de protección de sobrecorriente en el lado de la línea de alimentación de la derivación; la capacidad o ajuste de este dispositivo no excederá 1000% de la capacidad del conductor de la derivación; o (2) tener una capacidad de conducción de corriente de al menos un tercio de la correspondiente al alimentador, estar protegidos contra daño físico, dentro de un equipo de control cerrado o dentro de una canalización, y no tener una longitud mayor de 7,60 m o (3) tener la misma capacidad de conducción de corriente que el alimentador.

***Excepción:*** *Derivaciones mayores a 7,60 m de longitud. En naves de techo alto (mayores a 10,67 m de altura), se permitirá que los conductores derivados del alimentador principal no sean mayores a 7,60 m de longitud en dirección horizontal y su longitud total no-mayor a 30,50 m, cuando se reúnan las condiciones siguientes:*

***a.*** *Que la capacidad de conducción de corriente de los conductores derivados no sea menor a un tercio de la de los alimentadores.*

***b.*** *Que los conductores derivados terminen en un solo interruptor automático o en un juego sencillo de fusibles, de conformidad con (1) Parte D, donde la derivación es un circuito derivado (2) Parte E si la derivación es un alimentador.*

***c.*** *Que los conductores de la derivación se protejan contra daño físico y sean instalados en canalizaciones.*

***d.*** *Que los conductores de la derivación sean continuos sin empalmes en toda su longitud.*

***e.*** *Que los conductores de la derivación sean de un tamaño nominal de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) en cobre o 21,15 $mm^2$ (4 AWG) en aluminio o mayores.*

***f.*** *Que los conductores de la derivación no se encuentren alojados en muros, pisos o techos.*

***g.*** *Que la derivación no se realice a menos de 9,00 m del piso.*

**430-29. Motores de c.c. de tensión eléctrica constante -Resistencias de potencia-.** Los conductores que conectan el controlador del motor a las resistencias de potencia para acelerar el motor, así como para el frenado dinámico, éstas se encuentran montadas en forma separada de la armadura, deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a los valores indicados en la Tabla 430-29, para corriente eléctrica del motor a plena carga. Si se usa una resistencia en derivación, la capacidad de conducción de corriente del conductor de aceleración debe estar de acuerdo con la corriente eléctrica a plena carga del motor más la corriente eléctrica de la resistencia en derivación del inducido del motor.

Los conductores de la resistencia en derivación deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la que se calcula con la Tabla 430-29, tomando la corriente eléctrica de la resistencia a plena carga.

**Tabla 430-29. Factores de capacidad de conducción de corriente de los conductores para resistencias de potencia**

| Tiempo en segundos | | Capacidad de conducción de corriente de los conductores en por ciento de la corriente a plena carga del motor |
|---|---|---|
| Encendido | Apagado | |
| 5 | 75 | 35 |
| 10 | 70 | 45 |
| 15 | 75 | 55 |
| 15 | 45 | 65 |
| 15 | 30 | 75 |
| 15 | 15 | 85 |
| | | 110 |
| Servicio continuo | | |

**C. Protección de sobrecarga de los motores y de sus circuitos derivados**

**430-31. Disposiciones generales.** Las disposiciones de la Parte C especifican los dispositivos de sobrecarga destinados a proteger a los motores, a los aparatos para el control de los mismos y a los conductores de los circuitos derivados que los alimentan, contra el calentamiento excesivo debido a sobrecargas y fallas en el arranque.

Una sobrecarga de un aparato eléctrico origina una sobrecorriente que, si persiste por un tiempo prolongado, puede dañar o calentar peligrosamente el aparato. Esto no incluye a los cortocircuitos ni a las fallas a tierra.

**NOTA:** para el caso de bombas para equipos contra incendio, véase 695.

Los requisitos de esta Sección no son aplicables a circuitos de motores que operen en tensiones eléctricas nominales mayores de 600 V. Véase Parte J.

**430-32. Motores de servicio continuo**

**a) De más de 746 W (1 CP).** Cada motor de servicio continuo de más de 746 W (1 CP) debe protegerse contra sobrecarga por uno de los medios siguientes:

**1)** Un dispositivo separado de sobrecarga que sea sensible a la corriente eléctrica del motor. La corriente eléctrica nominal o de disparo de este dispositivo no debe ser mayor que los por cientos de la corriente de placa a plena carga del motor, como sigue:

- Motores con factor de servicio indicado no-menor a 1,15 125%
- Motores con indicación de elevación de temperatura no-mayor a 40 °C 125%
- Todos los demás motores 115%

Este valor puede ser modificado según lo permitido por la Sección 430-34.

Para un motor de varias velocidades, cada conexión del devanado debe ser considerada por separado.

Cuando el dispositivo de sobrecarga separado del motor esté conectado de manera que no conduzca la corriente eléctrica total indicada en la placa de características del motor, tal como es el caso de arranque en estrella-delta, se debe indicar en el equipo el valor de ajuste apropiado de disparo del dispositivo de protección o debe considerarse la tabla que el fabricante proporcione para su selección.

**NOTA:** Cuando se utilizan capacitores para corregir el factor de potencia, y son instalados en el lado de la carga, entre el motor y el dispositivo de sobrecarga, véase 460-9.

**2)** Una protección térmica integrada al motor y aprobada para este uso con el motor que protege, debe prevenir los daños por sobrecalentamiento del motor, así como por fallas en el arranque. La corriente eléctrica de disparo de la protección térmica del motor no debe exceder de los siguientes valores en por ciento sobre los valores de corriente eléctrica a plena carga de los motores que se indican en las Tablas 430-148 y 430-150:

- Motor a carga plena cuya corriente eléctrica sea menor 9 A 170%
- Motor a carga plena con corriente eléctrica de operación entre 9,1 y 20 A 156%
- Motor a carga plena con corriente eléctrica de operación mayor a 20 A 140%

Si el dispositivo de interrupción de corriente se encuentra separado del motor y el circuito de control es operado por la protección integral del motor, debe estar arreglado en forma tal que cuando abra la protección del motor, también abra el circuito de control.

**3)** Se permite un dispositivo de protección integrado al motor de tal forma que lo proteja contra daños en una falla de arranque, siempre y cuando el motor sea parte integrante de un ensamble aprobado que normalmente no sujete al motor a sobrecargas.

**4)** En motores mayores a 1119 kW (1500 CP) se requiere de un dispositivo de protección con sensores de temperatura, en contacto con el devanado, que provoquen una interrupción de la corriente eléctrica al motor, cuando se presente un incremento mayor al que se indica en la placa del motor, sobre un ambiente de 40 °C.

**b) Motores de 746 W (1 CP) y menores, con arranque no-automático**

**1)** Un motor que opere en servicio continuo de capacidad de 746 W (1 CP) o menor que no esté instalado en forma permanente, con arranque no-automático y que esté a la vista de su controlador, se permite considerarlo

protegido contra sobrecarga por el dispositivo de protección contra cortocircuito y de falla a tierra del circuito derivado. Este dispositivo no deberá ser mayor a lo que se especifica en la Parte D del Artículo 430.

***Excepción:*** *Esta situación se permite para motores en circuitos con tensión eléctrica nominal de 120 o 127 V, con protección del circuito derivado respectivo de no-más de 20 A.*

**2)** Cualquiera de estos motores que no esté a la vista del control debe protegerse de acuerdo con lo especificado en 430-32 (c).

Cualquier motor de 746 W (1 CP) o menor que esté instalado en forma permanente, debe estar protegido de acuerdo con lo especificado en 430-32 (c).

**c) Motor de 746 W (1 CP) o menor, con arranque automático.** Cualquier motor de 746 W (1 CP) o menor, con arranque automático, debe protegerse contra sobrecarga por uno de los siguientes medios:

**1)** Un dispositivo de sobrecarga separado que responda a la corriente eléctrica del motor.

Este dispositivo debe seleccionarse para que desconecte o tenga como máximo su capacidad nominal de acuerdo con los siguientes por cientos de la corriente eléctrica de placa a plena carga del motor:

| | |
|---|---|
| - Motores con factor de servicio indicado no-menor a 1,15 | 125% |
| - Motores con indicación de elevación de temperatura no-mayor a 40 °C | 125% |
| - Todos los demás motores | 115% |

Para motores de varias velocidades cada conexión de los devanados debe considerarse en forma separada. Las modificaciones a estos valores deben estar de acuerdo con lo indicado en 430-34.

**2)** Una protección térmica integrada al motor y aprobada para ser usada con el motor que protege contra sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecarga o falla en el arranque. Si el dispositivo de interrupción de corriente del motor se encuentra separado del mismo y su circuito de control se acciona por un dispositivo protector que forma parte integral del motor, debe disponerse de tal forma que la desconexión del circuito de control interrumpa la corriente eléctrica del motor.

**3)** Se permite proteger al motor con un dispositivo de protección que forme parte integral del motor y que puede proteger al motor contra sobrecargas y fallas en el arranque si: (1) el conjunto es parte de un conjunto aprobado que no someta al motor a sobrecargas (2) el conjunto está equipado también con otros controladores de seguridad (como el controlador de seguridad de combustión de un quemador de petróleo doméstico), que proteja al motor contra daños debidos a fallas en el arranque. Cuando el conjunto tenga controladores de seguridad que protejan al motor, debe indicarse en la placa de especificaciones en un lugar visible incluso después de instalado.

**4)** Si la impedancia de los devanados del motor es suficiente para prevenir el sobrecalentamiento por fallas en el arranque, se permite proteger al motor como se especifica en 430-32(b)(1) para motores que se arranquen en forma manual, si el motor forma parte de un conjunto ensamblado de fábrica y el motor se limita a sí mismo para no sobrecalentarse en forma peligrosa.

> **NOTA:** Muchos motores de corriente alterna menores a 37,3 W (1/20 CP), como son motores de relojes, motores tipo serie, etc., y también algunos de mayor capacidad como los de alto par, deben incluirse en esta clasificación. Esto no incluye a motores de fase partida, que tienen desconectador automático que desconectan las bobinas de arranque.

**d) Motores de rotor devanado.** A los circuitos secundarios de los motores de c.a. de rotor devanado, incluyendo sus conductores, controles, resistencias, etc., se permite considerarlos protegidos contra sobrecargas por el mismo dispositivo de protección de sobrecarga del motor.

**430-33. Servicios intermitentes y similares.** Un motor cuyas condiciones de funcionamiento sean de operación por corto tiempo, intermitentes, periódico o varíen su servicio, como están ilustrados por la Excepción de la Tabla 430-22(a), se permite su protección contra sobrecargas por el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado, siempre y cuando la protección no exceda la especificación indicada en la Tabla 430-152.

La aplicación de cualquier motor se debe considerar como de trabajo continuo, a menos que los equipos que acciona sean tal, que éstos no puedan funcionar continuamente con carga bajo ninguna condición de operación.

**430-34. Selección del relé de sobrecarga.** Cuando el relé de sobrecarga se selecciona de acuerdo con lo especificado en 430-32(a)(1) y (c)(1) y no sea suficiente para soportar la carga aplicada, se permite utilizar el relé inmediato superior, siempre que su corriente eléctrica de disparo no exceda los por cientos de la corriente del motor operando a plena carga indicados a continuación:

| | |
|---|---|
| - Motores con factor de servicio indicado no-menor a 1,15 | 140% |
| - Motores con indicación de elevación de temperatura no-mayor a 40 °C | 140% |
| - Todos los demás motores | 130% |

Si no se tiene alguna derivación durante el arranque, como se indica en 430-35, el dispositivo de protección contra sobrecarga debe tener el suficiente retardo de tiempo para que permita al motor arrancar y acelerar su carga.

> **NOTA:** Un relé de sobrecarga clase 20 o 30 da un tiempo de aceleración al motor, mayor que uno de clase 10 o 20. El empleo de un relé de sobrecarga de clase mayor evita la necesidad de seleccionar un dispositivo de corriente de disparo mayor.

**430-35. Derivaciones durante el periodo de arranque**

**a) Arranque no-automático.** La protección contra sobrecarga de un motor con arranque no-automático, puede ponerse en derivación o desconectarse del circuito durante el periodo de arranque, siempre que el dispositivo que lo ponga en derivación o lo desconecte no pueda quedarse en la posición de arranque, además, que los fusibles o el interruptor automático de tiempo inverso del motor estén calibrados o ajustados a no-más de 400% de la corriente eléctrica a plena carga del motor y estén ubicados en el circuito de tal forma que funcionen durante el periodo de arranque del motor.

**b) Arranque automático.** Si el motor arranca automáticamente, el dispositivo de protección contra sobrecarga no debe ser puesto en derivación o desconectado del circuito.

***Excepción:*** *La protección de sobrecarga del motor puede derivarse o desconectarse del circuito durante el arranque automático del motor cuando:*

***1)*** *El periodo de arranque del motor exceda el tiempo de retardo de los dispositivos de protección contra sobrecarga del motor.*

***2)*** *Cuando se cuente con los medios aprobados y listados para:*

***a)*** *Verificar la rotación del motor, previniendo la derivación o la desconexión del circuito en caso de falla del motor en el arranque.*

***b)*** *Limitar el tiempo de la protección de sobrecarga en derivación o desconexión del circuito, a un tiempo menor que el rango del tiempo de operación del motor a rotor bloqueado.*

***c)*** *Prever el paro y la restauración manual del arranque del motor si no alcanza la condición de operación normal.*

**430-36. Uso de fusibles.** Cuando se utilicen fusibles para la protección de sobrecarga de los motores, se debe intercalar un fusible en cada conductor de fase. Asimismo intercalar un fusible también en el conductor puesto a tierra, cuando el sistema de alimentación es de tres hilos, tres fases, en c.a., con un conductor puesto a tierra.

**430-37. Dispositivos que no sean fusibles.** Cuando se utilicen dispositivos que no sean fusibles para la protección contra la sobrecarga del motor, el número mínimo permitido y la ubicación de los dispositivos de sobrecarga, tales como bobinas de disparo o relés, debe estar de acuerdo con lo indicado en la abla 430-37.

**430-38. Número de conductores abiertos por el dispositivo de sobrecarga.** Los dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores que no sean fusibles, elementos térmicos de corte o protectores térmicos, deben desconectar simultáneamente un número suficiente de conductores de fase para interrumpir el flujo de la corriente eléctrica al motor.

**430-39. Control del motor como protección contra sobrecarga.** Se permite que el controlador del motor funcione como dispositivo de protección de sobrecarga, si el número de unidades de sobrecarga cumple con la Tabla 430-37 y si estas unidades de sobrecarga funcionan en las posiciones de arranque y de operación normal en el caso de motores de c.c. y en la posición de operación normal en el caso de motores de c.a.

**430-40. Relé de sobrecarga.** Los elementos térmicos de corte, relé de sobrecarga y otros dispositivos para la protección contra sobrecarga del motor, que no sean capaces de interrumpir cortocircuitos, deben estar protegidos por fusibles o por interruptores automáticos con capacidad nominal o ajuste de acuerdo con lo indicado en 430-52 o por un dispositivo interno protector del cortocircuito, de acuerdo con lo indicado en 430-52.

***Excepción 1:*** *A menos que estén aprobados para instalación en grupo y lleven marcada la capacidad máxima del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso mediante el cual están protegidos.*

***Excepción 2:*** *La intensidad nominal del fusible o del interruptor automático debe estar marcada sobre la placa de características del equipo aprobado en el cual se use el elemento térmico de corte o relés de sobrecarga.*

**NOTA:** Para interruptores automáticos de disparo instantáneo o un dispositivo protector de cortocircuito. Véase 430-52.

**Tabla 430-37. Dispositivos de sobrecarga para protección del motor**

| Tipo de motor | Sistema de alimentación | Número y ubicación de dispositivos de sobrecarga tales como bobinas de disparo o relés |
|---|---|---|
| 1 fase c.a. o c.c. 1 fase c.a. o c.c. | 2 hilos, 1 fase c.a. o c.c. conductores no-puestos a tierra. 2 hilos, 1 fase c.a. o c.c. conductor puesto a tierra. | Uno en cualquier conductor Uno en el conductor no-puesto a tierra |
| 1 fase c.a. o c.c. | 3 hilos, 1 fase c.a. o c.c. conductor neutro puesto a tierra | Uno en cualquiera de los conductores no-puestos a tierra<br>Uno en un conductor de fase |
| 1 fase c.a. | Cualquiera de las 3 fases | 2, uno en cada fase |
| 2 fases c.a. | 3 hilos, 2 fases c.a. no-puesto a tierra | 2 en los conductores de fase 2, uno por fase en conductores de fase |
| 2 fases c.a. 2 fases c.a. | 3 hilos, 2 fases c.a. 1 conductor puesto a tierra. 4 hilos, 2 fases c.a. con o sin aterrizar. | 2, uno por fase en cualquier conductor de fase |
| 3 fases c.a. | 5 hilos, 2 fases c.a. conductor neutro puesto o no a tierra. Cualquiera de las 3 fases. | 3, uno en cada fase* |

*Excepción: cuando esté protegido por otros dispositivos aprobados

**430-42. Motores en circuitos derivados de uso general.** La protección contra sobrecarga para motores instalados en circuitos derivados de uso general, permitida en el Artículo 210, debe disponerse como se indica en los incisos a continuación:

**a) No-mayor a 746 W (1 CP).** En los circuitos derivados de uso general pueden conectarse uno o más motores sin protección individual contra sobrecargas solamente cuando se cumplan las limitaciones especificadas en 430-32(b) y (c) y en 430-53(a)1 y (a)2.

**b) Mayor a 746 W (1 CP).** Los motores de potencias mayores que las especificadas en 430-53 (a) pueden ser conectados a circuitos derivados de uso general solamente en caso de que cada motor esté protegido contra sobrecargas, según lo indicado en 430-32. Tanto el control como el dispositivo de protección contra sobrecargas deben marcarse para su instalación en grupo con el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra debidamente seleccionado de acuerdo con lo indicado en 430-53.

**c) Conectados mediante cordón y clavija a un receptáculo.** Cuando un motor se conecta a un circuito derivado por medio de una clavija a un receptáculo y la protección individual contra sobrecarga es omitida, como está indicado en (a) anterior, la capacidad de la clavija y del receptáculo no debe ser mayor de 15 A en 120 o 127 V o 10 A en 250 V. Cuando la protección individual contra sobrecarga es requerida, como se establece en (b) anterior, para un motor o un artefacto accionado por motor provisto de una clavija para conectarlo a un circuito derivado a través de un receptáculo, el dispositivo contra sobrecarga debe ser parte integral del motor o del artefacto. La capacidad de la clavija y del receptáculo determinará la capacidad nominal del circuito al cual se conectará el motor, como se establece en el Artículo 210.

**d) Retardo de tiempo.** El dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra de un circuito derivado en el cual el motor o artefacto accionado por motor está conectado, debe tener el suficiente retardo de tiempo para permitir que el motor arranque y acelere con carga.

**430-43. Reiniciación automática.** No debe instalarse ningún dispositivo de protección contra sobrecarga del motor, que pueda iniciar automáticamente el arranque de un motor, después de una desconexión o disparo por sobrecarga, a menos que sea aprobado para su uso con el motor al cual protege. No debe instalarse un sistema o dispositivo que pueda restablecer en forma automática el arranque del motor después de un paro por falla, si la reanudación automática del arranque puede ocasionar daños a personas.

**430-44. Paradas programadas.** Si una parada automática inmediata de un motor mediante un dispositivo de protección de sobrecarga introduce riesgos adicionales o incrementa los riesgos a personas, y si es necesaria una operación continua del motor para una parada segura del equipo o del proceso, debe conectarse un dispositivo sensor de sobrecarga del motor de acuerdo con las disposiciones de la parte C de esta Sección, que opere una alarma supervisada, en lugar de causar una interrupción inmediata del motor, de tal manera que pueda iniciarse una acción correctiva o una parada programada.

### D. Protección de circuitos derivados para motores contra cortocircuitos y fallas a tierra

**430-51. Disposiciones generales.** La Parte D especifica los dispositivos de sobrecorriente destinados a proteger a los conductores de los circuitos derivados para motores, a los aparatos de control de motores y a los motores, contra sobrecorrientes eléctricas debidas a cortocircuitos o fallas a tierra. Estas disposiciones se suman a las disposiciones del Artículo 240 o las modifican. Los dispositivos contemplados en la parte D no incluyen a aquéllos requeridos por 210-8, 230-95 y 305-6.

Las disposiciones de la Parte D no se aplican a circuitos de motores con tensiones mayores de 600 V. Véase Parte J.

**430-52. Capacidad nominal o ajuste para los circuitos de un solo motor**

**a) General.** El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas de tierra de circuitos derivados para motores, debe cumplir con (b) y con (c) o (d) cuando sean aplicables.

**b) Todos los motores.** La protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra debe ser capaz de soportar la corriente eléctrica de arranque del motor.

**c) Capacidad nominal o ajuste.**

**1)** Debe usarse un dispositivo de protección, con un rango o ajuste, seleccionado de tal forma que no exceda los valores dados en la Tabla 430-152.

***Excepción 1:*** *Cuando los valores determinados por la Tabla 430-152 para los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla de tierra no correspondan a los tamaños o capacidades nominales de los fusibles, interruptores automáticos no-ajustables o dispositivos térmicos de protección o posibles ajustes de interruptores automáticos, se permite el tamaño, capacidad o ajuste inmediato superior.*

***Excepción 2:*** *Cuando los valores especificados por la Tabla 430-152 no son suficientes para la corriente eléctrica de arranque de motor:*

***a.*** *La capacidad nominal de un fusible del tipo sin retardo y no-mayor de 600 A puede aumentarse, pero en ningún caso debe exceder 400% de la corriente eléctrica del motor a plena carga.*

***b.*** *La capacidad nominal de un fusible con retardo de tiempo (doble elemento) puede ser aumentada, pero en ningún caso debe exceder de 225% de la corriente eléctrica a plena carga.*

***c.*** *El ajuste de un interruptor automático de tiempo inverso puede aumentarse, pero en ningún caso debe excederse (1) 400% de la corriente eléctrica a plena carga del motor de 100 A o menos o (2) 300% para corriente eléctrica a plena carga de 100 A o mayor.*

***d.*** *La capacidad nominal de un fusible clasificado entre 601 a 6000 A puede ser aumentada, pero en ningún caso debe exceder el 300% de la corriente eléctrica del motor a plena carga.*

**NOTA:** Véase 240-6 para capacidades nominales de fusibles o interruptores automáticos.

**2)** Cuando la capacidad nominal del dispositivo de protección de un circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra esté indicada en una tabla de protecciones contra sobrecarga de un fabricante, para ser usada con un controlador de motor o esté marcada en el equipo, estos valores de capacidad no deben ser excedidos, aun cuando sean permitidos mayores valores en las disposiciones anteriores.

**3)** Sólo se permite utilizar un interruptor automático de disparo instantáneo si es ajustable y forma parte de una combinación aprobada y listada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecargas, cortocircuitos y fallas a tierra en cada conductor, y si el valor de disparo se ajusta para que no supere lo especificado en la Tabla 430-152. Se permite un protector del motor contra cortocircuitos en lugar de los dispositivos de la Tabla 430-152, si ese protector forma parte de una combinación aprobada y listada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecargas, cortocircuitos y fallas a tierra en cada conductor que abra el circuito cuando la corriente eléctrica supere 1300% de la nominal a plena carga. Se permite usar un dispositivo de protección contra cortocircuitos del motor en lugar de los dispositivos indicados en la Tabla 430-152, si forma parte de una combinación protector-controlador aprobada y listada, que tenga en cada conductor activo, protección coordinada contra sobrecarga del motor, protección contra falla a tierra y contra cortocircuito y si va a operar a no-más de 1300% de la corriente eléctrica del motor a carga plena. Un interruptor automático de disparo instantáneo o fusible protector de motor debe usarse sólo como parte de un controlador tipo de combinación que provea protección coordinada del circuito derivado del motor contra sobrecarga, cortocircuito y falla a tierra.

**NOTA:** Para los fines de este Artículo, los interruptores automáticos de disparo instantáneo pueden incorporar un medio para permitir la corriente transitoria del motor, para evitar los inconvenientes del disparo del interruptor automático.

***Excepción 1:*** *Cuando el valor especificado en la Tabla 430-152 no sea suficiente para la corriente eléctrica de arranque del motor, se permite aumentar el valor de disparo instantáneo del interruptor automático pero sin que en ningún caso supere 1300% de la corriente eléctrica del motor a plena carga para motores distintos de los del diseño E, ni 1700% para los motores para diseño E. Se permite que el valor de disparo de los interruptores automáticos sea superior a 800% para motores distintos de los de diseño E y superior a 1100% para los motores diseño E, cuando esos valores sean necesarios según se demuestre con una evaluación de ingeniería. En tales casos no será necesario aplicar primeramente la restricción de disparo a 800 o a 1100%.*

***Excepción 2:*** *Cuando la intensidad del motor a plena carga sea de 8 A o menos se permite aumentar hasta el valor marcado en el controlador el valor de disparo instantáneo del interruptor automático con una capacidad nominal continua de 15 A o menos en una combinación aprobada y listada del motor y del controlador que ofrezca protección coordinada del circuito derivado del motor contra sobrecargas y cortocircuitos y fallas a tierra.*

**4)** En motores de varias velocidades se permite instalar un solo dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra para dos o más de los devanados del motor, siempre que el valor nominal del dispositivo de protección no supere los por cientos anteriores sobre la capacidad nominal del devanado protegido más pequeño, según la placa de datos.

***Excepción:*** *En un motor de varias velocidades se permite utilizar un solo dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra, de valor nominal según la capacidad a plena carga del devanado de mayor intensidad, si cada devanado está equipado con protección individual contra sobrecargas de valor nominal de acuerdo con la capacidad a plena carga y si los conductores del circuito derivado que suministran energía a cada*

*devanado, son de una intensidad nominal acorde con la capacidad a plena carga del devanado de mayor capacidad a plena carga.*

**5)** En los sistemas de controladores de motores de estado sólido electrónicos, se permite utilizar fusibles adecuados en lugar de los dispositivos de la Tabla 430-152, siempre que al lado de los fusibles se marque claramente el valor nominal de los fusibles de repuesto.

**d) Motores de alto par.** Los circuitos para los motores de alto par deben protegerse a la capacidad nominal que aparezca en la placa de datos del motor, según lo indicado en 240-3(b).

**430-53. Varios motores o cargas en un circuito derivado.** Dos o más motores o uno o más motores y otras cargas, puedan conectarse al mismo circuito en las condiciones indicadas a continuación:

**a) No-mayor a 746 W (1 CP).** Varios motores cuya potencia individual no exceda de 746 W (1 CP) podrán conectarse a un circuito derivado de 120 o 127 V nominales, protegido a no-más de 20 A o un circuito derivado de 600 V nominales o menos, protegido a no-más de 15 A, si se cumplen las condiciones siguientes:

**1)** El valor nominal de la corriente eléctrica a plena carga de cada motor no exceda de 6 A.

**2)** No se exceda el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra marcada en cualquiera de los controladores.

**3)** La protección individual contra sobrecarga de los motores esté conforme con lo establecido en 430-32.

**b) Si se protege al motor más pequeño.** Si el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla de tierra del circuito derivado se ha seleccionado para que no sea mayor de lo permitido en 430-52 para el motor de menor potencia, se permite conectar dos o más motores o uno o varios motores y otras cargas, siempre que cada motor tenga su protección individual contra sobrecarga y siempre que se determine que dicho dispositivo protector del circuito derivado no debe abrir en las condiciones de trabajo normales más severas que puedan ocurrir.

**c) Otras instalaciones en grupo.** Se permite conectar a un circuito derivado dos o más motores de cualquier capacidad nominal o uno o más motores y otra(s) cargas(s), cuando cada motor que tenga protección individual contra sobrecarga, cuando el controlador del motor y el(los) dispositivo(s) de sobrecarga: (1) estén instalados como un conjunto de fábrica aprobado y listado y el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor sea parte del conjunto o esté marcado en el conjunto; (2) el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor, el(los) controlador(es) del motor y el o los dispositivos de sobrecarga sean instalados en campo como conjuntos separados, aprobados y listados para tal uso y provistos de las instrucciones del fabricante para usarse entre sí y, (3) cuando todas las condiciones siguientes se cumplan:

**1)** El dispositivo de protección contra sobrecarga de cada motor está aprobado y listado para instalación en grupo con una capacidad nominal máxima especificada para el fusible, interruptor automático de tiempo inverso o ambos.

**2)** Cada control del motor está aprobado y listado para instalación en grupo, con una capacidad nominal máxima especificada para el fusible, interruptor automático de tiempo inverso o ambos.

**3)** Cada interruptor automático es de tipo de tiempo inverso y está aprobado y listado para ser instalado en grupo.

**4)** El circuito derivado debe estar protegido por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso que tengan una capacidad no-mayor a la especificada en 430-52, para el mayor motor conectado al circuito derivado, más una cantidad igual a la suma de las corrientes de plena carga de los demás motores y las capacidades nominales de otras cargas conectadas al circuito. Cuando este cálculo dé por resultado una capacidad nominal menor que la capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación, la capacidad del fusible o de los interruptores automáticos puede aumentarse hasta un valor que no sea mayor que el permitido por 240-3(b)

**5)** Los fusibles del circuito derivado o interruptores automáticos de tiempo inverso no deben ser mayores que lo permitido en 430-40 para el relé de sobrecarga que protege al motor de menor potencia del grupo.

**NOTA:** Véase 110-10, impedancia del circuito y otras características.

**d) Derivación para un solo motor.** Para las instalaciones en grupo descritas anteriormente, los conductores de cualquier derivación que alimenten a un solo motor no necesitan tener un dispositivo individual de protección contra cortocircuito y falla a tierra, siempre que cumplan con cualquiera de las condiciones siguientes: (1) ningún conductor que alimente al motor debe tener una capacidad de conducción de corriente menor que la capacidad de los conductores del circuito derivado; (2) ningún conductor que alimente el motor debe tener una capacidad de conducción de corriente menor que un tercio de la de los conductores del circuito derivado con un mínimo de acuerdo con lo indicado en la Sección 430-22, y siempre que los conductores que van al dispositivo de protección contra sobrecarga del motor no tengan más de 7,60 m de longitud y estén protegidos contra daño físico.

**430-54. Equipo con varios motores y cargas combinadas.** El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado para equipo con varios motores y cargas combinadas, no debe exceder el valor indicado en el equipo de acuerdo con los requisitos establecidos en 430-7(d).

**430-55. Protección combinada contra sobrecorriente.** La protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de un circuito derivado de motor y la protección contra sobrecarga del motor pueden combinarse en un solo dispositivo de protección, cuando la capacidad o 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 circuitos derivados deben cumplir con los requisitos indicados en 240-20.

**430-57. Tamaño de los portafusibles.** Cuando se emplea fusibles para la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de un circuito derivado de un motor, los portafusibles deben tener un tamaño no-menor al necesario para instalar los fusibles especificados en la Tabla 430-152.

***Excepción:*** *Cuando se usen fusibles con retardo de tiempo adecuado para características de arranque del motor, se permite emplear portafusibles de menor tamaño que los especificados en la Tabla 430-152.*

**430-58. Capacidad nominal de los interruptores automáticos.** Los interruptores automáticos destinados a la protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de los circuitos derivados de motores deben tener una capacidad de corriente nominal de acuerdo con lo indicado en 430-52 y 430-110.

**E. Protección de alimentadores de motores contra cortocircuito y fallas a tierra**

**430-61. Disposiciones generales.** Las disposiciones de la Parte D especifican los dispositivos de sobrecorriente destinados a la protección de los conductores de los alimentadores de motores contra sobrecorriente, debida a cortocircuito y falla a tierra.

**430-62. Capacidad o ajuste (carga de motores)**

**a) Carga específica.** Un circuito alimentador que suministra energía a una carga fija y específica de motores cuyos conductores tienen tamaño nominal basado en 430-24, debe estar provisto de un dispositivo de protección de valor nominal o ajuste no-mayor a la capacidad o ajuste del mayor de los dispositivos de protección de circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra de cualquiera de los motores del grupo, más la suma de las corrientes a plena carga de los otros motores del grupo (selección basada en la Tabla 430-152 o en 440-22(a) para compresores de motores herméticos refrigerantes). Si dos o más circuitos derivados del grupo poseen dispositivos contra cortocircuitos y fallas a tierra de igual capacidad o ajuste, se considera a uno solo de ellos como el mayor para los cálculos anteriores.

***Excepción:*** *Cuando uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores del motor contra cortocircuito se usen para protección del circuito derivado del motor contra cortocircuito y falla a tierra, según se permite en 430-52(a), el procedimiento descrito anteriormente para determinar el máximo ajuste del dispositivo en el alimentador, se debe aplicar de acuerdo con la condición siguiente: para propósitos de cálculo, cada interruptor automático de disparo instantáneo o cada protector de circuito derivado contra cortocircuito o falla a tierra se presume que tiene una capacidad nominal que no excede el valor en por ciento permitido en la Tabla 430-152 para el tipo de dispositivo de protección del alimentador utilizado.*

**b) Otras instalaciones.** Para las instalaciones que incluyan alimentadores de mayor capacidad de conducción de corriente, el valor nominal o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador puede basarse en la capacidad de conducción de corriente de sus conductores.

**430-63. Capacidad o ajuste-Cargas de fuerza y alumbrado.** Cuando un alimentador suministra energía a cargas de motores y además a cargas de alumbrado, o de alumbrado y artefactos, el dispositivo de protección del alimentador puede tener una capacidad o ajuste suficientes para soportar las cargas de alumbrado o de alumbrado y artefactos, determinada de acuerdo con lo indicado en los Artículos 210 y 220, más, para el caso de un solo motor, la capacidad permitida en 430-52 y para dos o más motores, la capacidad permitida en 430-62.

**F. Circuitos de control de motores**

**430-71. Disposiciones generales.** La Parte F contiene modificaciones a los requisitos generales y se aplica a las condiciones particulares de los circuitos de control de motores.

**NOTA:** Véase 430-9(b) para requisitos en terminales de equipo

**Definición de circuito de control de motor:** El circuito de control de un aparato eléctrico o sistema de control es el circuito que transporta las señales eléctricas que gobiernan el funcionamiento del controlador, pero no transporta la corriente eléctrica del circuito principal de energía.

**430-72. Protección contra sobrecorriente**

**a) Disposiciones generales.** Un circuito de control de motor, derivado del lado de carga de un dispositivo o dispositivos de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de un circuito de motor y que controle al motor o motores conectados al circuito debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en 430-72. Dicho circuito de control no es considerado como un circuito derivado y se permite su protección, ya sea por un dispositivo o dispositivos suplementarios o por dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos derivados.

**b) Protección de conductores.** La protección de sobrecorriente para los conductores no debe exceder los valores especificados en la Columna A de la Tabla 430-72(b).

***Excepción 1:*** *Los conductores que no se extiendan fuera de la envolvente del equipo de control del motor requieren protección sólo contra cortocircuitos y fallas a tierra y pueden protegerse por el o los dispositivos protectores contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado del motor cuando la capacidad del dispositivo o los dispositivos protectores no sea mayor que el valor especificado en la Columna B de la Tabla 430-72(b).*

***Excepción 2:*** *Los conductores que se extiendan fuera de la envolvente del equipo de controlador del motor requieren sólo protección contra cortocircuito y falla a tierra y pueden protegerse por el o los dispositivos protectores contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor, cuando la capacidad del*

*dispositivo o los dispositivos protectores no sea mayor que el valor especificado en la Columna C de la Tabla 430-72(b).*

***Excepción 3:*** *Los conductores en el lado secundario de un transformador monofásico que tenga sólo dos cables en el secundario deben ser considerados como protegidos contra sobrecorriente provista en el lado primario (de suministro) del transformador, siempre y cuando esta protección no exceda el valor determinado al multiplicar el valor máximo apropiado del dispositivo de sobrecorriente para el conductor secundario de la Tabla 430-72(b), por la relación de transformación. Los conductores secundarios del transformador (que no sean de dos hilos) no se consideran protegidos por la protección de sobrecorriente del primario.*

***Excepción 4:*** *Los conductores de un circuito de control sólo requieren protección contra cortocircuito y falla a tierra y se permite que queden protegidos solamente por la protección del circuito derivado del motor cuando la apertura del circuito de control pudiera crear un riesgo, como por ejemplo el circuito de control de los motores de las bombas de incendio y similares.*

**Tabla 430-72 (b). Máximo ajuste de los dispositivos de protección por sobrecorriente (A)**

| Conductor del circuito de control $mm^2$ | Conductor del circuito de control AWG | Columna A Regla básica | | Columna B Excepción 1 | | Columna C Excepción 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cobre | Aluminio | Cobre | Aluminio | Cobre | Aluminio |
| 0,823 | 18 | 7 | --- | 25 | --- | 7 | --- |
| 1,307 | 16 | 10 | --- | 40 | --- | 10 | --- |
| 2,082 | 14 | nota 1 | --- | 100 | --- | 45 | --- |
| 3,307 | 12 | nota 1 | nota 1 | 120 | 100 | 60 | 45 |
| 5,280 | 10 | nota 1 | nota 1 | 160 | 140 | 90 | 75 |
| mayor a 5,260 | mayor a 10 | nota 1 | nota 1 | nota 2 | nota 2 | nota 3 | nota 3 |

**1.-** Valores especificados en 310-15, según sea aplicable.

**2.-** 400% del valor especificado en la Tabla 310-17 para conductores de 60 °C.

**3.-** 300% del valor especificado en la Tabla 310-17 para conductores de 60 °C.

**c) Transformadores de los circuitos de control.** Cuando se provee un transformador en el circuito de control, el transformador debe estar protegido de acuerdo con lo indicado en el Artículo 450.

***Excepción 1:*** *Cuando los transformadores del circuito de control con capacidad menor de 50 VA sean parte integral del controlador del motor y estén localizados dentro del envolvente del controlador del motor.*

***Excepción 2:*** *Cuando la corriente primaria del transformador del circuito de control sea menor de dos A, se permite un dispositivo de sobrecorriente en el circuito primario, con rango o ajuste a no-más de 500% de la corriente primaria.*

***Excepción 3:*** *Cuando el transformador alimenta a un circuito Clase 1 de energía limitada (véase 725-11 (a), circuitos de control remoto, Clase 2 o Clase 3, en conformidad con los requisitos del Artículo 725. Véase el Artículo 725, Parte C.*

***Excepción 4:*** *Cuando la protección es proporcionada por otros medios aprobados.*

***Excepción 5:*** *La protección contra sobrecorriente se omite cuando la apertura del circuito de control pudiera crear un riesgo, como por ejemplo, el circuito de control de los motores de las bombas de incendio y similares.*

**430-73. Protección mecánica del conductor.** Si el daño a un circuito de control de motor pudiera provocar un peligro, todos los conductores de dicho circuito de control remoto del motor que estén fuera del dispositivo de control, deben instalarse en una canalización o estar protegidos de alguna otra manera adecuada contra daño físico.

Cuando el conductor de un lado del circuito de control de motor esté puesto a tierra, el circuito de control remoto del motor debe disponerse de manera tal que si se produce un contacto accidental a tierra en los dispositivos de control remoto: (1) no arranque el motor y (2) no elimine la operación de los dispositivos manuales de disparo o los dispositivos automáticos de paro de seguridad.

**430-74. Desconexión**

**a) Disposiciones generales.** Los circuitos de control de motor deben disponerse de forma que sean desconectados de todas las fuentes de suministro cuando los medios de desconexión estén en la posición de abierto. Los medios de desconexión pueden estar constituidos por dos o más dispositivos separados, uno de los cuales desconecta al motor y al control de la fuente de suministro del motor y los otros al circuito o a los circuitos de control de motor de su(s) fuente(s) de suministro. Cuando se utilicen dos dispositivos separados deben instalarse uno junto al otro.

***Excepción 1:*** *Cuando sea necesario desconectar más de doce conductores del circuito de control de motor, se permite que los dispositivos de desconexión no se ubiquen uno junto al otro, siempre y cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:*

***a.*** *Se limite el acceso a las partes vivas solamente a personas calificadas, de acuerdo con lo indicado en la Parte K de esta sección.*

***b.*** *Se coloque permanentemente un rótulo de advertencia en la parte de la envolvente o tapa de cada equipo que permita el acceso a las partes activas de los circuitos de control del motor, alertando que los dispositivos de desconexión de los circuitos de control de motor estén ubicados en zonas alejadas al equipo y especificando la localización e identificación de cada conexión. Si las partes vivas no están dentro de la envolvente de un equipo tal como se permite en 430-132 y 430-133, debe ubicarse uno o varios rótulos de advertencia adicionales en un sitio visible, para las personas que pudieran estar trabajando en el área de las partes energizadas.*

***Excepción 2:*** *Si la apertura de uno o más de los dispositivos de desconexión de los circuitos de control del motor pudiese originar condiciones potencialmente inseguras tanto para el personal como para las propiedades, y se cumplen las condiciones (a) y (b) de la Excepción 1, arriba mencionados.*

**b) Transformador de control en envolventes de control.** Cuando se utiliza un transformador u otro dispositivo para obtener una tensión eléctrica reducida para el circuito de control de motor y se localiza en la envolvente del controlador, dicho transformador o dispositivo deberá conectarse al lado de la carga de los dispositivos de desconexión del circuito de control del motor.

**G. Controladores de motores**

**430-81. Disposiciones generales.** Las disposiciones de la Parte G especifican los controladores adecuados para todos los motores.

**a) Definición.** Para la definición de “controlador”, véase el Artículo 100. Para propósitos de este Artículo, un "controlador" es cualquier desconectador o dispositivo normalmente utilizado para arrancar y parar un motor, cerrando o abriendo el circuito del motor.

**b) Motores estacionarios no-mayores a 93,25 W (1/8 CP).** El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado puede servir como controlador para motores estacionarios no-mayores a 93,25 W (1/8 CP) que normalmente se dejan funcionando y están construidos de forma que no puedan ser dañados ni por sobrecarga, ni por falla en el arranque, como por ejemplo, motores de relojes y similares.

**c) Motores portátiles no-mayores a 248,66 W (1/3 CP).** Para un motor portátil no-mayor a 248,66 W (1/3 CP), el controlador puede ser un receptáculo y su clavija.

**430-82. Diseño del controlador**

**a) Arranque y paro.** Todo controlador debe ser capaz de arrancar y parar al motor que controla, y ser capaz de interrumpir la corriente eléctrica de rotor bloqueado del motor.

**b) Autotransformador.** Un controlador de autotransformador debe tener una posición de “abierto”, una posición de marcha y, por lo menos, una posición de arranque. Este debe diseñarse de manera que no pueda quedar en la posición de arranque o en cualquier otra posición que pueda dejar inoperante el dispositivo de protección contra sobrecorriente en el circuito.

**c) Reóstatos.** Los reóstatos de arranque deben cumplir con lo siguiente:

**1)** Los reóstatos de arranque de motores deben estar diseñados de manera que el brazo de contacto no pueda quedar sobre segmentos intermedios. El punto o placa sobre la cual queda el brazo en la posición de arranque, no debe tener conexión eléctrica con la resistencia.

**2)** Los reóstatos de arranque de los motores de corriente continua que funcionan con suministro de tensión eléctrica constante, deben estar equipados con dispositivos automáticos que interrumpan el suministro, antes de que la velocidad del motor haya disminuido a menos de la tercera parte de su valor nominal.

**430-83. Capacidades nominales**

**a) Capacidades nominales en kW (CP) a la tensión eléctrica de suministro.** El controlador debe tener una capacidad nominal en kW o CP a la tensión eléctrica de suministro que no debe ser menor que la del motor.

***Excepción 1:*** *Un controlador para un motor Diseño E de más de 1,49 kW (2 CP) nominales, debe cumplir además una de las dos condiciones siguientes:*

***a.*** *Estar marcado y aprobado para usarse con un motor Diseño E.*

***b.*** *Tener una potencia nominal en kW o CP no-menor a 1,4 veces la potencia nominal de un motor con capacidad de 2,23 a 74,60 kW (3 a 100 CP) nominales, o no-menor a 1,3 veces la potencia nominal de un motor con capacidad de más de 74,60 kW (100 CP) nominales.*

***Excepción 2:*** *Se permite que, para un motor estacionario de 1,49 kW (2 CP) nominales o menos y 300 V o menos, el controlador sea un desconectador de uso general de una capacidad nominal no-inferior al doble de la capacidad nominal del motor a plena carga.*

*En los circuitos de c.a. se permite utilizar desconectadores de acción rápida y uso general que sean adecuados sólo para uso en circuitos de c.a. (no desconectadores de uso general de c.a.-c.c.) como controladores de motores de 1,49 kW (2 CP) nominales o menos y 300 V nominales o menos, cuya capacidad nominal a plena carga no sea superior a 80% de la capacidad nominal del desconectador.*

***Excepción 3:*** *Se permite como controlador a un interruptor automático de tiempo inverso. Cuando ese interruptor automático se use también para protección contra sobrecargas, debe cumplir las disposiciones de este Artículo en lo que se refiere a protección contra sobrecargas.*

***Excepción 4:*** *El controlador de un motor de alto par debe tener una capacidad nominal en servicio continuo y a plena carga no-inferior a la capacidad nominal del motor que conste en su placa de características. Para un*

*controlador clasificado en kW o CP pero no marcado con la anterior capacidad nominal, su capacidad nominal equivalente se deberá determinar a partir de su clasificación en kW o CP, de acuerdo con lo indicado en las Tablas 430-147, 430-148, 430-149 o 430-150.*

***Excepción 5:*** *No es necesario que los dispositivos, que según 430-81(b) y (c) sirvan como controladores, estén clasificados en kW o en CP.*

**b) Tensión eléctrica nominal.** Un controlador con tensión eléctrica como por ejemplo 240 V o 480 V puede instalarse en un circuito en el cual la tensión eléctrica nominal entre dos conductores no exceda la capacidad de tensión eléctrica del controlador. Un controlador con tensión eléctrica señalada con una diagonal, e.g., 120/240 V o 480/277 V, sólo debe utilizarse en circuitos en los cuales la tensión eléctrica nominal a tierra de cualquier conductor no exceda la tensión eléctrica nominal menor del controlador y la tensión eléctrica nominal entre dos conductores no exceda el valor nominal mayor del controlador.

**430-84. No es necesario interrumpir todos los conductores.** No se requiere que el controlador interrumpa todos los conductores del motor.

***Excepción:*** *Cuando el controlador funcione también como dispositivo de desconexión, debe interrumpir todos los conductores de fase del motor de acuerdo con lo previsto en 430-111.*

**430-85. En conductores puestos a tierra.** Un polo del controlador puede interrumpir un conductor puesto permanente a tierra siempre que el controlador esté diseñado de manera que el polo en el conductor puesto a tierra no pueda abrirse sin interrumpir simultáneamente todos los conductores del circuito.

**430-87. Número de motores alimentados por cada controlador.** Cada motor debe estar provisto de un controlador individual.

***Excepción:*** *Puede preverse un solo controlador para un grupo de motores, hasta 600 V de capacidad nominal no-menor a la suma de los valores nominales de los motores en grupo, de acuerdo con lo indicado en cualquiera de las condiciones siguientes:*

***a.*** *Cuando varios motores accionen varias partes de una misma máquina o partes de un aparato eléctrico, tales como máquinas para trabajar madera y metales, grúas, elevadores y aparatos similares.*

***b.*** *Cuando un grupo de motores esté protegido por un dispositivo de sobrecorriente, tal como se permite en 430-53 (a).*

***c.*** *Cuando un grupo de motores esté instalado en el mismo local y todos a la vista desde el controlador.*

**430-88. Motores de velocidad ajustable.** Los motores de velocidad ajustable controlados por medio de un regulador de campo, deben equiparse y conectarse de manera que no puedan arrancar con campo reducido.

***Excepción:*** *Cuando están diseñados para arrancar de esa forma.*

**430-89. Límitación de velocidad.** Las máquinas de los tipos indicados a continuación deben estar provistas de dispositivos u otros medios limitadores de velocidad.

**a)** Motores de corriente continua excitados separadamente.

**b)** Motores tipo serie.

**c) Grupos motor-generador y convertidores.** Los grupos motor-generador y convertidores que puedan ser accionados a velocidad excesiva del lado de la corriente continua, ya sea por invertirse el sentido de la corriente eléctrica o por disminución de carga.

***Excepción 1:*** *Cuando las características inherentes a las máquinas, el sistema o la carga y la conexión mecánica a ella sean tales que limiten la velocidad de forma segura.*

***Excepción 2:*** *Cuando la máquina esté siempre bajo el control manual de personal calificado.*

**430-90. Combinación de desconectador y portafusible como controlador.** La capacidad de una combinación de desconectador y porta fusible que se use como controlador, debe ser tal que el portafusible admita el tamaño del fusible adecuado como se especifica en la Parte C de este Artículo, para la protección contra sobrecarga del motor.

***Excepción:*** *Cuando los fusibles sean de retardo de tiempo adecuado para las características de arranque del motor, se permite usar portafusibles de menor tamaño que los especificados en la Parte C de esta Sección.*

**430-91. Tipo de envolvente para controladores de motores.** La tabla 430-91 proporciona los datos básicos para seleccionar el tipo de envolvente a emplear en áreas no-peligrosas. Las envolventes no son para protección contra condensación, congelamiento, corrosión o contaminación, que pueda ocurrir en su interior ya sea por orificios no-sellados o por tubo *(conduit)*. Estas condiciones interiores del gabinete requieren una especial consideración del instalador y del usuario.

**Tabla 430-91. Tabla de selección de envolventes para controladores de motores**

| USO EXTERIOR | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Protección contra las siguientes condiciones ambientales | Tipo de envolvente** | | | | | | |
| | 3 | 3R | 3S | 4 | 4X | 6 | 6P |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Contacto incidental con el gabinete | X | X | X | X | X | X | X |
| Lluvia, nieve, granizo | X | X | X | X | X | X | X |
| Granizo* | | | X | | | | |
| Polvoso | X | | X | X | X | X | X |
| Escurrimiento en las canalizaciones | | | | X | X | X | X |
| Agentes corrosivos | | | | | X | | X |
| Inmersión temporal ocasional | | | | | | X | X |
| Inmersión prolongada ocasional | | | | | | | X |
| ***El mecanismo debe ser operable cuando está cubierto de hielo | | | | | | | |

| USO INTERIOR | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Protección contra las siguientes condiciones ambientales | Tipo de envolvente** | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 4 | 4x | 5 | 6 | 6P | 12 | 12k | 13 |
| Contacto incidental con el gabinete | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Acumulación de suciedad | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Caída de líquidos y goteo ligero | | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Polvo circulante, pelusa, fibras. | | | X | X | | X | X | X | X | X |
| Depósito de polvo, pelusas y fibras | | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Escurrimiento y salpicaduras de agua | | | X | X | | X | X | | | |
| Filtración aceite y líquido refrigerante | | | | | | | | X | X | X |
| Salpicaduras de aceite y refrigerante | | | | | | | | | | X |
| Agentes corrosivos | | | | X | | | X | | | |
| Inmersión temporal ocasional | | | | | | X | X | | | |
| Inmersión prolongada ocasional | | | | | | | X | | | |
| ** El tipo de cubierta debe estar marcado en la cubierta del controlador del motor | | | | | | | | | | |

### H. Centros de control de motores (CCM)

**430-92. Disposiciones generales.** La Parte H se refiere a los centros de control de motores (CCM) instalados para controlar motores, sistemas de alumbrado y alimentadores a otros dispositivos eléctricos.

Un CCM es un ensamble de una o más secciones de gabinetes que cuentan con una barra común de alimentación y que están formados principalmente por unidades o secciones de controladores de motores.

**430-94. Protección contra sobrecorriente**. Los CCM deben contar con una protección de sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240, basado en la capacidad total de las barras comunes de alimentación a todas las secciones. Esta protección se debe proveer ya sea por: (1) un dispositivo de protección localizado fuera del CCM en el punto de suministro o (2) un dispositivo de protección contra sobrecorriente localizado dentro del CCM.

**430-95. Equipo en la acometida.** Cuando se use como equipo de acometida, cada CCM debe estar provisto de un medio de desconexión principal para desconectar todos los conductores de fase.

***Excepción:*** *Un segundo dispositivo desconectador podrá instalarse para alimentar al equipo adicional.*

Cuando se use un conductor puesto a tierra el CCM debe llevar instalado un puente de unión principal dimensionado de acuerdo con lo indicado en la 250-79 (d), dentro de una de las secciones, para conectar los conductores puestos a tierra en el lado de suministro, con la barra de puesta a tierra del CCM.

**430-96. Puesta a tierra.** Los CCM de varias secciones deben ser puenteados uno con otro por un conductor de puesta a tierra del equipo o mediante una barra de puesta a tierra cuyas dimensiones deben ser las establecidas en la Tabla 250-95. Todas las terminales de puesta a tierra del equipo deben conectarse en la barra de puesta a tierra, que debe estar instalada a todo lo largo de las secciones o a una terminal de tierra en un punto situado en una sección de las que conforman el CCM.

**430-97. Barras principales y conductores**

**a) Soportes y arreglo.** Las barras conductoras deben protegerse contra daño físico y mecánico mediante un sistema de sujeción firme, distintos de los requeridos para interconexiones y cables de control. Sólo aquellos conductores que son instalados para terminar en una sección vertical deben estar localizados en esa sección del CCM.

***Excepción:*** *Los conductores pueden instalarse a lo largo del CCM y en sus secciones verticales cuando estos conductores se coloquen con barreras de aislamiento que lo separen de las barras conductoras.*

**b) Arreglo de las fases.** En un sistema de tres hilos el arreglo de las fases debe ser A,B,C, visto del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha.

***Excepción:*** *Se permite un arreglo de fases de C, B, A, en los CCM de doble frente (montaje frontal y posterior), pero debe identificarse y marcarse adecuadamente este arreglo en el gabinete.*

**c) Espacios mínimos para cableados.** El espacio mínimo en las terminales del CCM debe estar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 373.

**d) Espaciamiento.** La distancia entre las barras espaciadores del CCM y sus partes metálicas no debe ser menor de las distancias indicadas en la tabla 430-97.

**e) Barreras.** En las alimentaciones a los CCM se deben colocar barreras que aíslen las barras de servicio y sus terminales de los demás elementos del CCM.

**Tabla 430-97. Distancias mínimas entre barras y partes metálicas**

| | Polaridad opuesta cuando sea montada en la misma superficie mm | Polaridad opuesta cuando sea suspendido en el aire mm | Partes vivas puestas a tierra mm |
|---|---|---|---|
| No-mayor a 127V | 19 | 12 | 12 |
| No-mayor a 250V | 31 | 19 | 12 |
| No-mayor a 600V | 51 | 25 | 25 |

**430-98. Marcado**

**a) CCM.** Los CCM deben estar marcados de acuerdo con lo señalado en 110-21. Dicho marcado debe ser plenamente visible después de la instalación, y debe incluir el valor de la capacidad de las barras conductoras y el valor de la corriente de cortocircuito para lo que fue diseñado. Véase 110-2.

**b) Unidades de control de motores.** Cada controlador instalado en una sección del CCM debe cumplir con lo indicado en 430-8.

**I. Medios de desconexión**

**430-101. Generalidades.** Las disposiciones de la Parte I establecen requerimientos para los medios de desconexión de motores y controladores de los circuitos que los alimentan.

**NOTA 1:** Véase Diagrama 430-1.

**NOTA 2:** Véase 110-22 para identificación de los medios de desconexión.

**430-102. Localización**

**a) Controlador.** Se debe instalar un medio de desconexión a la vista desde la posición del controlador.

***Excepción 1:*** *Para circuitos de motores de más de 600 V nominales, el medio de desconexión del controlador puede ser instalado fuera de la vista de éste, siempre y cuando esté marcado con una leyenda de advertencia que indique la ubicación e identificación del medio de desconexión a ser bloqueado en la posición de abierto.*

***Excepción 2:*** *Puede instalarse un medio de desconexión individual al lado de un grupo de controladores coordinados, de una máquina de proceso continuo con varios motores.*

**b) Motor.** Se debe instalar un medio de desconexión a la vista desde la ubicación del motor y de la máquina que maneja.

***Excepción:*** *Cuando sea posible que el medio de desconexión indicado en 430-102 (a) sea bloqueado individualmente en la posición de abierto.*

**430-103. Operación.** Los medios de desconexión deben abrir todos los conductores aislados de alimentación y no deben permitir que una fase o polo pueda ser operado en forma independiente. Los medios de desconexión pueden estar en la misma envolvente del controlador.

**NOTA:** Véase 430-113 para equipo que recibe energía de más de una fuente.

**430-104. Indicadores de posición.** Los medios de desconexión deben tener claramente indicado si están en la posición de “abierto” o “cerrado”.

**430-105. Conductor puesto a tierra.** Uno de los polos de un medio de desconexión puede desconectar el conductor puesto a tierra, siempre que este polo puesto a tierra no pueda abrirse sin desconectar simultáneamente todos los conductores del circuito.

**430-107. Fácilmente accesible.** Uno de los medios de desconexión debe estar fácilmente accesible.

**430-108. Cada desconectador.** Cada medio de desconexión en el circuito derivado de un motor entre el punto de unión al alimentador y el punto de conexión al motor, debe cumplir con las especificaciones indicadas en 430-109 y 430-110.

**430-109. Tipos de medios de desconexión.** Los medios de desconexión deben ser uno de los siguientes tipos: un desconectador de navajas con capacidad nominal en kW o en CP, un interruptor automático abierto o en caja, con o sin protección térmica y magnética. Los medios de desconexión deben estar aprobados.

***Excepción 1:*** *Un desconectador de circuitos de motores para motores Diseño E de más de 1,49 kW (2 CP) nominales, debe cumplir además uno de los dos requisitos siguientes:*

***a.*** *Debe estar marcado como adecuado para usarse con un motor Diseño E.*

***b.*** *Debe tener una capacidad nominal en kW o CP no-inferior a 1,4 veces la capacidad nominal de un motor de 2,23 a 74,6 kW (3 a 100 CP) nominales o no-inferior a 1,3 veces la capacidad nominal de un motor de más de 74,6 kW (100 CP) nominales.*

***Excepción 2:*** *Para motores estacionarios de 93,25 W (1/8 CP) o menos, el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado que lo alimenta, puede servir como medio de desconexión.*

***Excepción 3:*** *Para los motores estacionarios de 1,49 k W (2 CP) o menos y 300 V o menos, el medio de desconexión puede ser un desconectador de uso general que tenga una capacidad nominal no-menor de dos veces la corriente eléctrica nominal a plena carga del motor. En circuitos de c.a. pueden tenerse desconectadores de seguridad de uso general accionados con resorte (que no sean también para c.c.), para desconectar un motor*

*de 1,49 kW (2 CP) o menos y de 300 V o menos, con una corriente eléctrica nominal a plena carga que no exceda de 80% de la capacidad nominal del desconectador.*

***Excepción 4:*** *Para motores de más de 1,49 kW (2 CP) y hasta 74,6 kW (100 CP) inclusive, el medio de desconexión separado requerido para un motor con control del tipo autotransformador puede ser un desconectador de uso general cuando se cumplan todas las disposiciones indicadas a continuación:*

***a.*** *El motor acciona un generador que está provisto de protección contra sobrecarga.*

***b.*** *El control: (1) es capaz de interrumpir la corriente eléctrica de rotor bloqueado del motor, (2) está provisto de un relé por falla de tensión eléctrica, y (3) está provisto de protección contra sobrecarga del motor con ajuste no- mayor de 125% de la corriente eléctrica nominal a plena carga del motor.*

***c.*** *El circuito derivado del motor está provisto de fusibles individuales o de un interruptor automático de tiempo inverso con capacidad o ajuste no-mayor a 150% del valor de la corriente eléctrica de plena carga del motor.*

***Excepción 5:*** *Para motores estacionarios de más de 29,84 kW (40 CP) de c.c o de 74,6 kW (100 CP) o más, de c.a., se puede utilizar como medio de desconexión un desconectador de uso general o un desconectador de aislamiento siempre que tenga la leyenda "No operar con carga".*

***Excepción 6:*** *Para motores hasta de 746 W (1 CP) conectados con cordón y clavija, la capacidad de ésta y del receptáculo al que se va a conectar no deben ser menores a la capacidad nominal del motor, permitiéndose usar como medio de desconexión. No se requiere marcar la capacidad en kW o CP para el cordón y clavija de acuerdo con lo indicado en 422-22, para equipos de aire acondicionado tipo paquete en habitaciones u oficinas de acuerdo con lo indicado en 440-63 para un motor portátil de 248,66 W (1/3 CP) o menos.*

***Excepción 7:*** *Para motores de alto par, el medio de desconexión puede ser un desconectador de uso general.*

***Excepción 8:*** *Se permite un interruptor automático de disparo instantáneo como medio de desconexión cuando sea parte de una combinación aprobada y listada de motor y controlador.*

**430-110. Capacidad nominal e interruptiva**

**a) Generalidades.** Los medios de desconexión para circuitos de motores de tensión eléctrica nominal de 600 V o menos, deben tener una capacidad nominal no-menor a 115% de la corriente eléctrica a plena carga del motor.

**b) Motores de alto par.** Los medios de desconexión del circuito de un motor de alto par de arranque deben tener una capacidad nominal, expresada en A, no-menor a 115% de la corriente eléctrica a plena carga del motor.

**c) Cargas combinadas.** Cuando dos o más motores se utilicen juntos o donde uno o más motores sean utilizados en combinación con otras cargas tales como resistencias calentadoras u otras cargas, y cuando la carga combinada pueda estar conectada sobre un solo medio de desconexión, la capacidad nominal en kW o CP y la capacidad de corriente eléctrica de la carga combinada se determina como sigue:

**1)** La capacidad nominal de los medios de desconexión se determina con base en la suma de todas las corrientes, incluyendo las cargas de resistencias, en la situación de plena carga y también en la de rotor bloqueado. La suma de las corrientes de plena carga y la de rotor bloqueado se consideran como si correspondieran a un motor único para los fines de este requisito, de la manera siguiente:

La corriente eléctrica de plena carga equivalente a la capacidad nominal en kW o CP de cada motor debe seleccionarse de las Tablas 430-148, 430-149 o 430-150. Estas corrientes de plena carga deben sumarse a la corriente eléctrica nominal de las otras cargas, para así obtener la corriente eléctrica equivalente a plena carga de la carga combinada.

La corriente eléctrica de rotor bloqueado equivalente a la capacidad en kW o CP de cada motor debe seleccionarse de la Tabla 430-151 A o 430-151 B.

Las corrientes de rotor bloqueado deben sumarse a la capacidad nominal de las otras cargas, para así obtener la corriente eléctrica equivalente de rotor bloqueado para la carga combinada. Cuando dos o más motores o la combinación de motores y otras cargas no puedan arrancarse simultáneamente, puede usarse la combinación apropiada de corriente eléctrica de plena carga y de rotor bloqueado para determinar la corriente eléctrica equivalente de rotor bloqueado para estas cargas combinadas.

***Excepción:*** *Cuando una parte de la carga considerada es resistiva y el medio de desconexión sea un desconectador con capacidad nominal expresada en kW o en CP y A, el desconectador utilizado debe tener una capacidad en kW o CP no-menor a la carga combinada del (los) motor(es), si la capacidad en amperes del desconectador no es menor a la suma de la corriente eléctrica de rotor bloqueado del (los) motor(es) más la carga resistiva.*

**2)** La capacidad nominal de los medios de desconexión no debe ser menor que 115% de la suma de todas las corrientes de plena carga determinadas de acuerdo con lo indicado en (d) (1) anterior.

**3)** Para motores pequeños no considerados en las Tablas 430-147, 430-148 o 430-150, la corriente eléctrica de rotor bloqueado debe considerarse igual a seis veces la corriente eléctrica de plena carga.

**430-111. Desconectador o interruptor automático usado como medio de desconexión y como controlador.** Un desconectador de seguridad o un interruptor automático que cumpla con las disposiciones de la Sección 430-83 puede ser utilizado a la vez como medio de desconexión y como controlador, siempre que interrumpa todos los conductores de fase del motor que está protegiendo y que tenga un dispositivo de sobrecorriente (que pueden ser los fusibles del circuito derivado), y que sea uno de los tipos siguientes:

**a)** Desconectador en aire accionado manualmente.

**b)** Un interruptor automático de tiempo inverso accionable manualmente.

**c)** Desconectador en aceite. Un desconectador en aceite usado en un circuito que no exceda de 600 V o 100 A o en un circuito que exceda esta capacidad bajo supervisión de personas calificadas.

El desconectador en aceite mencionado anteriormente puede ser de potencia y de operación manual.

El dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege al controlador puede ser parte de éste o bien estar separado.

Un controlador tipo autotransformador debe estar provisto con medios de desconexión separados.

**430-112. Motores con un solo medio de desconexión.** Cada motor deber estar provisto de un medio de desconexión individual.

***Excepción:*** *Un solo medio de desconexión puede servir a un grupo de motores bajo cualquiera de las condiciones siguientes:*

***a.*** *Cuando varios motores accionan varias partes de una misma máquina o partes de un aparato eléctrico, tales como máquinas para trabajar madera y metales, grúas y elevadores de carga.*

***b.*** *Cuando un grupo de motores esté protegido como un conjunto de dispositivos de protección contra sobrecorriente, tal como se permite en 430-53 (a).*

***c.*** *Cuando un grupo de motores esté instalado en el mismo local y todos a la vista desde los medios de desconexión.*

**430-113. Energía de más de una fuente.** Los motores y equipos operados por motores de energía eléctrica de más de una fuente, deben estar provistos de medios de desconexión separados de cada fuente.

***Excepción 1:*** *Si un motor recibe energía eléctrica de más de una fuente, el medio de desconexión para la fuente principal que alimenta el motor no necesariamente tiene que estar adyacente al motor, siempre que el medio de desconexión del control pueda bloquearse en la posición de abierto.*

***Excepción 2:*** *No se requiere un medio de desconexión separado para circuitos de control remoto Clase 2 de acuerdo con lo indicado en el Artículo 725, que no sea de más de 30 V y que esté aislado y no-puesto a tierra.*

### J. Motores que operan a más de 600 V nominales

**430-121. Disposiciones generales.** Las disposiciones de esta parte consideran los riesgos adicionales provocados por el uso de una tensión eléctrica más alta; son adicionales o modifican a las demás disposiciones de este Artículo. En el Artículo 710 se establecen otras disposiciones relativas a la operación de equipos de más de 600 V.

**430-122. Identificación de los controles.** Además de las indicaciones requeridas por 430-8, los controladores deben estar marcados con la tensión eléctrica de operación del propio controlador.

**430-123. Canalizaciones adyacentes a motores.** Puede usarse tubo *(conduit)* metálico flexible o tubo *(conduit)* metálico flexible a prueba de líquidos, de longitud no-mayor de 1,83 m, para la conexión de la canalización a la envolvente de las terminales del motor.

**430-124. Tamaño nominal de los conductores.** Los conductores para alimentar motores deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor al valor para el cual su dispositivo de protección contra sobrecarga es seleccionado para dispararse.

**430-125. Protección contra sobrecorriente en circuitos de motores**

**a) Disposiciones generales.** Cada circuito para motor debe incluir una 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 es esencial para el funcionamiento de una planta y funcionar hasta que se dañe, si esto es necesario, para prevenir un riesgo mayor a personas, se permite entonces que el (los) dispositivo(s) o sensor(es) se conecte(n) a un anunciador de supervisión o a una alarma, en lugar de interrumpir el circuito del motor o de su control.*

**b) Protección contra sobrecarga,**

**1)** Cada motor se debe proteger contra calentamientos peligrosos producidos por sobrecargas y fallas en el arranque, por un protector térmico integrado al motor o por dispositivos externos sensores de corriente o ambas cosas.

**2)** Los circuitos secundarios de motores de corriente alterna de rotor devanado, incluyendo los conductores, controladores y resistencias de valor adecuado para esta aplicación, se consideran protegidos contra sobrecorriente por los dispositivos de protección contra sobrecarga del motor.

**3)** El funcionamiento del dispositivo interruptor de sobrecarga debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase.

**4)** Los dispositivos sensores de sobrecarga no deben restablecerse automáticamente después de un disparo, a menos que el restablecimiento de dicho dispositivo no provoque el arranque automático del motor o que este arranque del motor o de la máquina que acciona no ocasione un peligro a las personas.

**c) Protección contra corriente de falla**

**1)** Debe proveerse, en cada circuito de un motor, un medio de desconexión por corriente de falla, por uno de los medios siguientes:

**a.** Un interruptor automático de tipo y capacidad aprobado e instalado de tal forma que pueda efectuarse su mantenimiento sin peligro, debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase y detectar la corriente de falla por medio de sensores integrales o externos al motor.

**b.** Deben usarse fusibles de tipo y capacidad aprobados en cada uno de los conductores de fase, empleándose conjuntamente con el medio de desconexión o bien, deben ser del tipo que puedan a la vez ser utilizados como medios de desconexión. Deben estar dispuestos de manera que no puedan ser operados mientras estén energizados.

**2)** Los dispositivos que interrumpan corrientes de falla no deben cerrar el circuito automáticamente.

***Excepción:*** *Donde los circuitos estén expuestos a fallas transitorias y donde el restablecimiento automático no ocasione un riesgo para las personas.*

**3)** Se permite que en un mismo dispositivo se proporcione protección contra sobrecarga y contra corrientes de falla.

**430-126. Capacidad nominal de los dispositivos de control de motores.** La intensidad máxima de disparo de los relés de sobrecorriente (sobrecarga) o de otros dispositivos de protección de los motores, no debe superar 115% de la capacidad nominal del controlador. Cuando el medio de desconexión del circuito derivado de motores sea independiente del controlador, la capacidad nominal del medio de desconexión no debe ser inferior a la corriente eléctrica máxima de disparo de los relés de sobrecorriente que haya en el circuito.

**430-127. Medio de desconexión.** El medio de desconexión del controlador debe quedar bloqueado en posición abierta.

### K. Protección de las partes vivas para todas las tensiones eléctricas

**430-131. Disposiciones generales.** Todas las partes vivas deben estar protegidas en forma adecuada al peligro involucrado.

**430-132. Donde se requiere.** Las partes vivas expuestas de motores y controles que funcionan a 50 V o más entre terminales deben estar resguardadas contra contacto accidental mediante una envolvente o por su ubicación, como sigue:

**a)** En un local o en una envolvente que sea accesible exclusivamente a personal calificado.

**b)** En sala de máquinas, estructura o plataforma a una altura y con una disposición tal que su acceso sea accesible a personal calificado.

**c)** Elevado sobre el nivel del piso, a 2,40 m o más**.**

***Excepción:*** *Los motores estacionarios que tienen conmutadores colectores y escobillas ubicados dentro del motor y no-conectados a circuitos de alimentación que funcionan a más de 150 V con respecto a tierra.*

**430-133. Resguardos para operadores.** Cuando las partes vivas de los motores o de sus controladores operan a más de 150 V con respecto a tierra, están resguardadas contra contacto accidental tan sólo por su ubicación en la forma especificada en 430-132 y cuando durante su operación pudiera ser necesario el ajuste u otra operación del aparato, se deben colocar tarimas aislantes o plataformas convenientemente aisladas de forma que el operador del aparato no pueda tocar las partes vivas sino cuando se encuentre sobre la tarima o plataforma aislada.

### L. Puesta a tierra para todas las tensiones eléctricas

**430-141. Disposiciones generales.** Las disposiciones de la Parte L especifican la puesta a tierra de las partes metálicas expuestas no-conductoras de motores y de sus controladores para impedir una tensión eléctrica más elevada con respecto a tierra, en el caso de un contacto accidental entre las partes vivas y los armazones y/o gabinetes. El aislamiento eléctrico, separación o resguardos son alternativas adecuadas de la puesta a tierra de motores en ciertas condiciones.

**NOTA:** Véase espacios de trabajo en 110-16 y 110-34.

**430-142. Motores estacionarios.** Las armazones de los motores estacionarios deben conectarse a tierra cuando exista cualquiera de las condiciones siguientes: 1) si están alimentados por conductores contenidos en canalizaciones metálicas; 2) si están ubicados en lugares húmedos y no están aislados o resguardados; 3) si están instalados en lugares clasificados como peligrosos como se menciona en los Artículos 500 a 517 y 4) si el motor funciona con cualquier terminal a más de 150 V con respecto a tierra. Si la armazón del motor no está puesta a tierra debe aislarse permanente y efectivamente de tierra.

**430-143. Motores portátiles.** Las armazones de los motores portátiles que funcionan a más de 150 V con respecto a tierra deben estar resguardadas o puestas a tierra.

**NOTA 1:** Véase la sección 250-45 (d) para la puesta a tierra de artefactos portátiles en locales que no sean residenciales.

**NOTA 2:** Véase 250-59 (b) para el color del aislamiento del conductor puesto a tierra.

**430-144. Controladores.** Las cubiertas o gabinetes de los controladores deben ponerse a tierra, cualquiera que sea su tensión eléctrica de operación. Deben tener medios para hacer la conexión del conductor de puesta a tierra de equipo de acuerdo con lo establecido en 250-113.

***Excepción 1:*** *Las cubiertas o gabinetes de equipo portátil no-puesto a tierra.*

***Excepción 2:*** *Las tapas o placas de desconectadores tipo balancín o de palanca.*

**430-145. Método de puesta a tierra.** Donde sea necesaria la puesta a tierra debe hacerse de la manera especificada en el Artículo 250.

**a) Puesta a tierra por medio de las cajas de terminales.** Cuando el alambrado a motores fijos sea hecho dentro de canalizaciones metálicas o utilizando cable con cubierta metálica, deben instalarse cajas de conexiones para alojar las terminales del motor, y el blindaje de los cables o las canalizaciones metálicas debe conectarse a ellas como se especifica en el Artículo 250.

**NOTA:** Véase 430-12 (e) para medios de puesta a tierra en las cajas de terminales del motor.

**b) Separación entre la caja de empalmes y el motor.** La caja de empalmes a que se refiere el inciso anterior podrá tener una separación del motor no-mayor a 1,8 m siempre que los conductores terminales que van al motor sean cable tipo AC, cordón armado o conductores trenzados dentro de tubos *(conduit)* metálicos flexibles herméticos a los líquidos, no-metálicos, metálicos flexibles, metálicos tipo pesado, semipesado o ligero de tamaño nominal no-menor a 10 mm de diámetro, conectándose la armadura del cable o la canalización, tanto a la caja como al motor. Cuando se utilicen conductores terminales trenzados protegidos como se especifica antes, no deben ser de tamaño nominal mayor de 5,260 $mm^2$ (10 AWG) y deben cumplir con los otros requisitos de esta NOM para conductores en canalizaciones.

Se permite el uso de tubo *(conduit)* flexible a prueba de líquidos o tipo pesado no-metálico para conducir las terminales de conexión al motor, siempre que el conductor de puesta a tierra esté conectado a ambos extremos, el motor y la caja.

**c) Puesta a tierra de los dispositivos instalados en el controlador.** Los secundarios de transformadores de instrumentos, las partes metálicas expuestas que no conducen corriente eléctrica u otras partes conductoras o cajas de transformadores de instrumentos, medidores y relés, deben ser puestos a tierra como se especifica en 250-121 a 250-125.

**M. Tablas**

**Tabla 430-147. Corriente eléctrica a plena carga (A) de motores de c.c.**

| kW | CP | Tensión eléctrica nominal de armadura | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 120 V | 240 V | 500 V |
| 0,186 | 1/4 | 3,1 | 1,6 | |
| 0,248 | 1/3 | 4,1 | 2,0 | |
| 0,373 | 1/2 | 5,4 | 2,7 | |
| 0,560 | 3/4 | 7,6 | 3,8 | |
| 0,746 | 1 | 9,5 | 4,7 | |
| 1,119 | 1-½ | 13,2 | 6,6 | |
| 1,49 | 2 | 17,0 | 8,5 | 13,6 |
| 2,23 | 3 | 25,0 | 12,2 | 18,0 |
| 3,73 | 5 | 40,0 | 20,0 | 27,0 |
| 5,60 | 7-½ | 58,0 | 29,0 | 34,0 |
| 7,46 | 10 | 76,0 | 38,0 | 43,0 |
| 11,19 | 15 | | 55,0 | 51,0 |
| 14,92 | 20 | | 72,0 | 67,0 |
| 18,65 | 25 | | 89,0 | 83,0 |
| 22,38 | 30 | | 106,0 | 99,0 |
| 29,84 | 40 | | 140,0 | 123,0 |
| 37,3 | 50 | | 173,0 | 164,0 |
| 44,76 | 60 | | 206,0 | 205,0 |
| 55,95 | 75 | | 255,0 | 246,0 |
| 74,60 | 100 | | 341,0 | 330,0 |
| 93,25 | 125 | | 425,0 | |
| 119,90 | 150 | | 506,0 | |
| 149,20 | 200 | | 675,0 | |
| * son valores promedio en c.c. | | | | |

**Tabla 430-148. Corriente eléctrica a plena carga (A) de motores monofásicos de c.a.**

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad, en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos. Las tensiones eléctricas listadas son nominales de motores. Las corrientes eléctricas listadas deben utilizarse para tensiones eléctricas de sistemas en los intervalos de 110 V hasta 120 V y 220 hasta 240 V.

| kW | CP | 115 V | 127 V | 208 V | 230 V |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,124 | 1/6 | 4,4 | 4,0 | 2,4 | 2,2 |
| 0,186 | 1/4 | 5,8 | 5,3 | 3,2 | 2,9 |
| 0,248 | 1/3 | 7,2 | 6,5 | 4 | 3,6 |
| 0,373 | 1/2 | 9,8 | 8,9 | 5,4 | 4,9 |
| 0,559 | 3/4 | 13,8 | 11,5 | 7,6 | 6,9 |
| 0,746 | 1 | 16 | 14,0 | 8,8 | 8 |
| 1,119 | 1-½ | 20 | 18,0 | 11 | 10 |
| 1,49 | 2 | 24 | 22,0 | 13,2 | 12 |
| 2,23 | 3 | 34 | 31,0 | 18,7 | 17 |
| 3,73 | 5 | 56 | 51,0 | 30,8 | 28 |
| 5,60 | 7-½ | 80 | 72,0 | 44 | 40 |
| 7,46 | 10 | 100 | 91,0 | 55 | 50 |

### Tabla 430-149. Corriente a plena carga (A), de motores a dos fases de c. a. (cuatro hilos)

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga corresponden a motores que funcionan a las velocidades normales de motores con bandas y a motores con par normal. Los motores construidos especialmente para baja velocidad o alto par, pueden tener corrientes eléctricas mayores. Los motores de varias velocidades tienen corriente eléctrica que varía con la velocidad, en cuyo caso se debe utilizar las corrientes eléctricas nominales que indique su placa de características. La corriente eléctrica del conductor común de los sistemas de dos fases tres hilos será de 1,41 veces el valor dado.

Las tensiones eléctricas son las nominales de los motores. Las corrientes eléctricas listadas son las permitidas para instalaciones a 110 - 120 V, 220 - 240 V, 440 - 480 V y 550 - 600 V y 2200V - 2 400V.

| kW | CP | MOTORES DE INDUCCIÓN DE JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO (A) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 115 V | 230 V | 460 V | 575 V | 2 300 V |
| 0,373 | ½ | 4<br>4.8<br>6.4 | 2<br>2.4<br>3.2 | 1<br>1.2<br>1.6 | 0,8<br>1.0<br>1.3 | |
| 1,119 | 1 ½ | 9<br>11.8 | 4,5<br>5.9<br>8.3 | 2,3<br>3<br>4.2 | 1,8<br>2.4<br>3.3 | |
| 3,73 | 5 | | 13,2<br>19<br>24 | 6,6<br>9<br>12 | 5.3<br>8<br>10 | |
| 11,19 | 15 | | 36<br>47<br>59 | 18<br>23<br>29 | 14<br>19<br>24 | |
| 22,38 | 30 | | 69<br>90<br>113 | 35<br>45<br>56 | 28<br>36<br>45 | |
| 44,76 | 60 | | 133<br>166<br>218 | 67<br>83<br>109 | 53<br>66<br>87 | 14<br>18<br>23 |
| 93,25 | 125 | | 270<br>312<br>416 | 135<br>156<br>208 | 108<br>125<br>167 | 28<br>32<br>43 |

**Tabla 430-150 Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.**

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga son típicos para motores que funcionen a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par pueden requerir corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples deben tener una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos. Las tensiones eléctricas listadas son nominales de motores. Las corrientes listadas deben usarse para sistemas de tensiones eléctricas nominales de 110 V hasta 120 V, 220 V hasta 240 V, 440 V hasta 480 V y 550 V hasta 600 V.

| kW | CP | Motor de inducción Jaula de ardilla y rotor devanado (A) | | | | | | | Motor síncrono, con factor de potencia unitario (A) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | V | | | | | | | | | | |
| | | 115 | 200 | 208 | 230 | 460 | 575 | 2300 | 230 | 460 | 575 | 2300 |
| 0,373 | 1/2 | 4,4 | 2,5 | 2,4 | 2,2 | 1,1 | 0,9 | | | | | |
| 0,560 | 3/4 | 6,4 | 3,7 | 3,5 | 3,2 | 1,6 | 1,3 | | | | | |
| 0,746 | 1 | 8,4 | 4,8 | 4,6 | 4,2 | 2,1 | 1,7 | | | | | |
| 1,119 | 1-½ | 12,0 | 6,9 | 6,6 | 6,0 | 3,0 | 2,4 | | | | | |
| 1,49 | 2 | 13,6 | 7,8 | 7,5 | 6,8 | 3,4 | 2,7 | | | | | |
| 2,23 | 3 | | 11,0 | 10,6 | 9,6 | 4,8 | 3,9 | | | | | |
| 3,73 | 5 | | 17,5 | 16,7 | 15,2 | 7,6 | 6,1 | | | | | |
| 5,6 | 7-½ | | 25,3 | 24,2 | 22 | 11 | 9 | | | | | |
| 6,46 | 10 | | 32,2 | 30,8 | 28 | 14 | 11 | | | | | |
| 11,19 | 15 | | 48,3 | 46,2 | 42 | 21 | 17 | | | | | |
| 14,92 | 20 | | 62,1 | 59,4 | 54 | 27 | 22 | | 53 | 26 | 21 | |
| 18,65 | 25 | | 78,2 | 74,8 | 68 | 34 | 27 | | | | | |
| 22,38 | 30 | | 92 | 88 | 80 | 40 | 32 | | 63 | 32 | 26 | |
| 29,84 | 40 | | 120 | 114 | 104 | 52 | 41 | | 83 | 41 | 33 | |
| 37,3 | 50 | | 150 | 143 | 130 | 65 | 52 | | 104 | 52 | 42 | |
| kW | CP | Motor de inducción Jaula de ardilla y rotor devanado (A) | | | | | | | Motor síncrono, con factor de potencia unitario (A) | | | |
| | | V | | | | | | | | | | |
| | | 115 | 200 | 208 | 230 | 460 | 575 | 2300 | 230 | 460 | 575 | 2300 |
| 44,76 | 60 | | 177 | 169 | 154 | 77 | 62 | 16 | 123 | 61 | 49 | 12 |
| 55,95 | 75 | | 221 | 211 | 192 | 96 | 77 | 20 | 155 | 78 | 62 | 15 |
| 74,60 | 100 | | 285 | 273 | 248 | 124 | 99 | 26 | 202 | 101 | 81 | 20 |
| 93,25 | 125 | | 359 | 343 | 312 | 156 | 125 | 31 | 253 | 126 | 101 | 25 |
| 119,9 | 150 | | 414 | 396 | 360 | 180 | 144 | 37 | 302 | 151 | 121 | 30 |
| 149,2 | 200 | | 552 | 528 | 480 | 240 | 192 | 49 | 400 | 201 | 161 | 40 |
| 186,5 | 250 | | | | | 302 | 242 | 60 | | | | |
| 223,8 | 300 | | | | | 361 | 289 | 72 | | | | |
| 261,1 | 350 | | | | | 414 | 336 | 83 | | | | |
| 298,4 | 400 | | | | | 477 | 382 | 95 | | | | |
| 335,7 | 450 | | | | | 515 | 412 | 103 | | | | |
| 373 | 500 | | | | | 590 | 472 | 118 | | | | |

Para factor de potencia de 90% y 80%, las cantidades anteriores deben multiplicarse por 1,1 y 1,25 respectivamente.

**Tabla 430-151 A. Conversión de corriente eléctrica máxima a rotor bloqueado para motores monofásicos para la selección de controladores y medios de desconexión de acuerdo con la tensión eléctrica nominal y potencia nominal en kW**

(Para ser utilizada solamente con las Secciones 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8(c))

| KW | CP | Corriente máxima a rotor bloqueado (1 fase) A | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 115 V | 208 V | 230 V |
| 0,373 | 1/2 | 58,8 | 32,5 | 29,4 |
| 0,560 | 3/4 | 82,8 | 45,8 | 41,4 |
| 0,746 | 1 | 96 | 53 | 48 |
| 1,119 | 1-½ | 120 | 66 | 60 |
| 1,49 | 2 | 144 | 80 | 72 |
| 2,23 | 3 | 204 | 113 | 102 |
| 3,73 | 5 | 336 | 186 | 168 |
| 5,60 | 7-½ | 480 | 265 | 240 |
| 7,46 | 10 | 600 | 332 | 300 |

**Tabla 430-151 B. Conversión de corriente eléctrica máxima a rotor bloqueado para motores polifásicos, diseños B, C, D y E para la selección de controladores y medios de desconexión de acuerdo con la tensión eléctrica nominal y potencia nominal en kW. (Para ser utilizada solamente con las secciones 430-110, 440-12, 440-41, y 455-8(c))**

| KW | CP | Corriente eléctrica máxima a rotor bloqueado (2 y 3 fases y diseños B, C, D y E) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 115 V | | 200 V | | 208 V | | 230 V | | 460 V | | 575 V | |
| | | B, C, D | E | B, C, D | E | B, C, D | E | B, C, D | E | B, C, D | E | B, C, D | E |
| 0,373 | 1/2 | 40 | 40 | 23 | 23 | 22,1 | 22,1 | 20 | 20 | 10 | 10 | 8 | 8 |
| 0,560 | 3/4 | 50 | 50 | 28,8 | 28,8 | 27,6 | 27,6 | 25 | 25 | 12,5 | 12,5 | 10 | 10 |
| 0,746 | 1 | 60 | 60 | 34,5 | 34,5 | 33 | 33 | 30 | 30 | 15 | 15 | 12 | 12 |
| 1,119 | 1-½ | 80 | 80 | 46 | 46 | 44 | 44 | 40 | 40 | 20 | 20 | 16 | 16 |
| 1,49 | 2 | 100 | 100 | 57,5 | 57,5 | 55 | 55 | 50 | 50 | 25 | 25 | 20 | 20 |
| 2,23 | 3 | | | 73,6 | 84 | 71 | 81 | 64 | 73 | 32 | 36,6 | 25,6 | 29,2 |
| 3,73 | 5 | | | 105,8 | 140 | 102 | 135 | 92 | 122 | 46 | 61 | 36,8 | 48,8 |
| 5,60 | 7-½ | | | 146 | 210 | 140 | 202 | 127 | 183 | 63,5 | 91,5 | 50,8 | 73,2 |
| 7,46 | 10 | | | 186,3 | 259 | 179 | 249 | 162 | 225 | 81 | 113 | 64,8 | 90 |
| 11,19 | 15 | | | 267 | 388 | 257 | 373 | 232 | 337 | 116 | 169 | 93 | 135 |
| 14,92 | 20 | | | 334 | 516 | 321 | 497 | 290 | 449 | 145 | 225 | 116 | 180 |
| 18,65 | 25 | | | 420 | 646 | 404 | 621 | 365 | 562 | 183 | 281 | 146 | 225 |
| 22,38 | 30 | | | 500 | 775 | 481 | 745 | 435 | 674 | 218 | 337 | 174 | 270 |
| 29,84 | 40 | | | 667 | 948 | 641 | 911 | 580 | 824 | 290 | 412 | 232 | 330 |
| 37,3 | 50 | | | 834 | 118 | 802 | 113 | 725 | 1030 | 363 | 515 | 290 | 412 |
| 44,76 | 60 | | | 1001 | 5 | 962 | 9 | 870 | 1236 | 435 | 618 | 348 | 494 |
| 55,95 | 75 | | | 1248 | 142 | 1200 | 136 | 1085 | 1545 | 543 | 773 | 434 | 618 |
| 74,60 | 100 | | | 1668 | 1 | 1603 | 7 | 1450 | 1873 | 725 | 937 | 580 | 749 |
| 93,25 | 120 | | | 2087 | 177 | 2007 | 170 | 1815 | 2341 | 908 | 1171 | 726 | 936 |
| 119,9 | 150 | | | 2496 | 7 | 2400 | 8 | 2170 | 2809 | 1085 | 1405 | 868 | 1124 |
| 149,2 | 200 | | | 3335 | 215 | 3207 | 207 | 2900 | 3745 | 1450 | 1873 | 1160 | 1498 |
| 186,5 | 250 | | | | 4 | | 1 | | | 1825 | 2344 | 1460 | 1875 |
| 223,8 | 300 | | | | 269 | | 258 | | | 2200 | 2809 | 1760 | 2247 |
| 261,1 | 350 | | | | 2 | | 9 | | | 2550 | 3277 | 2040 | 2622 |
| 298,4 | 400 | | | | 323 | | 310 | | | 2900 | 3745 | 2320 | 2996 |
| 335,7 | 450 | | | | 0 | | 6 | | | 3250 | 4214 | 2600 | 3371 |
| 373 | 500 | | | | 430 | | 414 | | | 3625 | 4682 | 2900 | 3746 |
| | | | | | 7 | | 1 | | | | | | |

**Tabla 430-152. Valor nominal máximo o ajuste para el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado del motor**

| Por ciento de la corriente eléctrica a plena carga | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tipo de motor | Fusible sin retardo de tiempo** | Fusible de dos elementos** (con retardo de tiempo) | Interruptor automático de disparo instantáneo | Interruptor automático de tiempo inverso* |
| Motores monofásicos | 300 | 175 | 800 | 250 |
| Motores de CA, polifásicos, que no sean de rotor devanado.<br>Jaula de ardilla<br>Otros que no sean diseño E<br>Diseño E | <br>300<br>300 | <br>175<br>175 | <br>800<br>1100 | <br>250<br>250 |
| Motores síncronos + | 300 | 175 | 800 | 250 |
| Rotor devanado | 150 | 150 | 800 | 250 |
| c.c. (tensión eléctrica constante) | 150 | 150 | 250 | 150 |

Para ciertas excepciones a los valores especificados, véase 430-52 hasta 430-54.

* Los valores dados en la última columna comprenden también las capacidades de los tipos no-ajustables de tiempo inverso, los cuales pueden modificarse como se indica en 430-52.

** Los valores en la columna para fusible sin retardo de tiempo aplican para fusibles Clase CC con retardo de tiempo.

\+ Los motores síncronos de bajo par de arranque y baja velocidad (comúnmente 450 RPM o menos), como son los empleados para accionar compresores reciprocantes, bombas, etc., que arrancan en vacío, no requieren una capacidad de fusible o un ajuste mayor a 200% de la corriente eléctrica a plena carga.

## ARTÍCULO 440 - EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACIÓN

### A. Disposiciones generales

**440-1. Alcance** Los requisitos de este Artículo se aplican a equipo de aire acondicionado y de refrigeración accionado por motor eléctrico y a los circuitos derivados y a los controles del equipo. Se aplica a las condiciones especiales necesarias para los circuitos que alimentan a unidades selladas y a cualquier equipo de aire acondicionado o de refrigeración conectado a un circuito derivado individual que alimenta a una unidad sellada.

**440-2. Definiciones**

**Corriente eléctrica para selección del circuito derivado:** La corriente eléctrica de selección del circuito derivado es el valor en A que se debe usar en lugar de la corriente eléctrica nominal para determinar el tamaño nominal de los conductores del circuito derivado del motor, medios de desconexión, controles y dispositivos de protección de corto-circuito y de falla a tierra, donde quiera que el dispositivo de protección de sobrecarga permita una corriente eléctrica sostenida mayor que el por ciento especificado de la corriente eléctrica nominal. El valor de la corriente eléctrica de selección del circuito derivado debe ser siempre igual o mayor que la corriente eléctrica nominal marcada en el equipo

**Motor-compresor refrigerante hermético:** En una combinación consistente de un compresor y motor encerrados en el mismo recipiente sin eje externo o sello de eje, el motor opera dentro del medio refrigerante.

**Corriente eléctrica nominal:** La corriente eléctrica nominal para un motor de un compresor refrigerante hermético es la corriente resultante cuando está trabajando a la carga, tensión eléctrica y frecuencia nominales del equipo que acciona.

**440-3. Otros artículos**

**a) Artículo 430.** Estos requisitos son adicionales o reemplazan los requisitos del Artículo 430 y de otros Artículos de esta NOM que sean aplicables, excepto cuando sean modificados por este Artículo.

**b) Artículos 422, 424 o 430.** Los requisitos de los Artículos 422, 424 o 430, cuando sea el caso, deben aplicarse a equipo de aire acondicionado y de refrigeración que no incorpore una unidad sellada.

Algunos ejemplos de estos equipos son los dispositivos que utilizan compresores de refrigeración accionados por motores convencionales, hornos con serpentines evaporadores de aire acondicionado, unidades manejadoras de aire, capacitores remotos enfriados por aire a circulación forzada, refrigeradores comerciales remotos, etcétera.

**c) Artículo 422.** Los dispositivos tales como equipo de aire acondicionado para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, aparatos eléctricos enfriadores de agua potable y surtidores de bebidas, se deben considerar como aparatos eléctricos y se les aplica también los requisitos del Artículo 422.

**d) Otros artículos aplicables.** Los circuitos, controles y equipo deben también cumplir con los requisitos que les sean aplicables indicados a continuación:

| | |
|---|---|
| Capacitores | Sección 460-9 |
| Talleres de servicio, hangares de aviación, surtidores y estaciones de servicio y plantas de almacenamiento de gasolina proceso de acabado y locales de anestesia por inhalación | Artículos 511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte D |
| Lugares peligrosos (clasificados) | Artículos 500 a 503 |
| Estudios de cine, televisión y locales similares | Artículo 530 |
| Resistencias y reactores | Artículo 470 |

**440-4. Placa de datos de motores de compresores refrigerantes herméticos y equipos**

**a) Placa de datos de un motor de compresor refrigerante hermético.** Un motor de compresor refrigerante hermético debe estar provisto de una placa de datos que indique el nombre del fabricante, la marca de fábrica o el símbolo, identificación, número de fases, tensión eléctrica y la frecuencia. El fabricante debe indicar la corriente eléctrica de carga nominal en A del motor de compresor refrigerante hermético, sea en la placa de datos de la unidad o en la del equipo en el cual dicha unidad se utiliza o en ambas. La corriente eléctrica de rotor bloqueado para cada motor de compresor refrigerante hermético monofásico que tenga una corriente eléctrica de carga nominal mayor de 9 A en 115 a 127 V o de 4,5 A en 208 a 220 V y en cada unidad sellada polifásica, se debe marcar en la placa de datos de la misma. Cuando se utilice un protector térmico que cumpla con: (a)(2) y (b)(2) de la Sección 440-52, se debe indicar en la placa de datos del motor-compresor refrigerante hermético o en la del equipo, con las palabras "protegido térmicamente".

Donde se proporciona un sistema con protección que cumple con las Secciones 440-52 (a)(4) y (b)(4) y se usa con el equipo, la placa de datos debe indicarlo con las palabras "sistema térmicamente protegido". Donde se especifique un sistema de protección que cumpla con las Secciones 440-52 (a)(4) y (b)(4), la placa de datos del equipo debe indicarlo apropiadamente.

**b) Equipo con varios motores y carga combinada.** El equipo con varios motores y carga combinada debe estar provisto de una placa de datos visible que indique el nombre del fabricante, tensión eléctrica y frecuencia nominales, número de fases, la capacidad de conducción de corriente mínima del circuito y valor máximo del dispositivo de protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra. La capacidad de conducción de corriente debe calcularse según se indica en la Parte D y teniendo en cuenta todos los motores y demás cargas que pudieran funcionar simultáneamente.

El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado no debe exceder el valor calculado según se indica en la parte C. El equipo con varios motores o de carga combinada que utilice dos o más circuitos, debe identificarse con la información indicada anteriormente para cada circuito.

***Excepción 1:*** *Equipo con varios motores y carga combinada que se ajuste a los requisitos de este Artículo para ser conectados a un solo circuito derivado de 15 o 20 A, 120 o 127 V, o 15 A, 208, 220 o 240 V, una fase, se permite que se identifique como una sola carga.*

***Excepción 2:*** *Los acondicionadores de aire previstos en la Parte G de este artículo.*

**c) Corriente eléctrica para selección de un circuito derivado.** El motor de un compresor refrigerante hermético o de equipo que contenga un compresor en el cual el sistema de protección aprobado para usarse con la unidad sellada que protege, permita una corriente eléctrica constante mayor que el por ciento de la corriente eléctrica de carga nominal especificada en la placa de datos indicado en (b) (2) o (b) (4) de la Sección 440-52, debe también identificarse con el valor de la corriente eléctrica para selección del circuito derivado que cumpla con (b) (2) o (b) (4) de la Sección 440-52. Estas indicaciones deben ser provistas por el fabricante y figurar en la o las placas de datos en las cuales aparece la corriente eléctrica de carga nominal.

**440-5. Marcado en los controladores**. Un dispositivo de control debe marcarse con el nombre del fabricante, marca de fábrica o símbolo, identificación, tensión eléctrica, fases, valor nominal de la corriente eléctrica de plena carga y de rotor bloqueado (o kW o CP), y otra información necesaria para la adecuada identificación de la unidad sellada a la cual se aplica.

**440-6. Capacidad de conducción de corriente y capacidad nominal.** Los conductores para el equipo indicado en este Artículo se seleccionan de las Tablas 310-16 a 310-19 o de acuerdo con lo indicado en 310-15. La capacidad de conducción de corriente requerida en los conductores y la capacidad nominal del equipo se determina como sigue:

**a) Motor de compresor refrigerante hermético.** En el caso de un motor de compresor refrigerante hermético la corriente eléctrica de carga nominal indicada en la placa de datos del equipo en el cual la unidad sellada se utiliza, es para determinar la capacidad de conducción de corriente o el valor de la corriente eléctrica de los medios de desconexión, de los conductores del circuito derivado, el controlador y las protecciones de cortocircuito y de falla a tierra, así como la protección de sobrecarga del motor. Donde la corriente eléctrica de carga nominal no está indicada en la placa de datos del equipo se utiliza la corriente eléctrica de carga nominal del compresor indicada en su propia placa. Para los medios de desconexión y los controladores véanse 440-12 y 440-41.

***Excepción 1:*** *Cuando así se indique, se debe utilizar la corriente eléctrica para selección del circuito derivado en lugar de la corriente eléctrica nominal de plena carga para determinar el valor nominal o la capacidad de conducción de corriente de los medios de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del control y de la protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra.*

***Excepción 2:*** *Según lo permitido en la Excepción 2 de 440-22 (b), para la protección de los circuitos derivados contra cortocircuitos y fallas a tierra de los equipos conectados con cordón y clavija.*

**b) Equipo con varios motores.** En el caso de equipos con varios motores que utilicen un motor para ventilador del tipo de inducción de polos sombreados o de inducción de fase dividida con capacitores, se usa la corriente eléctrica de plena carga de dicho motor indicada en la placa de datos del equipo en el cual el motor para ventilador esté utilizado, en lugar de la potencia nominal en kW o CP, para determinar la capacidad de conducción de corriente o el valor nominal de los medios de desconexión, los conductores del circuito derivado, el control, la protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra y la protección contra sobrecarga.

El valor de corriente eléctrica indicado en la placa de datos del equipo no debe ser menor que el valor de la corriente indicada en la placa de datos del motor del ventilador.

**440-7. Motor de potencia nominal más grande.** Para determinar el cumplimiento de este Artículo y de las Secciones 430-24, 430-53 (b), 430-53 (c) y 430-62 (a), se debe considerar que el motor de potencia más grande es el motor que tiene la corriente eléctrica de carga nominal más elevada. Cuando dos o más motores tienen la misma corriente eléctrica de carga nominal, solamente uno de ellos debe ser considerado como el motor de mayor potencia. Para motores que no sean unidades selladas y motores de ventiladores, tales como los cubiertos por la Sección 440-6 (b), la corriente eléctrica de plena carga utilizada para la determinación del motor de mayor potencia debe ser el valor equivalente que corresponde a la potencia nominal del motor en kW o CP, seleccionada según las Tablas 430-148 o 430-150.

***Excepción:*** *Cuando así se indique, debe usarse la corriente eléctrica para selección del circuito derivado en lugar de la corriente de carga nominal para determinar la unidad sellada de mayor potencia.*

**440-8. Máquina única.** Un sistema de aire acondicionado o de refrigeración debe considerarse como una sola máquina para aplicación de los requisitos establecidos en la Excepción de 430-87, y en 430-112, Excepción. Los motores pueden estar ubicados distantes uno del otro.

### B. Medios de desconexión

**440-11. Requisitos generales.** Los requisitos de la Parte B especifican los medios de desconexión con capacidad para desconectar un equipo de aire acondicionado y refrigeración, incluyendo los motores de compresor refrigerante hermético y los controladores del circuito que los alimenta. Véase el Diagrama 430-1.

**440-12. Capacidad nominal y capacidad interruptiva**

**a) Motores de compresor refrigerante hermético.** Un medio de desconexión que controla a una unidad sellada debe seleccionarse con base en la corriente eléctrica de carga nominal indicada en la placa de datos o con base en la corriente eléctrica para selección del circuito derivado, la que sea mayor, y de la corriente eléctrica de rotor bloqueado, respectivamente, de la unidad sellada tal como se indica a continuación:

**1)** La capacidad de corriente nominal debe ser por lo menos 115% de la corriente eléctrica de carga nominal indicada en la placa de datos o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor.

**2)** Para determinar los kW o CP equivalentes, en cumplimiento con los requisitos de la Sección 430-109, se determinan los kW o CP nominales de las Tablas 430-148 o 430-150, correspondientes a la corriente eléctrica de carga nominal o a la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor, y los kW o CP de las Tablas 430-151A o 430-151B correspondientes a la corriente eléctrica de rotor bloqueado. En caso de que la corriente eléctrica para selección del circuito derivado y la corriente eléctrica de rotor bloqueado no correspondan a las corrientes indicadas en las Tablas 430-148, 430-150 o 430-151A o 430-151B, se debe utilizar el valor siguiente más elevado de kW o CP. En caso de obtener valores nominales diferentes de kW o CP al aplicar estas tablas, se debe escoger un valor de kW o CP por lo menos igual al más grande de los valores obtenidos.

**b) Carga combinada.** Cuando se utilice una o más unidades selladas juntas o en combinación con otros motores o cargas, donde la carga combinada pueda ser simultánea en un mismo medio de desconexión, el valor nominal de la carga combinada se determina como sigue:

**1)** El valor nominal en kW o CP de todos los medios de desconexión se determina a partir de la suma de todas las corrientes, incluyendo cargas de resistencias en la condición de carga nominal y también en la condición de rotor bloqueado. La corriente eléctrica de carga nominal combinada y la corriente de rotor bloqueado combinada obtenidas de esta forma, se consideran como pertenecientes a un único motor para los efectos de este requisito, según se indica a continuación:

**a.** La corriente eléctrica de plena carga equivalente a los kW o CP nominales de cada motor, siempre que no se trate de unidades selladas en motores para compresores y ventiladores como los que están cubiertos en 440-6 (b), debe ser seleccionada de las Tablas 430-148 o 430-150. Estos valores de corriente eléctrica de plena carga se suman a la corriente o corrientes de carga nominal de las unidades selladas o a la corriente o corrientes para selección del circuito derivado, la que sea mayor, y al valor nominal en A de otras cargas para obtener una corriente de plena carga equivalente para la carga combinada.

**b.** La corriente eléctrica de rotor bloqueado equivalente a los kW o CP nominales de cada motor que no sea una unidad sellada, debe ser seleccionada de las Tablas 430-151A y 430-151B y para motores del tipo polos sombreados o de inducción de fase dividida con capacitor para ventiladores, identificados con la corriente eléctrica de rotor bloqueado, debe usarse el valor indicado. El valor de las corrientes de rotor bloqueado debe sumarse al valor de la corriente o corrientes de rotor bloqueado de la unidad sellada y a los valores nominales de corriente de otras cargas para obtener una corriente eléctrica de rotor bloqueado equivalente para la carga combinada. Cuando dos o más motores u otras cargas, tales como calentadores de resistencias, no puedan arrancar al mismo tiempo, se permite utilizar combinaciones adecuadas de corriente eléctrica con rotor bloqueado y corriente de carga nominal, o la corriente para seleccionar el circuito derivado, la que sea mayor, para determinar la corriente eléctrica equivalente de rotor bloqueado para la carga combinada simultánea.

***Excepción:*** *Cuando una parte de la carga concurrente es una carga de resistencia y los medios de desconexión constan de un interruptor con características indicadas en kW o CP y en A nominales, el desconectador utilizado puede tener un valor en kW o CP nominal no-menor a las cargas combinadas de la o las unidades selladas y otro u otros motores en la condición de rotor bloqueado, siempre que la corriente nominal del desconectador no sea menor que dichas cargas de rotor bloqueado más la carga resistiva.*

**2)** La capacidad de corriente nominal de los medios de desconexión debe ser por lo menos 115% de la suma de todas las corrientes en la condición de carga nominal, determinadas de acuerdo con lo indicado en 440-12 (b) (1).

**c) Motores-compresores pequeños.** Para motores-compresores pequeños que no tengan la corriente eléctrica de rotor bloqueado indicada en la placa de datos o para motores pequeños que no están cubiertos por las Tablas 430-147, 430-148 o 430-150, la corriente de rotor bloqueado debe estimarse en un valor igual a seis veces la corriente de carga nominal. Véase 440-3 (a).

**d) Todos los desconectadores.** Cada medio de desconexión del circuito de la unidad sellada entre el punto de conexión al alimentador y el punto de conexión a la unidad sellada, debe cumplir con los requisitos indicados en 440-12.

**e) Valores nominales de los medios de desconexión que excedan 74,6 kW (100 CP).** Cuando la corriente eléctrica de carga nominal o de rotor bloqueado, determinada según lo establecido anteriormente, indique la necesidad de medios de desconexión que excedan 74,6 kW (100 CP), deben aplicarse los requisitos indicados en la Excepción 4 de 430-109.

**440-13. Equipos conectados con cordón.** Para equipos conectados con cordón, tales como de aire acondicionado para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y aparatos eléctricos

expendedores de bebidas, se permite utilizar como medio de desconexión un conectador separable o un receptáculo y clavija. Véase 440-63.

**440-14. Ubicación.** Los medios de desconexión deben ser visibles y fácilmente accesibles desde el aparato eléctrico de aire acondicionado o equipo de refrigeración. Pueden ser instalados sobre o dentro del equipo de aire acondicionado o de refrigeración.

***Excepción:*** *Artefactos conectados con cordón y clavija.*

**NOTA:** Véanse las Partes G e I del Artículo 430 para requisitos adicionales.

**C. Protección de los circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra**

**440-21. Requisitos generales.** La Parte C establece requisitos para dispositivos destinados a proteger a los conductores de los circuitos derivados, aparatos de control y equipo en los circuitos que alimentan a los motores de compresor refrigerante hermético contra sobrecorrientes debidas a cortocircuito y falla a tierra. Son adicionales o prevalecen sobre los requisitos del Artículo 240.

**440-22. Aplicación y selección**

**a) Capacidad nominal o ajuste para unidades selladas individuales.** Los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado para los motores de compresores refrigerantes herméticos, deben ser capaces de transportar la corriente eléctrica de arranque del motor. Se considera que se ha obtenido la protección adecuada cuando este dispositivo tiene un valor nominal o de ajuste que no exceda 175% de la corriente eléctrica para selección del circuito derivado, cualquiera que sea mayor. En caso de que la protección especificada no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, el valor puede ser aumentado, pero no debe ser mayor de 225% de la corriente eléctrica de carga nominal del motor o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor.

***Excepción:*** *El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado no debe ser menor de 15 A.*

**b) Capacidad nominal o ajuste para equipo.** Los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado para equipo, deben ser capaces de transportar la corriente eléctrica de arranque del equipo. Cuando la única carga en el circuito sea una unidad sellada, la protección debe estar conforme con 440-22 (a). Cuando el equipo comprende más de una unidad sellada o un motor de compresor refrigerante hermético y otros motores u otras cargas, el equipo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del equipo debe estar conforme con 430-53 y con lo siguiente:

**1)** Cuando un motor de compresor refrigerante hermético sea la carga más grande conectada al circuito, la capacidad nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado no debe ser mayor que el valor especificado en 440-22 (a), para la unidad sellada más grande, más la suma de la corriente eléctrica de la carga nominal o la de selección del circuito derivado, la que sea mayor de la otra u otros motores de compresor refrigerante hermético y el valor nominal de las otras cargas alimentadas.

**2)** Cuando un motor de compresor refrigerante hermético no es la carga mayor conectada al circuito, la corriente eléctrica nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado no debe ser mayor que un valor igual a la suma de la corriente de carga nominal o la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor, los valores nominales de la unidad o unidades selladas más el valor especificado en 430-53(c) (4), cuando otras cargas de motores son alimentadas o el valor especificado en 240-3, cuando sólo se alimenten cargas que no son motores en adición a la o las unidades selladas.

***Excepción 1:*** *Equipo que arranca y funciona en circuitos derivados monofásicos de 15 o 20 A, 120 o 127 V o 15 A, 208, 220 o 240 V, se considera protegido por el dispositivo de protección contra sobrecorriente de 15 o 20 A que protege al circuito derivado, pero si la máxima capacidad nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado indicado sobre el equipo es menor que estos valores, el dispositivo de protección del circuito no debe exceder el valor indicado en la placa de datos del equipo.*

***Excepción 2:*** *Para la determinación de los requisitos del circuito derivado se deben utilizar los valores indicados en la placa de datos del equipo conectado con cordón y clavija, de tensión eléctrica nominal no-mayor de 250 V, monofásicos, tales como refrigeradores y congeladores domésticos, aparatos eléctricos enfriadores de agua potable, expendedores de bebidas, y cada unidad se debe considerar como de un solo motor, a menos que la placa de datos indique lo contrario.*

**c) Valores nominales de los dispositivos de protección que no excedan los valores del fabricante.** Cuando los valores nominales de los dispositivos de protección indicados en la tabla de elementos térmicos dada por el fabricante para ser utilizados en un controlador de motor, sean menores que la capacidad nominal o ajuste seleccionado según (a) y (b) de la Sección 440-22, el valor nominal del dispositivo de protección no debe ser mayor que el valor indicado por el fabricante.

**D. Conductores del circuito derivado**

**440-31. Requisitos generales.** Los requisitos de la parte D y del Artículo 310 especifican los tamaños nominales de los conductores necesarios para transportar la corriente eléctrica del motor en las condiciones especificadas sin calentamiento excesivo, excepto como se modifica en la Excepción 1 de 440-6 (a).

Los requisitos de esta Sección no aplican a los conductores que forman parte integral de motores, controladores de motores y equipo similar o a conductores que forman parte integral de equipos aprobados.

**NOTA:** Véanse 300-1(b) y 310-1 para requisitos similares.

**440-32. Una sola unidad sellada**. Los conductores de un circuito derivado que alimenten un solo motor de compresor refrigerante hermético deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a 125% de la corriente eléctrica de carga nominal de la unidad sellada o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor.

**440-33. Unidades selladas con cargas adicionales de motores o sin ellas.** Los conductores que alimenten una o más unidades con cargas adicionales de motores o sin ellas, deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la suma de valores de la corriente eléctrica de carga nominal o de la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor, de todas las unidades selladas, más la corriente de plena carga de los otros motores y más un 25% del mayor valor nominal del motor o de la unidad sellada del grupo.

***Excepción 1:*** *Cuando el circuito está bloqueado de manera que impide el arranque y funcionamiento de una segunda unidad de un motor de compresor refrigerante hermético o grupo de unidades, el tamaño nominal de los conductores debe determinarse con base en la unidad sellada o grupo de unidades selladas más grande que deban funcionar simultáneamente en un momento dado.*

***Excepción 2:*** *Los acondicionadores de aire de habitación como se indica en la Parte G del Artículo 440.*

**440-34. Carga combinada.** Los conductores que alimentan a una carga de motores de un compresor refrigerante hermético que sea adicional a una carga de alumbrado o aparatos eléctricos, según se indica en el Artículo 220 y en otras Secciones aplicables, deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para la carga de alumbrado o de artefactos más la requerida para la carga de las unidades selladas, determinada de acuerdo con lo indicado en 440-33 o, para una sola unidad sellada, de acuerdo con lo indicado en 440-32.

***Excepción:*** *Cuando el circuito está bloqueado de manera que impide el funcionamiento simultáneo de la unidad o de motores compresor refrigerante hermético y de todas las demás cargas conectadas, el tamaño nominal del conductor debe determinarse con base en el tamaño nominal mayor requerido por la unidad o unidades selladas y las otras cargas que deban funcionar simultáneamente en un momento dado.*

**440-35. Equipo de varios motores y de cargas combinadas.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten equipos de varios motores y de cargas combinadas no debe ser menor que la mínima capacidad de conducción de corriente del circuito marcada en el equipo, de acuerdo con lo indicado en 440-4 (b).

### E. Controladores para motores de compresor

**440-41. Capacidad nominal**

**a) Controlador del motor-compresor.** Un controlador de la unidad sellada debe tener al mismo tiempo una corriente eléctrica nominal de plena carga para servicio continuo y una corriente nominal de rotor bloqueado, no-menores que la corriente de carga nominal indicada en la placa de datos o que la corriente para selección del circuito derivado, la que sea mayor y, respectivamente, la corriente eléctrica de rotor bloqueado del compresor. (Véanse 440-6 y 440-7). En caso de que el controlador del motor esté dimensionado en kW o en CP, pero no lleve indicación de una o ambas corrientes nominales mencionadas anteriormente, los valores equivalentes de la corriente eléctrica deben ser determinados de acuerdo con las características nominales como se indica a continuación: úsense las Tablas 430-148 y 430-150, para determinar el valor nominal de la corriente equivalente de plena carga. Úsense las Tablas 430-151A 430-151B para determinar el valor nominal de la corriente eléctrica de rotor bloqueado.

**b) Controlador que sirve a más de una carga.** Un controlador que sirve a más de un motor-compresor o a una unidad y otras cargas; debe tener un valor nominal de corriente eléctrica de plena carga para servicio continuo y una corriente de rotor bloqueado, no-menores a la carga combinada según se determina en la Sección 440-12 (b).

### F. Protección contra sobrecarga de los motores-compresores y de los circuitos derivados

**440-51. Requisitos generales.** Los requisitos de la Parte F se aplican a los dispositivos destinados a proteger a los motores-compresores, a los aparatos de control de motores y a los conductores de los circuitos derivados contra calentamiento excesivo debido a sobrecargas del motor y fallas en el arranque. Véase 240-3 (e) a (h).

> **NOTA:** Una sobrecarga de un aparato accionado eléctricamente es una sobrecorriente de funcionamiento, la cual, si es mantenida por un periodo suficientemente largo, puede provocar daños o sobrecalentamientos peligrosos. No incluye cortocircuito o falla a tierra.

**440-52. Aplicación y selección**

**a) Protección al motor-compresor.** Cada motor-compresor debe estar protegido contra sobrecargas y fallas en el arranque por uno de los medios indicados a continuación:

**1)** Un relé de sobrecarga separado que sea adecuado para la corriente eléctrica de la unidad. Este dispositivo debe escogerse para disparar a no-más de 140% de la corriente de carga nominal de una unidad sellada.

**2)** Un protector térmico que forme parte integral de la unidad sellada, aprobado para usarse con la unidad sellada que protege, con objeto de evitar un sobrecalentamiento peligroso provocado por sobrecargas y fallas en el arranque.

Si el dispositivo que interrumpe la corriente eléctrica está separado del motor-compresor y su circuito de control está accionado por un dispositivo de protección que forma parte integral de dicha unidad, debe disponerse de manera que la abertura del circuito de control provoque la interrupción de la corriente hacia el motor- compresor.

**3)** Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso sensible a la corriente eléctrica del motor, el cual puede también servir como dispositivo de protección del circuito derivado contra cortocircuito y falla a tierra. Este dispositivo debe tener una capacidad nominal no-mayor a 125% de la corriente de carga nominal del motor-

compresor. Debe tener suficiente retardo de tiempo para permitir que el motor-compresor arranque y acelere su carga. El equipo o motor-compresor debe llevar identificación de la máxima capacidad de este fusible, del circuito derivado o de la capacidad nominal del interruptor automático de tiempo inverso.

**4)** Un sistema de protección suministrado o especificado y aprobado para usarse con el motor- compresor, el cual protege evitando el sobrecalentamiento peligroso del equipo provocado por sobrecargas y fallas en el arranque. Si el dispositivo de interrupción de corriente está separado de la unidad sellada y su circuito de control es accionado por un dispositivo de protección que no forma parte integral del dispositivo de interrupción de corriente, debe disponerse de tal manera que la abertura del circuito de control provoque la interrupción de la corriente eléctrica hacia la unidad sellada.

**b) Protección de los aparatos de control de unidades selladas y de los conductores de circuitos derivados.** El controlador del motor-compresor, los medios de desconexión y los conductores del circuito derivado deben estar protegidos contra sobrecorriente debida a sobrecargas en el motor y fallas en el arranque, por uno de los medios indicados a continuación, el cual puede ser el mismo dispositivo o sistema que protege a la unidad sellada de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a).

***Excepción:*** *Para unidades selladas y equipo en un circuito derivado monofásico de 15 o 20 A como se indica en 440-54 y 440-55.*

**1)** Un relé de sobrecarga seleccionado de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a)(1).

**2)** Un protector térmico aplicado de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a)(2) y que no permita una corriente eléctrica constante mayor de 156% de la corriente de carga nominal indicada o de la corriente para selección del circuito derivado.

**3)** Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso seleccionado de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a)(3).

**4)** Un sistema de protección de acuerdo con lo indicado en 440-52 (a)(4) y que no permita una corriente eléctrica constante mayor de 156% de la corriente de carga nominal indicada o de la corriente para selección del circuito derivado.

**440-53. Elementos térmicos de sobrecarga.** Los relés de sobrecarga y otros dispositivos para protección de motores contra sobrecarga, que no son capaces de interrumpir corrientes de cortocircuito, deben protegerse con fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso, de capacidad o ajuste de acuerdo con lo indicado en la Parte C, a menos que estén aprobados para ser instalados en grupo o para motores con devanado partido y que lleven la identificación de la capacidad máxima del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso por los cuales deben estar protegidos.

***Excepción:*** *La identificación del tamaño del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso puede ubicarse en la placa de datos del equipo aprobado en el cual se utilice el relé de sobrecarga u otros dispositivos de sobrecarga.*

**440-54. Motor-compresor y equipo en circuitos derivados de 15 o 20 A no-conectados por medio de cordón y clavija.** Para el motor-compresor y equipos utilizados en circuitos derivados monofásicos de 15 o 20 A en 120 V o 127 V, o 15 A en 208 V o 240 V, tal como se permite en el Artículo 210, se debe proveer protección contra sobrecarga como se indica en (a) y (b) a continuación.

**a) Protección contra sobrecarga.** El motor-compresor debe estar provisto de 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 aprobados para ser usados con el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado al cual el equipo está conectado.

**b) Retardo de tiempo.** El dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado al cual el motor-compresor está conectado, debe tener suficiente retardo de tiempo para permitir que el motor de la unidad y los otros motores arranquen y aceleren con carga.

**440-55. Motor-compresor y equipo en circuitos derivados de 15 o 20 A conectados por medio de cordón y clavija.** La protección contra sobrecarga del motor-compresor y de equipo conectados por medio del cordón y clavija y usados en circuitos derivados monofásicos de 15 o 20 A en 120 V, 127 V, o 15 A en 208 V, 220 V o 240 V, tal como se permite en el Artículo 210, puede ser como se indica a continuación:

**a) Protección contra sobrecarga.** El motor-compresor debe estar provisto de protección contra sobrecargas como se especifica en 440-52 (a). Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar aprobados para uso con el dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado al cual está conectado el equipo.

**b) Capacidad de la clavija y del receptáculo.** La capacidad de la clavija y del receptáculo no debe exceder 20 A en 120 o 127 V o 15 A en 250 V.

**c) Retardo de tiempo**. El dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra que protege al circuito derivado debe tener suficiente retardo como para permitir que el motor-compresor y otros motores arranquen y aceleren con carga sin que opere la protección.

### G. Requisitos para acondicionadores de aire para habitación

**440-60. Requisitos generales.** Los requisitos de la Parte G deben aplicarse a los acondicionadores de aire para habitación energizados eléctricamente que controlan la temperatura y la humedad. Para los efectos de la parte G, un acondicionador de aire para habitación (con o sin calefacción) debe considerarse como un artefacto de c.a. del tipo

ventana, consola o pared, instalado en el cuarto que se ventila y provisto de una o varias unidades selladas. La Parte G se aplica a los equipos monofásicos de tensión eléctrica no-mayor de 250 V y el equipo puede estar provistos de cordón y clavija.

Un acondicionador de aire para habitación que sea trifásico o con tensión eléctrica mayor de 250 V, debe conectarse por medio de una instalación del tipo indicado en el Capítulo 3 y no le aplican los requisitos de esta Parte G.

**440-61. Puesta a tierra.** Los acondicionadores de aire para habitación deben ser puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-42, 250-43 y 250-45.

**440-62. Requisitos para circuitos derivados**

**a) Acondicionadores de aire para habitación como unidad con un solo motor.** Un acondicionador de aire para habitación debe considerarse como una unidad de un solo motor al determinar los requisitos de su circuito derivado, cuando se cumplen las siguientes condiciones:

**1)** Está provisto de cordón y clavija.

**2)** Su capacidad no es mayor de 40 A y hasta 250 V y es monofásico.

**3)** La corriente eléctrica de carga nominal total está indicada en la placa de datos del acondicionador de aire, en lugar de la corriente individual del motor.

**4)** La capacidad nominal de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado no excede la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado o del receptáculo, la que sea menor.

**b) Donde no haya otras cargas conectadas.** La capacidad total especificada en la placa de datos de un acondicionador de aire para habitación del tipo cordón y clavija no debe exceder 80% de la capacidad de un circuito derivado donde no haya otras cargas adicionales.

**c) Donde haya unidades de alumbrado y/u otros artefactos conectados.** La capacidad total especificada de un acondicionador de aire para habitación del tipo de cordón y clavija no debe exceder 50% de la capacidad de un circuito derivado cuando esté alimentando también unidades de alumbrado u otros artefactos.

**440-63. Medios de desconexión.** Un cordón con clavija y un receptáculo pueden usarse como medios de desconexión de un acondicionador de aire para habitación monofásico de 250 V o menos, si:

**1)** Los controles manuales del acondicionador de aire son fácilmente accesible y están dentro de una altura de 1,83 m sobre el piso.

**2)** Se instala un desconectador de operación manual, en un lugar fácilmente accesible y a la vista desde el acondicionador de aire para habitación.

**440-64. Cordones de alimentación.** Cuando se utilicen cordones flexibles para alimentar un acondicionador de aire para habitación, su longitud no debe ser mayor de: (1) 3 m para un equipo de 120 o 127 V nominales o (2) 1,8 m para equipo de 208 V, 220 V o 240 V nominales.

## ARTÍCULO 445 - GENERADORES

**445-1. Alcance.** Los generadores y equipos asociados, así como su sistema de alambrado deberán cumplir, además de los requisitos de este Artículo, lo aplicable de los Artículos 230, 250, 695, 700, 701, 702 y 705.

**445-2. Ubicación.** Los generadores y equipo asociado deben ser adecuados para el local en que vayan a ser instalados. Deben cumplir además con los requisitos establecidos en 430-14.

Los generadores instalados en áreas clasificadas como peligrosas, deben cumplir con los requisitos aplicables de los Artículos 500 a 503, 510 a 517, 520 y 530.

**445-3. Marcado**. Cada generador debe tener una placa de datos en la que se indique, nombre del fabricante, frecuencia nominal, factor de potencia, número de fases para c.a., régimen nominal en kW o kVA, tensión y corriente eléctricas nominales y las revoluciones nominales por minuto, la clase de aislamiento, la temperatura ambiente nominal o el aumento de temperatura nominal y su tiempo nominal de funcionamiento.

**445-4. Protección contra sobrecorriente**

**a) Generadores de tensión eléctrica constante.** Los generadores deben estar protegidos por diseño contra sobrecargas, basándose en interruptores automáticos, fusibles, u otro medio aceptable que proporcione adecuada protección contra sobrecorriente. Se exceptúan los excitadores de los generadores de c.a.

**b) Generadores de dos hilos.** Se permite que los generadores de c.c. de dos hilos se protejan contra sobrecorriente en un solo conductor, si el dispositivo es accionado por la totalidad de la corriente eléctrica generada, excepto la corriente eléctrica del campo en derivación. El dispositivo de sobrecorriente no debe abrir el circuito del campo en derivación.

**c) Generadores para 65 V o menos.** Los generadores que funcionen a 65 V o menos, cuando se accionen por motores individuales, se considerarán protegidos por el dispositivo de sobrecorriente que protege al motor, si este dispositivo actúa cuando los generadores suministran no-más de 150% de su corriente eléctrica nominal de plena carga.

**d) Sistemas compensadores.** Los generadores de c.a. de dos hilos, asociados a sistemas de compensadores para obtener neutros para sistemas de tres hilos, deben estar equipados con dispositivos de sobrecorriente que deben desconectar el sistema de tres hilos en el caso de desequilibrio excesivo de tensión o de corriente eléctricas.

**e) Generadores de c.c. de tres hilos.** Los generadores de c.c. de tres hilos, ya sean en derivación o compuestos, deben equiparse con dispositivos de sobrecorriente, uno en cada terminal de cable de armadura, conectados para que sean accionados por toda la corriente de la misma. Dichos dispositivos deben formarse por un interruptor

automático, ya sea de dos polos y de dos bobinas o por uno de compensador y disparado por dos dispositivos de sobrecorriente, uno en cada terminal del cable de armadura. Tales dispositivos de protección deben tener bloqueo eléctrico de manera que ningún polo pueda abrirse sin desconectar simultáneamente del sistema ambas terminales del cable de armadura.

***Excepción a los incisos "(a)" hasta "(e)":*** *Cuando se considera que un generador es vital para la operación de un sistema eléctrico y el generador debe funcionar hasta fallar para evitarle a las personas riesgos mayores, al elemento detector de protección contra sobrecargas puede conectársele un indicador o una alarma supervisada por persona calificada en vez de interrumpir el circuito del generador.*

**445-5. Capacidad de conducción de corriente de los conductores.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de fase que van desde las terminales del generador al primer dispositivo de sobrecorriente, no debe ser menor a 115% de la corriente eléctrica de placa nominal del generador. El tamaño nominal del conductor neutro debe estar de acuerdo con lo indicado en 220-22. Los conductores que transportan corrientes de falla a tierra no deben ser de tamaño nominal inferior al requerido en 250-23 b).

***Excepción 1:*** *Cuando el diseño y la operación del generador impidan sobrecargas, la capacidad de conducción de corriente de los conductores no debe ser menor a 100% de la corriente eléctrica nominal, expresada en la placa de datos del generador.*

***Excepción 2:*** *Cuando las terminales del generador están conectadas de fábrica directamente a un dispositivo de sobrecorriente, que es una parte integral del grupo generador.*

***Excepción 3:*** *Los conductores puestos a tierra de generadores de corriente continua que deben soportar las corrientes eléctricas de falla, no deben ser de menor tamaño nominal al del mayor conductor activo.*

**445-6. Protección de las partes vivas.** Las partes vivas de los generadores que operen a más de 150 V respecto de tierra no deben estar expuestas a contacto accidental si son accesibles a personas no-calificadas.

**445-7. Resguardos para operadores.** Cuando la seguridad de los operadores lo requiera, debe cumplirse con los requisitos indicados en 430-133.

**445-8. Boquillas.** Cuando los conductores pasan por una abertura de un envolvente, caja de conexiones o por una barrera, debe usarse una boquilla para proteger a los conductores de los bordes agudos de la abertura. La boquilla debe ser lisa y de superficie perfectamente redondeada para estar en contacto con el conductor; si se usa donde pudiera haber aceite, grasa y otros contaminantes, debe ser de un material que no sufra deterioro.

## ARTÍCULO 450 - TRANSFORMADORES Y BÓVEDAS PARA TRANSFORMADORES

**450-1. Alcance.** Este Artículo se aplica a la instalación de transformadores.

***Excepción 1:*** *Transformadores de corriente.*

***Excepción 2:*** *Transformadores tipo seco que formen parte de aparatos y que cumplan con los requisitos de dichos aparatos.*

***Excepción 3:*** *Transformadores que sean parte integral de equipo de rayos X, de aparatos de alta frecuencia o de aparatos de revestimiento por proceso electrostático.*

***Excepción 4:*** *Transformadores utilizados en circuitos de clases 2 y 3 que cumplan con el Artículo 725.*

***Excepción 5:*** *Transformadores para rótulos luminosos y alumbrado de realce, que cumplan con lo establecido en el Artículo 600.*

***Excepción 6:*** *Transformadores para lámparas de descarga eléctrica que cumplan con el Artículo 410.*

***Excepción 7:*** *Transformadores para circuitos de alarmas contra incendio, de potencia limitada, que cumplan con la Parte C del Artículo 760.*

***Excepción 8:*** *Transformadores usados para la investigación, desarrollo o pruebas, cuando se provean de medios efectivos para proteger a las personas del contacto con partes energizadas.*

Las disposiciones establecidas en este Artículo aplican a la instalación de transformadores utilizados para las instalaciones de bombas contra incendio con las modificaciones que se indican en el Artículo 695.

Este Artículo se aplica además a la instalación de transformadores en lugares peligrosos (clasificados) con las modificaciones que indican los Artículos 501 a 503.

Estos requisitos se aplican a toda instalación nueva y a las modificaciones o ampliaciones de instalaciones ya existentes. En el caso de instalaciones temporales (que pueden requerirse en el proceso de construcción de fábricas o en subestaciones que estén siendo reestructuradas o reemplazadas), se puede eximir al usuario del cumplimiento de alguno de estos requisitos, de acuerdo con la justificación que exista para ello y siempre que se obtenga la debida seguridad por otros medios.

### A. Disposiciones generales

**450-2. Definiciones.** Para el propósito de este Artículo:

**Transformador:** La palabra “transformador” se entiende como un transformador individual de una o múltiples fases, identificado por una sola placa de datos a menos que se identifique de otra forma en este Artículo.

**450-3. Protección contra sobrecorriente.** La protección contra sobrecorriente de los transformadores debe cumplir con lo indicado en (a), (b) o (c) descritos a continuación. Se permite que el dispositivo de protección en el secundario consista de no más de seis interruptores automáticos o no más de seis juegos de fusibles agrupados en un solo lugar. Cuando se usen varios dispositivos contra sobrecorriente, el valor total de todas las capacidades o ajustes de estos dispositivos, no debe exceder el valor que se permita para un solo dispositivo de sobrecorriente. Si se instalan

tanto interruptores automáticos como fusibles, el valor total de todas las capacidades o ajustes de estos dispositivos, no debe exceder el valor que se permita para fusibles. Como se usa en esta Sección, la palabra "transformador" significa un transformador o un banco polifásico de dos o más transformadores monofásicos que operen como una unidad.

**NOTA 1:** Véanse 240-3, 240-21, 240-100 para la protección contra sobrecorriente de los conductores.

**NOTA 2:** Las cargas no lineales pueden incrementar la temperatura en el transformador, sin que su protección de sobrecorriente opere.

**a) Transformadores de tensión eléctrica nominal mayor a 600 V**

**1) Primario y secundario.** Cada transformador de más de 600 V nominales debe tener dispositivos de protección para el primario y para el secundario, de capacidad o ajuste para abrir a no-más de los valores anotados en la Tabla 450-3 (a)(1). Los fusibles que actúen electrónicamente y que puedan ajustarse para abrir con una corriente eléctrica específica, deben ajustarse de acuerdo con el valor de ajuste para los interruptores automáticos.

***Excepción 1:*** *Cuando la capacidad nominal del fusible requerido o el ajuste del interruptor automático no corresponda a la capacidad o ajuste normalizado, se permite usar el valor o ajuste normalizado próximo más alto.*

***Excepción 2:*** *Como se especifica en (a) (2) a continuación.*

**Tabla 450-3 (a)(1). Transformadores de más de 600 V**

| Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Primario | | | Secundario | | |
| Más de 600 V | | | Más de 600 V | | 600 V o menos |
| Impedancia del transformador | Ajuste del interruptor automático | Capacidad del fusible | Ajuste del interruptor automático | Capacidad del fusible | Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible |
| No-más del 6% | 600% | 300% | 300% | 250% | 125% |
| Más del 6% y no más del 10% | 400% | 300% | 250% | 225% | 125% |

**2) Instalaciones supervisadas.** Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado proporcionará servicio y controlará la instalación del transformador, se permite que la protección de sobrecorriente sea como se especifica en (a)(2)a.

**a. Primario.** Cada transformador de más de 600 V nominales debe estar protegido por un dispositivo individual de sobrecorriente en el lado del primario. Cuando se usen fusibles, su corriente eléctrica nominal continua no debe exceder 250% de la corriente primaria nominal del transformador. Cuando se usen interruptores automáticos o fusibles con actuadores electrónicos, deben ajustarse a no-más de 300% de la corriente primaria nominal del transformador.

***Excepción 1:*** *Cuando la capacidad nominal del fusible requerido o el ajuste del interruptor automático no correspondan a la capacidad o ajuste normalizado, se permite la capacidad o ajuste normalizado próximo superior.*

***Excepción 2:*** *No se requiere un dispositivo individual de sobrecorriente cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito primario proporciona la protección especificada en esta Sección.*

***Excepción 3:*** *Como se indica en (a) (2) b siguientes.*

**b. Primario y secundario.** Un transformador con tensión eléctrica nominal mayor a 600 V, que tenga un dispositivo de sobrecorriente en el secundario, de capacidad o ajuste para abrir no-mayor que los valores indicados en la Tabla 450-3(a)(2)b o un transformador equipado con una protección térmica coordinada contra sobrecarga proporcionada por el fabricante, no requiere tener un dispositivo de sobrecorriente individual en la conexión del primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador tenga la capacidad o esté calibrado para abrir a un valor de corriente eléctrica no-mayor a los valores anotados en la Tabla 450-3 (a)(2)b.

**Tabla 450-3 (a)(2)(b). Transformadores de más de 600 V en lugares supervisados**

| Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Primario | | | Secundario | | |
| Más de 600 V | | | Más de 600V | | 600 V o menos |
| Impedancia del transformador | Ajuste del interruptor automático | Capacidad del fusible | Ajuste del interruptor automático | Capacidad del fusible | Ajuste del interruptor automático o capacidad del fusible |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| No-más de 6% | 600% | 300% | 300% | 250% | 250% |
| Más de 6% y no más de 10% | 400% | 300% | 250% | 225% | 250% |

**b) Transformadores de tensión eléctrica de 600 V o menos.** La protección de sobrecorriente de los transformadores de 600 V, nominales o menos, debe cumplir con (1) o (2) siguientes**:**

**1) Primario.** Cada transformador con tensión eléctrica nominal de 600 V o menos, debe protegerse en el primario con un dispositivo de sobrecorriente individual con capacidad o ajustado a no-más de 125% de la corriente primaria nominal del transformador.

***Excepción 1:*** *Cuando la corriente primaria nominal de un transformador es de 9 A o mayor y 125% de esta corriente no corresponde a la capacidad nominal de un fusible o de un interruptor automático no-ajustable, se permite el valor nominal próximo superior indicado en la Sección 240-6. Cuando la corriente primaria nominal sea menor de 9 A, se permite que la capacidad o el ajuste del dispositivo de sobrecorriente sea de un valor no-mayor a 167% de la corriente primaria.*

Para corriente primaria nominal menor de 2 A se permite que la capacidad o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente sea de un valor no-mayor a 300%.

***Excepción 2:*** *No se requiere un dispositivo de sobrecorriente individual cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito primario proporciona la protección especificada en esta Sección.*

***Excepción 3:*** *Cuando el transformador esté instalado en un circuito de control de motores, de acuerdo con lo indicado en una de las excepciones de 430-72(c)*

***Excepción 4:*** *Lo indicado en (b)(2) siguiente.*

**2) Primario y secundario.** Un transformador de tensión eléctrica nominal de 600 V o menos, que tenga un dispositivo de sobrecorriente en el secundario, de capacidad o ajuste no-mayor de 125% la corriente nominal del secundario del transformador, no requiere tener un dispositivo de protección individual contra sobrecorriente en el lado del primario, si el dispositivo de sobrecorriente del alimentador primario tiene un valor nominal o está ajustado a un valor de corriente eléctrica no-mayor a 250% de la corriente nominal primaria del transformador.

Un transformador con tensión eléctrica nominal de 600 V o menos, equipado con una protección térmica contra sobrecarga coordinada dada por el fabricante y dispuesto para interrumpir la corriente eléctrica primaria, no requiere tener un dispositivo individual de sobrecorriente en el primario, si el dispositivo de sobrecorriente del alimentador primario tiene un valor nominal o se ajusta a un valor de corriente no-mayor a seis veces la corriente nominal del transformador, para transformadores con impedancia no-mayor a 6%, y no-mayor a cuatro veces la corriente nominal del transformador, para transformadores con impedancia mayor a 6% y no-más de 10%.

***Excepción:*** *Cuando la corriente nominal secundaria de un transformador es de 9 A o mayor y 125% de esta corriente no corresponde a un valor nominal de un fusible o de un interruptor automático no- ajustable, se permite escoger el valor próximo superior indicado en la Sección 240-6.*

Cuando la corriente nominal del secundario es menor de 9 A, se permite un dispositivo de sobrecorriente de valor nominal o de ajuste no-mayor a 167% del valor nominal de la corriente nominal secundaria.

**c) Transformadores de potencial.** Los transformadores de potencial instalados en interiores o en gabinetes deben protegerse con fusibles primarios.

**NOTA:** Para la protección de circuitos de instrumentos incluyendo transformadores de potencial, véase 384-32.

**450-4. Autotransformadores de 600 V nominales o menos**

**a) Protección contra sobrecorriente.** Cada autotransformador de 600 V nominales o menos debe protegerse por un dispositivo individual de protección contra sobrecorriente instalado en serie con cada conductor de fase en la entrada. Tal dispositivo de sobrecorriente debe tener un valor nominal o estar ajustado a no-más de 125% de la capacidad de corriente de entrada a plena carga del autotransformador. Un dispositivo de corriente no debe instalarse en serie con el devanado en derivación (el devanado común, tanto para los circuitos de entrada o de salida) del transformador entre los puntos A y B como se muestra en la Figura 450-4.

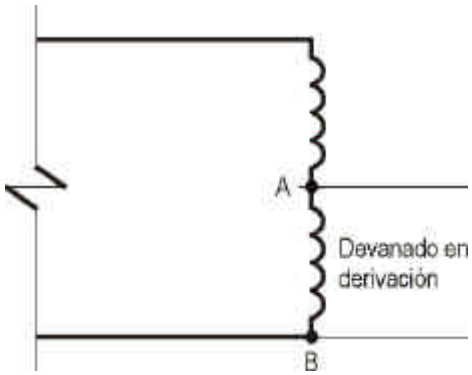



**Figura 450-4**

***Excepción:*** *Cuando la corriente eléctrica nominal de entrada de un autotransformador es de 9 A o más y 125% de esta corriente no corresponde a la capacidad nominal del fusible o del interruptor automático no- ajustable, se permite la capacidad nominal próxima superior descrita en la Sección 240-6 y debe instalarse un dispositivo de sobrecorriente ajustado a no-más de 167% de la corriente de entrada.*

**b) Transformador conectado en campo como autotransformador.** Un transformador conectado en campo como autotransformador debe estar identificado para usarse a la tensión eléctrica elevada.

**NOTA:** Para información sobre los usos permitidos de los autotransformadores, véase 210-9.

**450-5. Autotransformadores para conexión a tierra.** Los autotransformadores para conexión a tierra cubiertos por esta Sección son transformadores conectados en zig-zag o en T, conectados a sistemas trifásicos de tres hilos de fase, con el propósito de obtener un sistema de distribución de tres fases, cuatro hilos, o para proveer una referencia de neutro para fines de puesta a tierra. Tales autotransformadores deben tener una capacidad de corriente nominal de servicio continuo por fase y una para la corriente de servicio continuo del neutro.

**NOTA:** La corriente eléctrica de fase de un autotransformador de puesta a tierra es de 1/3 la del neutro.

**a) Sistema trifásico, cuatro hilos.** Un autotransformador de puesta a tierra usado para crear un sistema de distribución de tres fases, cuatro hilos, a partir de un sistema no aterrizado de tres fases, tres hilos, debe cumplir con lo siguiente:

**1) Conexiones.** El transformador debe conectarse directamente a los conductores de fase no-puestos a tierra y no debe ser controlado por un desconectador, ni provisto de una protección contra sobrecorriente independiente del desconectador principal y de la protección contra sobrecorriente de disparo común del sistema trifásico de cuatro hilos.

**2) Protección contra sobrecorriente.** Se debe instalar un dispositivo sensible a las sobrecorrientes, que provoque la apertura del interruptor principal o de la protección contra sobrecorriente de disparo común indicada en (a)(1) anterior, cuando la carga del autotransformador alcance o sobrepase 125% de la corriente nominal de fase o la del neutro. Se permite el retardo del disparo del dispositivo contra sobrecorrientes temporales, con el fin de asegurar el funcionamiento correcto de los dispositivos de protección del circuito derivado o del alimentador del sistema de cuatro hilos.

**3) Detector de fallas en transformadores.** Se debe prever un sistema de detección de fallas que provoque el disparo de un interruptor principal o del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común, para sistemas trifásicos de cuatro hilos, para proteger contra fallas internas o del funcionamiento en una sola fase.

**NOTA:** Esto puede lograrse con el uso de dos transformadores de corriente del tipo “dona” con conexión sustractiva, instalados para detectar y señalar cualquier desbalance de 50% o más de la corriente nominal en la alimentación del autotransformador.

**4) Capacidad.** El autotransformador debe tener una capacidad nominal de servicio continuo de corriente del neutro suficiente para soportar al máximo posible el desbalance de la corriente de carga en el neutro de un sistema de cuatro hilos.

**b) Referencia de tierra para dispositivos de protección contra fallas.** Un autotransformador de conexión a tierra que se utilice para que pueda manejar una cantidad especificada de corriente de falla para el funcionamiento de un dispositivo de protección, debe cumplir los requisitos siguientes:

**1) Capacidad.** El autotransformador debe tener una capacidad nominal de corriente del neutro suficiente para la corriente de falla a tierra especificada.

**2) Protección contra sobrecorriente.** Se debe colocar en el circuito derivado del autotransformador un dispositivo de protección contra sobrecorriente, de capacidad de cortocircuito adecuada, que abra simultáneamente todos los conductores de fase cuando es accionado y que tenga una capacidad nominal o de ajuste no-mayor a 125% de la capacidad de corriente del autotransformador o 42% de la capacidad de corriente de cualquiera de los dispositivos conectados en serie con la conexión del neutro y del autotransformador. Se permite un retardo de disparo para sobrecorrientes temporales para obtener el funcionamiento correcto de los

dispositivos de disparo que responda a fallas a tierra en el sistema principal, pero éste no debe exceder los valores que serían mayores que la capacidad de corriente de tiempo corto del autotransformador de puesta a tierra o de cualquiera de los dispositivos que puedan estar conectados en serie con la conexión del neutro.

**C) Referencia a tierra para amortiguar sobretensiones eléctricas transitorias.** Un autotransformador de conexión a tierra utilizado para limitar sobretensiones eléctricas transitorias debe ser de capacidad nominal adecuada y estar conectado de acuerdo con lo indicado en (a)(1) anterior.

**450-6. Enlace secundario.** Un enlace secundario es un circuito que opera a tensión eléctrica nominal de 600 V o menos entre fases, el cual conecta dos fuentes de alimentación o dos puntos de suministro de energía, tales como los secundarios de dos transformadores. El enlace puede estar formado por uno o más conductores por fase.

**a) Circuitos de enlace.** Los circuitos de enlace deben estar provistos de una protección en cada extremo contra sobrecorriente como lo especifica el Artículo 240 de esta NOM.

***Excepción:*** *Según las condiciones descritas en (a)(1) y (a (2) siguientes se permite que la protección contra sobrecorriente este de acuerdo con lo indicado en (a)(3) que se describe adelante.*

**1) Cargas conectadas solamente en los puntos de alimentación del transformador.** Cuando todas las cargas están conectadas en los puntos de alimentación del transformador en cada extremo del enlace, y la protección contra sobrecorriente no está provista de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240, la capacidad nominal de conducción de corriente del enlace no debe ser menor de 67% de la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad conectado al sistema de enlace del secundario.

**2) Cargas conectadas entre los puntos de alimentación del transformador.** Cuando las cargas están conectadas al enlace en cualquier punto entre los puntos de alimentación del transformador y no se ha provisto protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240, la capacidad nominal de conducción de corriente del enlace no debe ser menor de 100% de la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad conectado al sistema de enlace del secundario.

***Excepción:*** *Lo que se indica en (a) (4) siguiente.*

**3) Protección del circuito de enlace.** En las condiciones descritas en (a)(1) y (a)(2) anteriores, ambos extremos de cada conductor de enlace deben estar equipados con un dispositivo de protección que opere a una temperatura predeterminada del conductor de enlace bajo condiciones de cortocircuito. Esta protección debe ser una de las siguientes: (1) un conectador de cable, borne o terminal fundibles, comúnmente conocido como un limitador, cada uno de tamaño nominal correspondiente al del conductor, de construcción y características de acuerdo con la tensión eléctrica utilizada y con el tipo de aislamiento de los conductores de enlace, o (2) interruptores accionados por dispositivos con características tiempo/corriente comparables.

**4) Conexión de los conductores de cada fase entre los puntos de alimentación del transformador.** Cuando el enlace está formado por más de un conductor por fase, los conductores de cada fase se deben conectar entre sí, con el fin de obtener un punto de alimentación de la carga y se debe prever la protección especificada en (a)(3) anterior en cada conductor de enlace a este punto.

***Excepción:*** *Se pueden conectar cargas a los conductores individuales de un enlace de conductores en paralelo sin conectar entre sí los conductores de cada fase y sin disponer de la protección especificada en (a)(3) en los puntos de conexión de la carga, si los conductores del enlace de cada fase tienen una capacidad combinada no-menor a 133% de la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad conectado al sistema de enlace del secundario; si la carga total de dichas derivaciones no es mayor que la corriente nominal del secundario del transformador de mayor capacidad, y si las cargas están igualmente repartidas sobre cada fase y sobre los conductores individuales de cada fase, hasta donde sea posible.*

**5) Control del circuito de enlace.** Cuando la tensión eléctrica de servicio sea mayor de 150 V con respecto a tierra, los enlaces del secundario equipados con limitadores deben tener un desconectador en cada extremo que, al operar, interrumpa el suministro de energía a los conductores de enlace asociados y a los limitadores. La capacidad de corriente del desconectador no debe ser menor que la capacidad de conducción de corriente de los conductores conectados al mismo. El desconectador debe ser capaz de interrumpir su corriente nominal y construido de forma que no opere por el efecto de las fuerzas magnéticas originadas por la corriente de cortocircuito.

**b) Protección contra sobrecorrientes de las conexiones en el secundario.** Cuando se utilicen enlaces en el secundario del transformador, se debe proveer en las conexiones del secundario de cada transformador un dispositivo de sobrecorriente de una capacidad o ajuste no-mayor a 250% de la corriente nominal del secundario de los transformadores; además, se debe instalar en la conexión secundaria de cada transformador un interruptor automático accionado por un relé de corriente inversa, ajustado para abrir el circuito a una intensidad no-mayor a la corriente nominal del secundario del transformador.

**450-7. Funcionamiento en paralelo.** Los transformadores pueden funcionar en paralelo y conectarse y desconectarse como una unidad, siempre que la protección contra sobrecorriente en cada transformador cumpla con los requisitos indicados en 450-3(a)(1) o 450-3(b)(2).

**450-8. Protección.** Los transformadores se deben proteger como se indica a continuación:

**a) Protección mecánica.** Deben tomarse todas las medidas para reducir a un mínimo la posibilidad de daño a los transformadores por causas externas, cuando estén expuestos a daño físico.

**b) Envolvente o cubierta.** Los transformadores de tipo seco deben estar dotados de una cubierta o envolvente resistente a la humedad e incombustible, que dé una protección razonable contra la entrada accidental de objetos extraños.

**c) Partes energizadas expuestas.** Los transformadores deben estar instalados de modo que las partes vivas estén resguardadas de acuerdo con lo indicado en 110-17 y 110-34.

**d) Advertencia de la tensión eléctrica.** La tensión eléctrica de operación de las partes vivas expuestas en las instalaciones de transformadores se deben indicar por medio de señales o marcas visibles sobre el equipo o estructuras.

**450-9. Ventilación.** La ventilación debe ser adecuada para disipar las pérdidas a plena carga del transformador, sin que se produzca un aumento de temperatura que exceda la nominal del transformador.

> **NOTA: E**n algunos transformadores pueden presentarse pérdidas adicionales, cuando estén presentes corrientes no-senoidales causando un incremento de temperatura dentro del transformador, por arriba de su valor nominal.
>
> Los transformadores con aberturas para ventilación deben instalarse de manera que no sean bloqueados por paredes u otras obstrucciones. Las separaciones necesarias deben estar marcadas claramente en el transformador.

**450-10. Puesta a tierra.** Las partes metálicas de las instalaciones de transformadores, que no transporten corriente y estén expuestas, incluyendo las cercas, resguardos, etc., se deben poner a tierra en las condiciones y en la forma prevista en el Artículo 250 para equipo eléctrico y para otras partes metálicas expuestas.

**450-11. Marcado.** Cada transformador debe estar provisto de una placa de datos en la que se indique el nombre del fabricante, la capacidad nominal en kVA; la frecuencia; la tensión eléctrica en el primario y en el secundario; la impedancia para transformadores de 25 kVA y mayores; el espacio requerido para transformadores con aberturas de ventilación, y la cantidad y clase de líquido aislante, cuando se use. La placa de cada transformador tipo seco debe indicar además la clase de temperatura para el sistema de aislamiento.

**450-12. Espacio de alambrado para terminales.** Debe proporcionarse el espacio para formar curvas, de las guías de línea o en carga del transformador fijo de 600 V o menos, de acuerdo con lo requerido en 373-6. El espacio de alambrado para empalmes torcidos debe estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 370-16 (b).

**450-13. Ubicación**. Los transformadores y bóvedas de transformadores deben ser fácilmente accesibles al personal calificado para inspección y mantenimiento.

***Excepción 1:*** *Los transformadores tipo seco de 600 V nominales o menos, localizados en espacio abierto sobre paredes, columnas o estructuras, no es necesario que estén fácilmente accesibles.*

***Excepción 2:*** *Los transformadores de tipo seco, de menos de 600 V nominales y que no excedan de 50 kVA, se permiten en espacios huecos de edificios, resistentes al fuego, que no estén permanentemente cerrados por estructuras, siempre y cuando se reúnan las condiciones de ventilación indicadas en 450-9. Los transformadores instalados de esta manera no se requiere que sean fácilmente accesibles*

A menos que sea especificado de otra manera en este Artículo, el término “resistente al fuego” se refiere a una construcción que tenga una resistencia al fuego de una hora como mínimo.

> **NOTA:** La ubicación de los diferentes tipos de transformadores está cubierta en la Parte B del Artículo 450. La ubicación de bóvedas de transformadores está cubierta en 450-41.

**B. Disposiciones específicas aplicables a los diferentes tipos de transformadores**

**450-21. Transformadores de tipo seco instalados en interiores**

**a) No-mayores a 112,5 kVA.** Los transformadores de tipo seco con una capacidad de 112,5 kVA o menos, instalados en interiores, deben tener una separación no-menor a 30 cm de cualquier material combustible.

***Excepción 1:*** *Cuando estén separados del material combustible por una barrera resistente al fuego y aislante al calor.*

***Excepción 2:*** *Transformadores de 600 V nominales o menos y que estén totalmente cerrados, con o sin aberturas de ventilación.*

**b) Mayores a 112,5 kVA.** Los transformadores individuales de tipo seco de una capacidad mayor de 112,5 kVA se deben instalar en un cuarto de transformadores resistente al fuego.

***Excepción 1:*** *Los transformadores con aislamiento para una elevación de temperatura de 80 °C o mayor y separados de cualquier material combustible por una barrera resistente al fuego y aislante del calor, o separados de cualquier material combustible por una distancia no-menor 1,83 m horizontalmente y 3,66 m verticalmente.*

***Excepción 2:*** *Los transformadores construidos con aislamiento para una elevación de temperatura de 80 °C o mayor que estén completamente encerrados, excepto por las aberturas de ventilación.*

**c) Mayores de 35000 V.** Los transformadores de tipo seco para más de 35000 V se deben instalar en una bóveda que cumpla con la parte C de este Artículo.

**450-22. Transformadores secos instalados en exteriores.** Los transformadores secos instalados en exteriores deben tener una envolvente a prueba de intemperie.

Los transformadores de capacidad mayor de 112,5 kVA deben estar situados a una distancia mayor de 305 mm de cualquier material combustible de los inmuebles.

***Excepción:*** *Los transformadores construidos con aislamiento para una elevación de temperatura de 80 °C o mayor que estén completamente encerrados, excepto por las aberturas de ventilación.*

**450-23. Transformadores en líquidos de alto punto de ignición.** Se permite la instalación de transformadores aislados con líquidos de alto punto de ignición (aprobados) que tengan un punto de ignición no menor a los 300 °C, de acuerdo con lo indicado en a) o b), siguientes:

**a)** Instalaciones interiores, de acuerdo con lo indicado en (1), (2 ) o (3) siguientes:

**1)** En edificios, en áreas donde se cumplan todos los requerimientos siguientes:

**a**. La tensión eléctrica nominal del transformador sea de 35000 V o menos.

**b**. No se almacenen materiales combustibles.

**c**. Se tenga un área de confinamiento del líquido.

**d**. El área cumpla con todas las restricciones previstas en la aprobación del líquido.

**2**) Para transformadores con tensión eléctrica nominal de 35000 V o menos, se cuenta con un sistema automático de extinguidores de fuego y un área de confinamiento de líquidos.

**3)** De acuerdo con lo indicado en 450-26.

**b) Instalaciones en exteriores**. Se permite instalar transformadores aislados con líquidos de alto punto de ignición fuera de, adjunto a, o en techo de edificios, de acuerdo con lo siguiente:

**1)** La instalación debe cumplir con las restricciones de la aprobación de estos líquidos.

**NOTA:** Instalaciones adjuntas a materiales combustibles, salidas de emergencia o puertas y ventanas deben requerir avisos de emergencia adicionales tales como los indicados en 450-27.

**2)** De acuerdo con lo indicado en 450-27.

**450-24. Transformadores aislados con fluidos no-inflamables.** Los transformadores aislados con un fluido dieléctrico no-inflamable pueden ser instalados en interiores o exteriores. Cuando estos transformadores instalados en interiores sean de tensión eléctrica nominal superior a 35000 V deben instalarse en bóvedas. Cuando se instalen, deben contar con un área para el confinamiento del líquido y una válvula de alivio de la presión. El transformador debe estar equipado con medios para absorber cualquier gas generado por arqueo eléctrico dentro del transformador, o la válvula de alivio debe estar conectada a una chimenea o conducto, que lleve estos gases hasta un área segura.

Para el propósito de esta Sección, un fluido dieléctrico no-inflamable es aquel que no posee punto de ignición o punto de inflamación y no es inflamable en el aire.

**450-25. Transformadores en Askarel.** No se permite el uso de bifenilospoliclorados -PCB (Askarel) como medio aislante en transformadores.

**450-26. Transformadores en aceite instalados en interiores.** Los transformadores en aceite deben instalarse en una bóveda construida como se especifica en la Parte C de este Artículo.

***Excepción 1:*** *Cuando la capacidad total no exceda de 112,5 kVA, las bóvedas de transformadores especificadas en la Parte C de este Artículo pueden estar construidas de concreto reforzado de un espesor no-menor a 10 cm.*

***Excepción 2:*** *Cuando la tensión eléctrica nominal no es mayor de 600 V no se requiere una bóveda, si se han tomado las previsiones necesarias para impedir que el fuego producido por el aceite del transformador se extienda a otros materiales y cuando la capacidad total de transformadores en un lugar no es mayor de 10 kVA, en una sección del inmueble clasificada como combustible; o 75 kVA cuando la estructura que lo rodea es de construcción clasificada como resistente al fuego.*

***Excepción 3:*** *Los transformadores para hornos eléctricos de una capacidad total no-mayor a 75 kVA pueden estar instalados sin bóvedas, dentro de un inmueble o local resistente al fuego, siempre que se hayan tomado las medidas necesarias para impedir que el fuego producido por el aceite pueda extenderse a otros materiales combustibles.*

***Excepción 4:*** *Los transformadores pueden instalarse en un edificio separado que no cumpla con las disposiciones especificadas en la Parte C de este Artículo, siempre que este edificio o su contenido no presenten peligro de fuego a otros edificios y el edificio citado se use únicamente para el suministro del servicio eléctrico y que su interior sea accesible solamente a personal calificado.*

***Excepción 5:*** *Se permite el uso de transformadores sumergidos en aceite sin bóveda en equipos portátiles y móviles de minería en superficie (tales como las excavadoras eléctricas), si se satisface cada una de las condiciones siguientes:*

***a****. Se han tomado las previsiones para el drenaje de las fugas de fluido.*

***b****. Se provee un medio de salida seguro para el personal.*

***c****. Se dispone de una barrera de acero de un espesor mínimo de 6,35 mm para protección del personal.*

**450-27. Transformadores en aceite instalados en exteriores.** Los materiales combustibles, los inmuebles y partes de inmuebles combustibles, puertas, ventanas y salida de emergencia para caso de incendio, deben estar resguardadas contra incendios que se originen en los transformadores aislados con aceite, instalados sobre techos, que estén cercanos a, o adyacentes a un inmueble o material combustible.

La separación adecuada, las barreras resistentes al fuego, los sistemas automáticos de rociado de agua y los recintos que confinen el aceite de un tanque roto de transformador, son considerados como resguardo. Se debe aplicar una o más de estas medidas de seguridad según el grado de peligro que presenten los casos en que la instalación del transformador represente peligro de incendio.

Los recintos para el aceite pueden consistir en diques resistentes al fuego, brocales, depósitos, zanjas llenas de grava, tezontle o material similar. Estos recintos para aceite deben tener trampas de drenaje para los casos en que las condiciones locales y la cantidad de aceite sean tales que sea importante removerlo.

**450-28. Modificación de transformadores.** Cuando se hacen modificaciones a un transformador en una instalación existente, la cual cambia el tipo de transformador con respecto a la Parte B de este Artículo, dicho transformador debe marcarse para mostrar el tipo de líquido aislante puesto y la instalación modificada del transformador debe cumplir con los requisitos aplicables para este tipo de transformador.

**C. Bóvedas de Transformadores**

**450-41. Ubicación.** Las bóvedas deben ubicarse donde puedan ser ventiladas al aire exterior sin el uso de tubos extractores o conductos, siempre que sea posible.

**450-42. Paredes, techos y piso.** Las paredes y el techo de las bóvedas deben construirse de materiales que tengan la resistencia estructural adecuada a las condiciones que puedan presentarse y una resistencia mínima al fuego de tres horas.

Los pisos de las bóvedas en contacto con la tierra deben ser de concreto de un espesor mínimo de 10 cm y cuando la bóveda se construya sobre un espacio libre o arriba de otros pisos, el piso debe tener la adecuada resistencia estructural para la carga soportada y una resistencia mínima al fuego de tres horas. Para los propósitos de esta Sección no se permiten construcciones atornilladas ni con paredes de paneles.

> **NOTA:** Una construcción típica que posee una resistencia al fuego de tres horas es una construcción de concreto reforzado de 15 cm de espesor.

***Excepción:*** *Se permite la construcción de bóvedas para transformadores de resistencia al fuego de una hora, cuando los transformadores estén protegidos con rociadores automáticos, rociadores de agua, dióxido de carbono o gas halón o equivalente.*

**450-43. Entradas.** Las entradas de las bóvedas deben estar protegidas como sigue:

**a) Tipo de puerta.** Cada espacio que conduzca a una bóveda desde el interior de un inmueble debe estar provisto de una puerta de cierre hermético, de un tipo que tenga una resistencia mínima al fuego de tres horas. Este tipo de puerta debe instalarse en una abertura de una pared exterior, cuando las condiciones lo justifiquen.

***Excepción:*** *Se permite la construcción de bóvedas para transformadores de resistencia al fuego de una hora cuando los transformadores estén protegidos con rociadores automáticos, rociadores de agua, dióxido de carbono, gas halón o equivalente.*

**b) Murete.** Cada una de las puertas debe proveerse de un murete de altura suficiente para confinar dentro de la bóveda el aceite del transformador de mayor volumen y en ningún caso debe ser menor de 10 cm.

**c) Cerraduras.** Las puertas de entrada deben tener cerraduras y deben mantenerse cerradas. Permitiendo el acceso solamente a personal calificado. Las puertas para el personal deben abrir hacia afuera y estar equipadas con barras de pánico, placas de presión o cualquier medio que las mantenga cerradas, pero que puedan abrirse desde adentro bajo presión simple.

**450-45. Abertura de ventilación.** Donde lo exija la Sección 450-9, deben proveerse aberturas de ventilación de acuerdo con lo siguiente:

**a) Ubicación.** Las aberturas de ventilación deben ubicarse lo más lejos posible de puertas, ventanas, salidas de incendio y materiales combustibles.

**b) Disposición.** Una bóveda ventilada por circulación natural de aire puede tener la mitad, aproximadamente, del área total de aberturas necesarias para la ventilación en una o más aberturas cerca del suelo y el resto en una o más aberturas en el techo o en las paredes cerca del techo; toda el área que se requiera para la ventilación se permite en una o más aberturas en o cerca del techo.

**c) Tamaño.** En el caso de bóvedas con ventilación natural hacia el exterior, el área neta combinada de todas las aberturas de ventilación, después de restar áreas ocupadas por pantallas, rejas o celosías, no debe ser menor de 20 $cm^2$ por cada kVA de capacidad de los transformadores en servicio, excepto el caso de transformadores de capacidad menor de 50 kVA, donde el área neta no debe ser menor de 9,30 $cm^2$.

**d) Cubiertas.** Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas con pantallas, rejas o celosías de tipo duradero, de acuerdo con las condiciones requeridas para evitar condiciones inseguras.

**e) Compuertas.** Todas las aberturas de ventilación que den hacia adentro deben estar provistas de compuertas de cierre automático, que sean accionadas al producirse un fuego dentro de la bóveda. Estas compuertas deben tener una resistencia al fuego no menor de 1,5 horas.

**f) Conductos.** Los conductos de ventilación deben ser de material resistente al fuego.

**450-46. Drenaje.** Cuando sea factible en las bóvedas que contengan más de 100 kVA de capacidad de transformadores, se debe construir un drenaje u otro medio que evacue hacia un depósito especial de confinamiento cualquier acumulación de líquido aislante o agua, a menos que las condiciones del local lo impidan; en este caso, el piso debe tener una inclinación hacia dicho drenaje.

**450-47. Tubería y accesorios de agua.** Ningún sistema de tubería o conductos extraños a la instalación eléctrica debe entrar o atravesar una bóveda de transformadores. La tubería u otros medios previstos para la protección contra incendios de las bóvedas o para el enfriamiento de los transformadores, no se consideran extraños a la instalación eléctrica.

**450-48. Almacenamiento dentro de las bóvedas.** No deben almacenarse materiales dentro de las bóvedas de los transformadores.

## ARTÍCULO 455 - CONVERTIDORES DE FASES

### A. Disposiciones generales

**455-1. Alcance**. Este Artículo cubre la instalación y uso de convertidores de fases.

**455-2. Definiciones**

**Convertidor de fases:** Es un aparato eléctrico que convierte un sistema de suministro de energía eléctrica monofásico a otro trifásico. Los convertidores de fases pueden ser de dos tipos: estáticos y rotatorios.

**Fase fabricada:** La fase derivada o fabricada se origina en el convertidor de fase y no está conectada sólidamente a los conductores de entrada monofásicos.

**Convertidor rotatorio de fases:** Dispositivo que consiste en un tablero formado de un transformador rotatorio y un tablero de capacitores, que permite la operación de cargas trifásicas a partir de un suministro monofásico.

**Convertidor de fases estático:** Dispositivo formado por partes no-rotatorias dimensionado para una carga trifásica determinada, operada desde una alimentación monofásica.

> **NOTA:** Los convertidores de fases tienen características que modifican el par de arranque y corriente eléctrica a rotor bloqueado de los motores a los que alimenta; por tanto, para cada carga específica, debe tenerse cuidado para seleccionar los convertidores de fases.

**455-3. Otros Artículos.** Todos los requisitos de la presente NOM se aplican a los convertidores de fases, excepto por las modificaciones de este Artículo.

**455-4. Identificación**. Cada convertidor de fases debe ser identificado con una placa permanente que indique: (1) nombre del fabricante; (2) tensiones eléctricas específicas de alimentación y salida; (3) frecuencia; (4) capacidad en A de plena carga de la alimentación monofásica especificada; (5) cargas monofásicas mínima y máxima nominales en kVA o kW, (6) cargas máxima total en kVA o kW y (7) para un convertidor de fases rotatorio, la corriente eléctrica trifásica a plena carga.

**455-5. Conexiones a tierra del equipo.** Debe proporcionarse una zapata para conexión a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-113.

**455-6. Capacidad de conducción de corriente del conductor.** La capacidad de conducción de corriente en amperes de los conductores que alimentan el lado monofásico, no debe ser menor de 125% la capacidad de conducción de corriente en amperes de plena carga de alimentación, indicada en la placa del convertidor de fases.

***Excepción:*** *Cuando el convertidor de fases suministra energía a una carga fija específica y cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fases son idénticas, los conductores de alimentación deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a 250% de la suma de las corrientes de carga plena trifásica de los motores y de otras cargas alimentadas.*

*Cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fases son diferentes, las corrientes se multiplican por la relación de tensión de salida a tensión de entrada.*

> **NOTA:** Si se prevé una caída de tensión eléctrica no-mayor a 3% en los conductores del sistema monofásico, desde la fuente de suministro, hasta el convertidor de fases, se tendrá un arranque y operación adecuados de las cargas de motores.

**455-7. Protección de sobrecorriente.** El conductor monofásico y el convertidor de fases deben estar protegidos contra una sobrecorriente no-mayor del 125% de la corriente eléctrica a plena carga monofásica de entrada indicada en la placa del convertidor.

***Excepción 1:*** *Cuando el convertidor de fases suministra energía a una carga fija específica y las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fases son idénticas, la protección de sobrecorriente no debe ser mayor de 250% de la suma de las corrientes eléctricas de carga plena trifásica de los motores y de otras cargas alimentadas.*

*Cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fases son diferentes, las corrientes se multiplican por la relación de tensión de salida a la tensión de alimentación.*

***Excepción 2:*** *Cuando el valor de protección del fusible o interruptor automático no corresponde a un valor normalizado, se permite el valor normalizado inmediato superior.*

**455-8. Medios de desconexión.** Debe suministrarse un medio de desconexión simultánea de todos los conductores que no estén conectados a tierra del sistema monofásico de la alimentación del convertidor de fases.

**a) Localización.** El dispositivo de desconexión debe quedar fácilmente accesible y a la vista del convertidor de fases.

**b) Tipo.** El dispositivo de desconexión debe ser un interruptor o desconectador o un interruptor automático especificado en kW o en CP.

***Excepción:*** *Cuando las cargas que se alimenten no sean motores, puede usarse un desconectador especificado en amperes.*

**c) Capacidad.** La capacidad en A de los medios de desconexión no debe ser menor a 115% de la carga máxima monofásica de plena carga.

***Excepción 1:*** *Cuando el convertidor de fases alimenta cargas específicas fijas y las tensiones eléctricas de alimentación y salida son idénticas, los medios de desconexión pueden ser interruptores automáticos con una capacidad en amperes no-menor a 250% de la suma de lo siguiente:*

***a.*** *Corriente eléctrica trifásica a carga plena de los motores.*

***b.*** *Otras cargas alimentadas. Cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fases son diferentes, las corrientes se multiplican por la relación de tensión de salida a la tensión de alimentación.*

***Excepción 2:*** *Cuando el convertidor de fases alimenta cargas específicas fijas y las tensiones eléctricas de alimentación son idénticas, los medios de desconexión puede ser un desconectador con capacidad en kW (CP) equivalente a 200% de la suma de lo siguiente:*

***a.*** *Cargas que no sean motores.*

***b.*** *La corriente eléctrica trifásica a rotor bloqueado del motor más grande, de acuerdo con lo indicado en la Tabla 430-151A y 430-151B.*

***c.*** *La corriente eléctrica de carga plena de todos los motores que operan al mismo tiempo. Cuando las tensiones eléctricas de entrada y salida del convertidor de fases son diferentes, las corrientes se multiplican por la relación de tensión eléctrica de salida a la tensión eléctrica de alimentación.*

**455-9. Conexión de cargas monofásicas.** Cuando se conecten cargas monofásicas en el lado trifásico del convertidor de fases, éstas no deben conectarse a la fase derivada.

**455-10. Caja de conexiones.** En un convertidor de fases, debe proporcionarse una caja de conexiones, la cual debe estar de acuerdo con lo previsto en 430-12.

**B. Especificaciones aplicables a diferentes tipos de convertidores de fases**

**455-20. Medios de desconexión.** El desconectador monofásico de entrada de un convertidor de fases estático puede usarse como medio de desconexión para el convertidor de fases y para una carga, si la carga queda a la vista desde el desconectador.

**455-21. Arranque.** No debe conectarse ninguna carga al equipo de utilización en el lado trifásico con un convertidor de fases tipo rotatorio hasta que el convertidor haya arrancado.

**455-22. Interrupciones de energía.** El equipo de utilización alimentado por un convertidor de fases rotario, deben controlarse de tal forma que al haber una interrupción de energía, el equipo se desconecte de la línea de suministro.

**NOTA:** Los arrancadores magnéticos de motores, contactores magnéticos y dispositivos similares con accionamiento manual con retardo de tiempo para la carga, deben proveer al equipo de un medio de restablecimiento en caso de una falla de energía.

**455-23. Capacitores.** Los capacitores que no son parte integral del sistema convertidor de fases rotatorio sino parte de la carga de motores, deben conectarse en el lado de línea de suministro del dispositivo de protección de sobrecarga del motor respectivo.

## ARTÍCULO 460 - CAPACITORES

**460-1. Alcance.** Este Artículo se aplica a las instalaciones de capacitores en circuitos eléctricos.

Los capacitores supresores de pico u otros que sean partes componentes de otros aparatos que cumplan con su propia norma de producto, no requieren cumplir con estos requisitos.

Este Artículo cubre también la instalación de capacitores en lugares clasificados como peligrosos, según lo indicado en los Artículos 501 a 503.

**460-2. Gabinetes y resguardo**

**a) Capacitores que contienen más de 11 L de líquido inflamable.** Los capacitores que contengan más de 11 L de líquido inflamable deben ser encerrados en bóvedas o protegidos por cercas o cubiertas en exteriores de acuerdo con lo indicado en el Artículo 710. Esta limitación se aplica a cualquier unidad individual en la instalación de capacitores.

**b) Contacto accidental.** Los capacitores deben encerrarse, colocarse o resguardarse de manera que ninguna persona pueda ponerse en contacto accidental con sus partes energizadas expuestas o con las barras o terminales anexos a ellos.

***Excepción:*** *No se requiere resguardo adicional en recintos accesibles solamente a personal calificado.*

**A. Tensión eléctrica nominal de 600 V y menos**

**460-6. Descarga de la carga acumulada.** Los capacitores deben estar provistos de medios para descargar la carga acumulada.

**a) Tiempo de descarga.** La tensión eléctrica residual de un capacitor debe reducirse a 50 V, nominal o menos, durante el término de un minuto después de que el capacitor haya sido desconectado de la fuente de alimentación.

**b) Medios de descarga.** El circuito de descarga debe estar, ya sea permanentemente conectado a las terminales del capacitor o banco de capacitores o provisto de medios automáticos para conectarse a las terminales del banco de capacitores, cuando se retire la tensión eléctrica de la línea. No se debe utilizar medios de conmutación manuales para el circuito de descarga.

**460-8. Conductores**

**a) Capacidad de conducción de corriente.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito de los capacitores no debe ser menor de 135% de la corriente eléctrica nominal del capacitor. La capacidad

de conducción de corriente de los conductores que conectan un capacitor a las terminales de un motor o a los conductores de circuito del motor, no debe ser menor que 1/3 de la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito del motor y nunca menor a 135% de la corriente eléctrica nominal del capacitor.

**b) Protección contra sobrecorriente**

**1)** En cada conductor de fase debe colocarse un dispositivo de protección contra sobrecorriente para cada banco de capacitores.

***Excepción:*** *Un capacitor conectado en el lado de la carga de un dispositivo contra sobrecarga de un motor no requiere otro dispositivo contra sobrecorriente.*

**2)** La capacidad o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe ser tan bajo como sea factible.

**c) Medios de desconexión**

**1)** Cada conductor de fase debe estar provisto de un medio de desconexión para cada banco de capacitores.

***Excepción:*** *Cuando un capacitor está conectado del lado de la carga de un dispositivo de protección contra sobrecarga del motor.*

**2)** El medio de desconexión abre simultáneamente todos los conductores de fase.

**3)** El medio de desconexión permite desconectar el capacitor de la línea como una maniobra normal.

**4)** La capacidad de corriente del medio de desconexión no debe ser menor a 135% de la corriente eléctrica nominal del capacitor.

**460-9. Capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor.** Cuando la instalación de un motor incluye un capacitor conectado en el lado de la carga (del dispositivo de protección del motor), la capacidad nominal o de ajuste del dispositivo de sobrecarga del motor debe estar basada en el nuevo factor de potencia mejorado del circuito.

El efecto del capacitor debe ser omitido al determinar la capacidad de los conductores en el circuito del motor de acuerdo con lo indicado en 430-32.

**460-10. Puesta a tierra.** Los gabinetes metálicos de los capacitores deben ser puestos a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

***Excepción:*** *Cuando las unidades de capacitores están soportadas por una estructura destinada a funcionar a un potencial eléctrico distinto del de tierra.*

**460-12. Identificación.** Cada capacitor debe llevar una placa de datos con el nombre del fabricante, tensión eléctrica nominal, frecuencia, kVAR o A, número de fases y si está lleno de líquido combustible, el volumen de líquido en L. Cuando esté lleno de líquido no-inflamable, la placa de características lo debe indicar. La placa debe indicar también si el capacitor tiene un dispositivo de descarga dentro del gabinete.

**B. Tensión eléctrica nominal mayor a 600 V**

**460-24. Desconexión**

**a) Corriente eléctrica de carga.** Deben utilizarse desconectadores operados en grupo para la desconexión de capacitores y estos desconectadores deben ser capaces de:

**1)** Conducir de manera continua no-menos de 135% de la corriente eléctrica nominal de la instalación de capacitores.

**2)** Interrumpir la corriente eléctrica de carga continua máxima de cada capacitor, banco de capacitores o instalación de capacitores que deba desconectarse como unidad.

**3)** Soportar la corriente eléctrica repentina máxima incluyendo la adicional debida a instalaciones de capacitores adyacentes.

**4)** Transportar corrientes eléctricas producidas por fallas en el lado del capacitor del desconectador.

**b) Aislamiento**

**1)** Deben instalarse medios para aislar de cualquier fuente de potencial eléctrico, a cada capacitor, banco de capacitores o instalación de capacitores, que deben ser puestos fuera de servicio como una unidad.

**2**) Los medios de aislamiento deben proveer una separación visible en el circuito eléctrico, adecuada para la tensión eléctrica de funcionamiento.

**3)** Los desconectadores de seccionamiento o desconexión (sin corriente de interrupción) deben bloquearse con el dispositivo de interrupción de la carga o deben estar provistos de letreros de precaución visibles, de acuerdo con lo indicado en 710-22, para impedir la desconexión de la corriente eléctrica de carga.

**c) Requisitos adicionales para capacitores en serie.** Debe asegurarse la secuencia de desconexión correcta por el uso de los medios siguientes:

**1)** Secuencia mecánica del desconectador de seccionamiento y de derivación.

**2)** Bloqueo.

**3)** Procedimientos de desconexión o conexión perfectamente indicados o visibles, en el lugar de desconexión.

**460-25. Protección contra sobrecorriente**

**a) Provisto para detectar e interrumpir corrientes eléctricas de falla.** Se debe proveer un medio para detectar e interrumpir corrientes de falla que pudieran provocar presiones peligrosas dentro de un capacitor individual.

**b) Dispositivos monofásicos o polifásicos.** Se permite instalar para este objetivo dispositivos monofásicos y polifásicos.

**c) Protegidos individualmente o en grupos.** Los capacitores pueden protegerse individualmente o en grupos.

**d) Dispositivos de protección ajustados o calibrados.** Los dispositivos de protección para capacitores o equipos de capacitores deben calibrarse o estar ajustados para funcionar dentro de los límites de la zona de seguridad para capacitores individuales.

**460-26. Identificación.** Cada capacitor debe llevar una placa de datos permanente, con el nombre del fabricante, tensión eléctrica nominal, frecuencia, kVAR, A, número de fases y la cantidad en L de líquido identificado y aprobado como inflamable, si fuese el caso.

**460-27. Puesta a tierra.** En el caso de que los gabinetes metálicos y neutros de los capacitores estén puestos a tierra, se debe cumplir con lo dispuesto en el Artículo 250.

***Excepción:*** *Cuando las unidades de capacitores estén soportadas por una estructura diseñada para funcionar a un potencial eléctrico distinto del de tierra.*

**460-28. Medios de descarga**

**a) Medios para reducir la tensión eléctrica residual.** Debe proveerse un medio para disminuir la tensión eléctrica residual de un capacitor hasta 50 V o menos dentro de los cinco minutos posteriores a que el capacitor se haya desconectado de la fuente de alimentación.

**b) Conexión a terminales.** Un circuito de descarga debe estar, bien sea permanentemente conectado a las terminales del capacitor, o provisto de un medio automático para conectarlo a las terminales del banco de capacitores después de que se ha interrumpido el suministro de energía. Los devanados de motores, transformadores o de otro equipo conectado directamente a los capacitores sin un dispositivo contra sobrecorriente intercalado, deben cumplir con los requisitos de (a) anterior.

## ARTÍCULO 470 - RESISTENCIAS Y REACTORES

### A. Tensión eléctrica nominal de 600 V y menos

**470-1. Alcance.** Este Artículo cubre la instalación de resistencias individuales y reactores en circuitos eléctricos.

***Excepción:*** *Cuando las resistencias y/o reactores forman parte de un aparato.*

Este Artículo cubre también la instalación de resistencias y reactores en lugares clasificados como peligrosos como los descritos en los Artículos 501 al 504.

**470-2. Localización.** Las resistencias y los reactores no deben colocarse expuestos a daño físico.

**470-3. Espacio de separación.** Cuando el espacio entre las resistencias y los reactores o entre éstos y cualquier material combustible es menor de 30 cm, debe usarse una barrera térmica.

**470-4. Aislamiento del conductor.** Los conductores aislados que se usan para conexiones entre resistencias y controles deben estar aprobados para una temperatura de operación no-menor a 90 °C.

***Excepción:*** *Se permite usar otros aislamientos para servicio de arranque de motores.*

### B. Tensión eléctrica nominal mayor a 600 V

**470-18. General**

**a) Protegidos contra daño físico.** Las resistencias y los reactores deben protegerse contra daño físico.

**b) Aisladas en envolventes o en alto.** Las resistencias y los reactores deben aislarse por medio de una envolvente o poniéndolas en alto para proteger el personal contra contacto accidental con partes vivas.

**c) Materiales combustibles.** Las resistencias y los reactores no deben instalarse cerca de materiales combustibles que constituyan un peligro de incendio y en ningún caso a una distancia menor de 305 mm del material combustible.

**d) Distancias.** Las distancias entre las resistencias y reactores puestos a tierra deben ser las que le correspondan al nivel de tensión eléctrica utilizada.

**NOTA:** Véase el Artículo 710.

**e) Elevación de temperatura por las corrientes eléctricas circulantes inducidas.** Los gabinetes metálicos de los reactores y las partes metálicas adyacentes deben instalarse de modo que la elevación de temperatura por corrientes eléctricas circulantes inducidas no sea un peligro para el personal o constituya un peligro de incendio.

**470-19. Puesta a tierra.** Los gabinetes metálicos o cajas de las resistencias o reactores deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

**470-20. Reactores en aceite.** En la instalación de reactores en aceite debe observarse además de lo anterior, que se cumpla con los requerimientos aplicables del Artículo 450.

## ARTÍCULO 480 - ACUMULADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA (BATERÍA)

**480-1. Alcance.** Las disposiciones de este Artículo se aplican a todas las instalaciones estacionarias para acumuladores de energía eléctrica (Batería).

La tensión eléctrica nominal de la batería se determina, sin considerar las celdas de emergencia o de reserva que se conectan al circuito únicamente para mantener la tensión eléctrica durante la descarga.

**480-2. Definiciones**

**Batería.** Un acumulador de una o más celdas recargables de plomo-ácido, níquel-cadmio u otros elementos electro-químicos recargables.

**Batería o celda sellada.** Una batería o celda sellada es aquella que no tiene previsión para la adición de agua o electrólito, o medición externa de la gravedad específica del mismo. Se permite que las celdas individuales tengan un arreglo de ventilación como el que se describe en la Sección 480-9(b).

**Tensión eléctrica nominal de batería.** La tensión eléctrica calculada con base en 2 V por celda para el tipo plomo-ácido y 1,2 V por celda para el tipo alcalino.

**480-3. Alambrado y equipo alimentado por baterías.** El cableado y equipo alimentado por baterías está sujeto a los requisitos de esta NOM, aplicables a cableado y equipo que operen a la misma tensión eléctrica.

**480-4. Puesta a tierra.** Debe aplicarse las disposiciones del Artículo 250.

**480-5. Aislamiento de baterías a no-más de 250 V.** Esta Sección debe aplicarse a acumuladores que tengan celdas conectadas de tal manera que operen a una tensión eléctrica nominal de la batería no-mayor de 250 V.

**a) Baterías ventiladas de tipo plomo-ácido.** Las celdas y las baterías de varios compartimentos con tapas selladas a contenedores de material no-conductivo, resistente al calor no requieren un soporte aislante adicional. En otros casos, deben colocarse sobre aisladores o soportarse en grupos sobre bandejas de material aislante.

**b) Baterías ventiladas del tipo alcalino.** Las celdas con tapas selladas a recipientes de materiales no-conductivos resistentes al calor no requieren un soporte aislante adicional. Las celdas en recipientes de material conductor deben instalarse en bandejas de material no-conductor con no-más de 20 celdas (24 V nominales) en el circuito en serie en cualquiera de las bandejas.

**c) Recipientes de hule.** Las celdas en contenedores de hule o compuestos sintéticos no necesitan un soporte aislante adicional, si la tensión eléctrica nominal de todas las celdas en serie no es mayor de 150 V. Cuando la tensión eléctrica total es mayor de 150 V, debe seleccionarse la batería en grupos de 150 V o menos y cada grupo debe tener las celdas individuales instaladas en bandejas o estantes.

**d) Celdas o baterías selladas.** Las celdas selladas y baterías de varios compartimentos construidas de material no-conductor resistente al calor, no requieren soporte aislante adicional. Las baterías construidas con recipientes de material conductor deben tener un soporte aislante si existe tensión eléctrica entre el recipiente y tierra.

**480-6. Aislamiento de baterías de tensión eléctrica mayor de 250 V.** Las disposiciones de la Sección 480-5 deben aplicarse a los acumuladores que tengan las celdas conectadas de tal manera que operen a tensión eléctrica nominal mayor a 250 V y, además, debe aplicarse a dichas baterías las disposiciones de esta Sección. Las celdas deben instalarse en grupos que tengan una tensión eléctrica nominal total no-mayor a 250 V. Debe proveerse aislante que puede ser el aire entre los estantes y debe tener una separación mínima entre partes vivas de la batería con polaridad opuesta de 5 cm para tensiones que no excedan 600 V.

**480-7. Estantes y bandejas**. Los estantes y las bandejas deben cumplir con (a) y (b) que siguen:

**a) Estantes.** Los estantes, como se requieren en este Artículo, deben ser estructuras rígidas diseñadas para soportar celdas o bandejas. Para zonas sísmicas debe contar con travesaños o tensores triangulados para soportar oscilaciones. Deben ser de construcción sólida, firmemente anclados y estar hechos de:

**1)** Metal tratado para que sea resistente a la acción deteriorante del electrólito, puesto a tierra y provisto de elementos no-conductores que soporten directamente las celdas o de material aislante continuo que no sea pintura o elementos conductores.

**2)** Otros tipos de diseños como fibra de vidrio u otros materiales aprobados que no sean conductores.

**b) Bandejas.** Las charolas son estructuras de poca profundidad, tales como cajones generalmente de madera u otro material no-conductor y fabricadas o tratadas para que sean resistentes a la acción deteriorante del electrólito.

**480-8. 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) Ventilación.** Deben tomarse las medidas necesarias para una suficiente difusión y ventilación de los gases de las baterías, a fin de impedir la acumulación de una mezcla explosiva en el local. Cuando se use ventilación forzada, las fallas en el sistema de ventilación deben operar una señal preventiva.

**b) Partes vivas.** Los resguardos de las partes vivas deben cumplir con lo indicado en 110-17.

**c) 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.

**d) 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 están debidamente protegidos contra la acción deteriorante del electrólito.

En los locales para baterías, los conductores con envolturas barnizadas no deben usarse.

**e) Terminales.** Si en el local de las baterías se usan canalizaciones u otra cubierta 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 cm de las terminales, y resguardarse por medio de una boquilla aislante.

El extremo de la canalización debe cerrarse herméticamente para no permitir la entrada del electrólito.

**f) 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 electrólito.

**g) Equipos de calefacción.** No deben instalarse equipos de calefacción de flama abierta o resistencias incandescentes expuestas en el local de las baterías.

**h) 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 receptáculos y apagadores deben localizarse fuera del local.

**480-9. Métodos de ventilación**

**a) Celdas ventiladas.** Las celdas y baterías selladas deben equiparse con una ventila de alivio de presión para prevenir la acumulación excesiva de gases, o deben diseñarse para prevenir que las partes de las celdas se esparzan en el caso de la explosión de una celda.

**b) Celdas selladas.** Las celdas selladas de baterías deben estar equipadas con válvulas de sobrepresión para evitar una acumulación excesiva de gases, o bien, la celda de una batería sellada debe ser diseñada para prevenir la dispersión de partes de celdas en el caso de una explosión.

**480-10. Equipos y avisos preventivos**

**a) Equipos de protección.** Los locales para alojamiento de baterías deben tener equipo de protección que consista en:

**1)** Anteojos o careta.

**2)** Guantes resistentes al ácido.

**3)** Delantal protector y protector de zapatos.

**4)** Agua entubada o garrafón portátil con agua o agentes neutralizadores de ácido para enjuague de ojos y piel.

**b) Avisos de precaución.** Debe haber avisos de precaución dentro y fuera de los locales de baterías indicando la prohibición de fumar, no usar herramientas que produzcan chispas, no usar flamas abiertas, no usar fuentes de ignición, utilizar el equipo de seguridad. Asimismo debe colocarse un aviso de riesgo existente al contacto del electrólito de las baterías con la piel, ropa o por inhalación.

**c) Protección de partes vivas en las baterías.** Las conexiones de las celdas para tensión eléctrica mayor a 150 V deben estar resguardadas. Para tal efecto, debe tomarse en cuenta lo indicado en 710-34 y 710-35.

## CAPÍTULO 5 (4.5) AMBIENTES ESPECIALES

### ARTÍCULO 500 - ÁREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS)

**500-1. Alcance. Artículos 500 a 505.** Los Artículos 500 a 505 cubren los requisitos para equipo eléctrico, electrónico y alambrado, para todas las tensiones eléctricas, en áreas donde pueda existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles o fibras inflamables dispersas en el aire.

**500-2. Ubicación y requisitos generales.** Los ambientes se clasifican dependiendo de las propiedades de los vapores, líquidos o gases inflamables, o de polvos o fibras combustibles que puedan estar presentes, así como la posibilidad de que se encuentren en cantidades o concentraciones inflamables o combustibles. Cuando los materiales pirofóricos son los únicos usados o manipulados, estas áreas no deben ser clasificadas.

Cada cuarto, sección o área debe ser considerada individualmente al determinar su clasificación.

**NOTA 1:** Los materiales pirofóricos son aquellos que se inflaman espontáneamente en el aire.

**NOTA 2:** Ejerciendo un juicio apropiado durante el diseño de las instalaciones eléctricas para áreas peligrosas (clasificadas), frecuentemente es posible situar la mayoría del equipo en áreas menos peligrosas y, por tanto, reducir la cantidad de equipo especial requerido.

Para recordar el significado que se da en estos Artículos a las definiciones "Aprobado" y "Aparato a prueba de explosión", véase el Artículo 100; en la Sección 502-1 se define "A prueba de ignición de polvo".

Cualquier otro requerimiento contenido en esta NOM debe aplicarse a equipo eléctrico y alambrado, instalado en áreas clasificadas como peligrosas.

***Excepción:*** *Como se modifique en los Artículos 500 a 505.*

Todo tubo *(conduit)* roscado a que se hace referencia, debe ser roscado con una tarraja de corte normalizado con un dado que proporcione una rosca con una conicidad de 19 mm por cada 305 mm de cuerda. El tubo *(conduit)* debe ser apretado con llaves para (1) minimizar la producción de chispas en caso de que una corriente eléctrica de falla fluya por el sistema de canalización, y (2) asegurar la integridad del sistema de canalización a prueba de explosión, o a prueba de ignición de polvo donde aplique. Cuando no sea posible hacer la unión roscada apretada, debe utilizarse un puente de unión.

**NOTA:** Cierto equipo proporcionado con cuerdas métricas necesita adaptadores compatibles para permitir la conexión con tubo *(conduit)* de cuerdas NPT.

Los cables de fibra óptica y dispositivos para fibra óptica aprobados como un sistema intrínsecamente seguro diseñado para áreas clasificadas como peligrosas involucradas, deben instalarse de acuerdo con los requerimientos indicados en 504-20 y 770-52.

***Excepción:*** *Cables de fibra óptica o dispositivos para fibra óptica que son conductivos, deben ser instalados de acuerdo con lo indicado en los Artículos 500 a 503.*

**a) Técnicas de protección.** Los siguientes incisos deben considerarse técnicas de protección aceptables para equipo eléctrico y electrónico en áreas clasificadas como peligrosas.

**1) Aparatos a prueba de explosión.** Esta técnica de protección se permite en áreas Clase I, División 1 y 2 para las cuales estos aparatos estén aprobados.

**NOTA:** Los equipos a prueba de explosión se definen en el Artículo 100.

**2) Equipo a prueba de ignición de polvo.** Esta técnica de protección se permite en áreas Clase II, División 1 y 2 para las cuales estos aparatos estén aprobados.

**NOTA:** Los aparatos a prueba de ignición de polvo se definen en el Artículo 502-1.

**3) Purgado y presurizado.** Esta técnica de protección se permite para equipo en cualquier área peligrosa (clasificada) para la cual el mismo esté aprobado.

**NOTA:** En algunos casos pueden reducirse los peligros o limitar las áreas clasificadas peligrosas, o eliminarlas, por medio de un adecuado sistema de ventilación de presión positiva con tomas de aire desde una fuente de aire limpio, conjuntamente con un dispositivo eficiente para evitar fallas en la ventilación.

**4) Sistemas intrínsecamente seguros.** El equipo y alambrados intrínsecamente seguros se permiten en cualquier área clasificada como peligrosa para la cual han sido aprobados. No deben ser considerados aplicables para tales instalaciones, los Artículos 501 al 503, 505 y del 510 al 516. Para la instalación de equipo y alambrados intrínsecamente seguros deben cumplir los requerimientos del Artículo 504. El alambrado y los circuitos intrínsecamente seguros deben estar separados físicamente del alambrado de otros circuitos que no sean intrínsecamente seguros. Se deben tomar las medidas necesarias para prevenir y minimizar el paso de gases y vapores.

**5) Circuitos no-inflamables.** Esta técnica de protección se permite en áreas Clase I, División 2, Clase II, División 2 y Clase III para las cuales el equipo esté aprobado.

**NOTA:** Los circuitos no-inflamables se definen en el Artículo 100.

**6) Componentes no-inflamables.** Es un componente que tiene contactos para cerrar o abrir un circuito inflamable y el mecanismo de contacto es construido de tal manera que el componente es incapaz de incendiar la mezcla gas-aire o vapor-aire inflamable. La envolvente de un componente no-inflamable no está diseñada para (1) excluir la atmósfera inflamable o (2) contener una explosión.

Esta técnica de protección se permite para contactos de interrupción de corriente eléctrica en aquellas áreas Clase I, División 2, Clase II, División 2 y Clase III para las cuales el equipo esté aprobado.

**7) Inmersión en aceite.** Esta técnica de protección se permite para contactos de interrupción de corriente eléctrica en áreas Clase I, División 2 como se describe en 501-6(b)(1)(2).

**8) Herméticamente sellado.** Un dispositivo herméticamente sellado debe sellarse para evitar la penetración de atmósferas externas y el sello debe ser por fusión, es decir, por soldadura de latón, cobre, hierro o cualquier otro material o método, o por la fusión del vidrio al metal.

Esta técnica de protección se permite para contactos de interrupción de corriente eléctrica en áreas Clase I, División 2.

**NOTA:** Véase 501-3(b)(1) Excepción b; 501-5(a)(1) Excepción a; 501-6(b)(1); y 501-14(b)(1) Excepción b.

**b) Referencias.** Para la clasificación de áreas peligrosas deberá 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. Existen estudios de referencia por diversas asociaciones de protección contra incendios, las cuales podrán tomarse como referencia. Este análisis deberá 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.

**500-3. Precauciones especiales**. Los Artículos 500 al 504 requieren que la construcción del equipo y de la instalación garantice un funcionamiento seguro bajo condiciones de uso y mantenimiento adecuados.

Cuando se aplique el Artículo 505, la clasificación de áreas, alambrado y selección de equipo debe ser realizada bajo la supervisión de Ingeniería y de expertos en la materia, debidamente calificados.

**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:** 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 Clase I, División 1, a temperatura ambiente normal.

Con el propósito de prueba, aprobación y clasificación de un área, se han clasificado mezclas con aire (no enriquecidas con oxígeno) las cuales deberán ser agrupadas de acuerdo con lo indicado en 500-3 (a) y 500-3 (b).

***Excepción 1:*** *Equipo aprobado para un gas, vapor o polvo específico.*

***Excepción 2:*** *Equipo destinado a usarse específicamente para áreas Clase I, Zona 0, Zona 1 o Zona 2 deben ser agrupados de acuerdo con lo indicado en 505-5.*

**NOTA 3:** Esta agrupación está basada en las características de los materiales. El equipo que ha sido aprobado, está disponible para usarse en los diversos grupos de atmósfera.

**a) Clasificación por grupos Clase I.** Los grupos Clase I deben ser los siguientes:

**1) Grupo A:** Atmósferas que contengan acetileno.

**2) Grupo B:** Atmósferas que contengan hidrógeno, combustibles y procesos de gases combustibles que contengan más de 30% de hidrógeno en volumen, o gases o vapores de peligrosidad equivalente, tales como butadieno, óxido de etileno, óxido de propileno y acroleína.

***Excepción 1:*** *El equipo para grupo D puede ser usado en atmósferas que contengan butadieno, si tal equipo está aislado de acuerdo con lo indicado en 501-5 (a), sellando todo* tubo *(conduit) de 13 mm de tamaño nominal o mayor.*

***Excepción 2:*** *El equipo para grupo C puede ser usado en atmósferas que contengan óxido de etileno, óxido de propileno y acroleína, si el equipo está aislado de acuerdo con lo indicado en 501-5 (a) sellando todo tubo (conduit) de 13 mm de tamaño nominal o mayor.*

**3) Grupo C:** Atmósferas tales como éter etílico, etileno, o gases o vapores de peligrosidad equivalente.

**4) Grupo D:** Atmósferas tales como acetona, amoniaco, benceno, butano, ciclopropano, etanol, gasolina, hexano, metanol, metano, gas natural, nafta, propano, o gases o vapores de peligrosidad equivalente.

***Excepción:*** *Para atmósferas que contengan amoniaco, se permite reclasificar el área a una menos peligrosa o a una no-peligrosa.*

**NOTA 1:** Las características de explosión de la mezcla de aire con gases o vapores, varían de acuerdo con el tipo de material involucrado. Para áreas Clase I, Grupos A, B, C y D, la clasificación involucra determinar la máxima presión de explosión y la máxima distancia de seguridad entre las juntas de unión de la envolvente. Entonces, es necesario que el equipo esté aprobado no sólo para esta clase, sino también para un grupo específico de gas o vapor que pueda estar presente.

**NOTA 2:** Algunas atmósferas químicas pueden tener características que requieren salvaguardas mayores, que aquéllas requeridas por cualquiera de los grupos antes mencionados. El bisulfuro de

carbono es uno de estos productos químicos, debido a su baja temperatura de ignición (100 °C) y al pequeño claro de junta permitido para detener su flama.

**b) Clasificación por grupos Clase II.** Los grupos Clase II deben ser los siguientes:

**1) Grupo E:** Atmósferas que contengan polvos metálicos combustibles, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales y otros polvos combustibles, donde el número de partículas, de abrasivos y conductividad, presenten peligro similar en la utilización del equipo eléctrico.

**NOTA:** Ciertos polvos metálicos pueden tener características que requieren salvaguardas mayores, a aquellas para atmósferas que contienen 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 las energías mínimas de ignición menores que cualquier otro material clasificado en cualquiera de los grupos de Clase I o de Clase II.

**2) Grupo F:** Atmósferas que contengan polvos de carbones combustibles, incluyendo carbón negro, carbón mineral, carbón vegetal, o polvos sensibilizados por otros materiales, de forma que aquellos presenten un peligro de explosión.

**3) Grupo G:** Atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los grupos E o F, incluyendo flúor, granos, madera, plástico y químicos.

**NOTA 1:** Las características de explosión de las mezclas de aire con polvo, varían de acuerdo con los materiales involucrados. Para áreas Clase II, grupos E, F y G, la clasificación involucra ajuste, apriete o estrechez de las uniones o juntas de ensamble y las aberturas entre la flecha y buje para prevenir la entrada de polvos en envolventes a prueba de ignición de polvo, el efecto de acumulación de las capas de polvo sobre el equipo, que puede causar sobrecalentamiento y la temperatura de ignición del polvo. Entonces, es necesario que el equipo sea aprobado no sólo para esta clase, sino también para el grupo específico del polvo que está presente.

**NOTA 2:** Ciertos polvos pueden requerir precauciones adicionales debido a fenómenos químicos que pueden resultar en la generación de gases inflamables.

**c) Aprobación para clases y propiedades.** El equipo a pesar de la clasificación del área en que se instale, que depende de un simple sello de compresión, diafragma, o tubería para prevenir la entrada de fluidos combustibles o inflamables al equipo, debe estar aprobado para áreas Clase I, División 2.

***Excepción:*** *El equipo instalado en áreas Clase I, División 1 debe estar aprobado para áreas División 1.*

**NOTA:** Para requerimientos adicionales véase 501-5(f)(3).

El equipo debe estar aprobado no sólo para la clase del área, sino también para las propiedades explosivas, combustibles o inflamables específicamente del gas, vapor, polvo, fibra o partículas volátiles que estén presentes. Además, el equipo Clase I no debe tener ninguna superficie expuesta que opere a una temperatura que exceda de la temperatura de ignición del gas o vapor específico.

**NOTA:** Fibras y partículas volátiles, significa que: Los materiales normalmente no se encuentran suspendidos en el aire; tales materiales son partículas de tamaño mayor que los polvos. Fibras y partículas volátiles incluyen materiales tales como fibras de residuo de algodón desmontado, aserrín, fibras textiles y otras partículas mayores que usualmente son de mayor peligro de fuego que un peligro de explosión.

El equipo Clase II no debe tener una temperatura externa más alta que la especificada en 500-3(f).

El equipo Clase III no debe exceder las temperaturas máximas superficiales especificadas en 503-1.

El equipo aprobado para un área clasificada como División 1 puede ser instalado en un área clasificada como División 2 de la misma clase y grupo.

El equipo de uso general, o equipo en envolventes de uso general permitidos en los Artículos 501 al 503, se puede instalar en áreas División 2, si el equipo, bajo condiciones normales de operación, no constituye una fuente de ignición.

A menos que se especifique otra cosa, se debe asumir que las condiciones normales de operación para motores se valoran como condiciones constantes a plena carga.

Cuando gases inflamables o polvos combustibles estén o puedan estar al mismo tiempo, la presencia simultánea de ambos debe considerarse en el momento de determinar la temperatura segura de funcionamiento del equipo eléctrico.

**NOTA:** Las características de las distintas mezclas atmosféricas de gases, vapores y polvos dependen del material específico involucrado.

Los cables de fibra óptica o los dispositivos para fibra óptica aprobados para áreas clasificadas como peligrosas deben ser instalados de acuerdo con lo indicado en 504-20 y 770-52.

***Excepción:*** *Cables de fibra óptica o sus dispositivos que sean conductivos también deben ser instalados de acuerdo con lo indicado en los Artículos 500 a 503.*

**d) Marcado.** El equipo aprobado se debe marcar para indicar la clase, el grupo y la temperatura de operación o rango de temperatura con referencia a una temperatura ambiente de 40 °C.

**NOTA:** El equipo que no esté marcado para indicar una división específica, o marcado “División 1” o “Div. 1”, se considera adecuado para áreas División 1 y 2. El equipo marcado “División 2” o “Div. 2” se considera adecuado únicamente para áreas División 2.

En caso de que se proporcione la capacidad de temperatura de operación del equipo, ésta debe ser indicada por medio de los números de identificación, como se muestra en la Tabla 500-3 (d).

***Excepción:*** *Como se requiere en 505-10(b).*

Los números de identificación marcados sobre las placas de datos de equipo, deben estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 500-3 (d).

***Excepción:*** *Como se requiere en 505-10(b).*

El equipo aprobado para Clase I y Clase II debe estar marcado con la temperatura máxima segura de operación, que se determina por medio de la exposición simultánea a las combinaciones de las condiciones Clase I y Clase II.

***Excepción 1:*** *Equipo de tipo no productor de calor, tal como cajas de conexiones, tubo (conduit) y sus accesorios, y equipo productor de calor cuya máxima temperatura no exceda de 100 °C, no es necesario que se les marque la temperatura de operación o la capacidad de temperatura.*

***Excepción 2:*** *Los aparatos de alumbrado marcados para usarse sólo en áreas Clase I, División 2, o Clase II, División 2, no requieren marcarse para indicar su grupo.*

***Excepción 3:*** *El equipo de tipo fijo para uso general en áreas Clase I, diferente a los aparatos de alumbrado fijos que se aceptan para uso en áreas Clase I, División 2, no requiere marcarse con Clase, Grupo, División o temperatura de operación.*

***Excepción 4:*** *El equipo de tipo fijo hermético al polvo, diferente a las luminarias fijas, aceptado para usarse en áreas Clase II, División 2 y Clase III, no requiere marcarse con la Clase, Grupo, División o temperatura de operación.*

***Excepción 5:*** *El equipo eléctrico adecuado para temperaturas ambiente que excedan de 40 °C, debe marcarse tanto con la máxima temperatura ambiente de operación, como con la temperatura de operación o capacidad de temperatura para aquella temperatura ambiente.*

**Tabla 500-3(d). Números de identificación**

| 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 |
| **Nota:** Debido a que no existe una relación consistente entre las propiedades de explosión y la temperatura de ignición, ambas propiedades son requisitos independientes. | |

**e) Temperatura Clase I:** Las temperaturas marcadas, especificadas en (d) anterior, no deben exceder la temperatura de ignición del gas o vapor específico que se vaya a encontrar en el área.

***Excepción:*** *Donde la clasificación del área esté de acuerdo con lo indicado en el Artículo 505, la temperatura marcada en la Sección 505-10(b), no debe exceder la temperatura de ignición del gas o vapor específico involucrado.*

**f) Temperatura Clase II.** La temperatura indicada en (d) anteriormente, debe ser menor que la temperatura de ignición del polvo específico que se vaya a encontrar. Para los polvos orgánicos que se deshidraten o carbonicen, la temperatura de marcado no debe exceder de la temperatura de ignición o 165 °C.

La temperatura de ignición para la cual estaban anteriormente aprobados los equipos para este requisito, debe suponerse que es como se indica en la Tabla 500-3(f).

**Tabla 500-3(f). Temperatura de ignición**

| Equipo que no está sujeto a sobrecarga | | Equipo que puede sobrecargarse, tal como motores o transformadores | |
|---|---|---|---|
| Clase II Grupo | °C | Operación normal °C | Operación anormal °C |
| E | 200 | 200 | 200 |
| F | 200 | 150 | 200 |
| G | 165 | 120 | 165 |

**500-4. Locales específicos.** Los Artículos 510 al 517 cubren requisitos para los siguientes locales: Talleres de servicio automotriz, hangares de aviación, surtidores (dispensarios) y estaciones de servicio y autoconsumo, plantas de almacenamiento, plantas de procesos de acabado e instalaciones para el cuidado y asistencia de la salud.

**500-5. Áreas Clase I.** Las áreas Clase I son aquellas en las cuales están o pueden estar presentes en el aire, gases o vapores inflamables en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Las áreas Clase I, deben incluir aquellas especificadas en los incisos (a) y (b) descritos a continuación.

**a) Clase I, División 1.** Un área Clase I División 1 es aquella (1) en donde, bajo condiciones normales de operación, existen concentraciones de gases o vapores inflamables, (2) en donde frecuentemente, debido a labores de reparación, mantenimiento o fugas, existen concentraciones en cantidades peligrosas de gases o vapores, (3) en donde debido a roturas o mal funcionamiento de equipos o procesos, pueden liberarse concentraciones inflamables de gases o vapores, y pueden también causar simultáneamente una falla en el equipo eléctrico.

**NOTA 1:** Esta clasificación generalmente incluye las áreas donde se transfieren, de un recipiente a otros líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables; los interiores de las cabinas pulverizadoras de pintura, donde se usan solventes volátiles inflamables; las áreas que contienen tanques abiertos o tanques de líquidos volátiles inflamables; los locales para el secado o los compartimentos para la evaporación de solventes inflamables; los locales que contienen equipo para la extracción de grasas y aceites que usan solventes volátiles inflamables; las secciones de las plantas de limpieza y teñido donde se utilizan líquidos inflamables; los cuartos de los generadores a gas y otras secciones de las plantas manufactureras de gas donde puede haber escape de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables inadecuadamente ventilados; los ventiladores de refrigeradores y congeladores que almacenen materiales volátiles inflamables al descubierto, o en recipientes ligeramente cubiertos o de fácil ruptura; y todas las demás áreas donde puedan ocurrir durante el transcurso de una operación normal concentraciones de vapores o de gases inflamables.

**NOTA 2:** En algunas áreas Clase I se pueden presentar concentraciones incendiables de gases inflamables o vapores, continuamente o por largos periodos de tiempo. Algunos ejemplos incluyen el interior de envolventes con respiraderos inadecuados que contienen instrumentos, normalmente respirando gases inflamables o vapores al interior del envolvente; el interior de tanques con respiraderos (venteos) que contengan líquidos inflamables volátiles, el área entre el interior y el exterior de secciones del techo de un tanque de techo flotante que contenga fluidos inflamables volátiles, áreas inadecuadamente ventiladas dentro de procesos de acabado y que usan fluidos inflamables volátiles, e interiores de ductos de extracción usados para ventilar concentraciones incendiables de gases o vapores. La experiencia ha demostrado tener especial cuidado de (a) evitar la instalación de instrumentos u otro equipo eléctrico en su totalidad en estas áreas particulares, o (b) donde esto no pueda evitarse debido a que es esencial para el proceso y otras áreas donde no sea factible (véase 500-2 NOTA), usar equipo eléctrico o instrumentación aprobados para la aplicación específica o consistente de sistemas intrínsecamente seguros como se describe en el Artículo 504.

**b) Clase I, División 2.** Un área Clase I, División 2, es aquella: (1) en donde se manejan, procesan o se usan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables, pero en donde normalmente los líquidos, vapores, o gases, están confinados dentro de recipientes cerrados o sistemas cerrados de donde ellos pueden escapar sólo en el caso de una ruptura accidental o avería de los recipientes o sistemas, o en el caso de una operación anormal del equipo; (2) en áreas en donde concentraciones inflamables de gases o vapores son normalmente prevenidas por medio de una ventilación mecánica positiva, y la cual puede convertirse en peligrosa por la falla o por la operación anormal del equipo de ventilación; o (3) que el área se encuentra adyacente a un área Clase I División 1, hacia donde pueden llegar ocasionalmente concentraciones inflamables de gases o vapores, a menos que la vía de comunicación se evite por medio de un adecuado sistema de ventilación de presión positiva de una fuente de aire limpio y se disponga de dispositivos adecuados para evitar las fallas del sistema de ventilación.

**NOTA 1:** Esta clasificación generalmente incluye áreas donde se usen líquidos volátiles inflamables o gases o vapores inflamables, pero que pueden volverse peligrosos, solamente en caso de accidente o de alguna condición de operación inadecuada. La cantidad de material inflamable que puede escaparse con fuerza, en caso de accidente, la suficiencia del equipo de ventilación, el área total involucrada y el historial de la industria o empresa con respecto a explosiones o incendios, son los factores que merecen consideración al determinar la clasificación y la extensión de cada área.

**NOTA 2:** No se considera que la tubería sin válvulas, los puntos de inspección, los medidores, los dispositivos similares, pueden generalmente causar condiciones de peligro, aun al usarse líquidos o gases inflamables. Las áreas usadas para el almacenamiento de líquidos inflamables o gases licuados o comprimidos dentro de recipientes sellados, no se consideran normalmente peligrosas, a menos que estén sujetas también a otras condiciones peligrosas.

**500-6. Áreas Clase II.** Las áreas Clase II, son aquellas peligrosas debido a la presencia de polvo combustible. Las áreas Clase II deberán incluir aquéllas especificadas en (a) y (b) que se enuncian a continuación:

**a) Clase II, División 1.** Un área Clase II, División I es un lugar:

**1)** En el cual bajo condiciones normales de operación hay polvo combustible en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o incendiables.

**2)** En el cual una falla mecánica o un funcionamiento anormal de una maquinaria o equipo puede causar explosión o producir mezclas explosivas, y puede también proporcionar la fuente de ignición por medio de una falla simultánea del equipo eléctrico, la operación de equipo de protección, o de otras causas.

**3)** En donde polvos combustibles que por naturaleza son eléctricamente conductivos, pueden estar presentes en cantidades peligrosas.

**NOTA:** Los polvos combustibles que son eléctricamente no-conductivos incluyen los polvos producidos en el manejo de granos y productos de los granos, azúcar pulverizada y cacao, huevo seco y leche en polvo, pastas, especias pulverizadas, almidón, papas y harinas, harinas producidas de frijoles y semillas, heno seco u otros materiales orgánicos que pueden producir polvos combustibles durante su procesamiento o manejo. Solamente los polvos del grupo E son considerados eléctricamente conductivos para el propósito de la clasificación. Los polvos que contienen magnesio o aluminio son particularmente peligrosos, y su uso debe ser con extrema precaución para evitar ignición y explosión.

**b) Clase II, División 2.** Un área Clase II, División 2, es aquella donde el polvo combustible no está generalmente en el aire, en suficiente cantidad para producir mezclas explosivas o inflamables y las acumulaciones de polvo son generalmente insuficientes para interferir con la operación normal de equipo eléctrico o de otros aparatos, pero el polvo combustible puede estar en suspensión en el aire como resultado de un ocasional mal funcionamiento del equipo de manejo o procesos y las acumulaciones de polvo combustible sobre, dentro o en la proximidad del equipo eléctrico, pueden ser suficientes para interferir con la disipación segura de calor del equipo eléctrico, o pueden incendiarse por medio de operaciones anormales o falla del equipo eléctrico.

**NOTA 1:** La cantidad de polvo combustible que puede estar presente y los sistemas adecuados para remover el polvo, son factores que requieren su consideración para determinar la clasificación y puede resultar en un área no clasificada.

**NOTA 2:** Cuando productos tales como semillas son manejadas de un modo que produzca bajas cantidades de polvo, la cantidad depositada de éste, puede no requerir su clasificación.

**500-7. Áreas Clase III.** Las áreas Clase III son aquellas peligrosas debido a la presencia de fibras o partículas volátiles de fácil ignición, pero en las cuales es poco probable que dichas partículas permanezcan en suspensión en suficientes cantidades para producir mezclas inflamables. Las áreas Clase III deben incluir aquellas especificadas en (a) y (b) descritas a continuación.

**a) Clase III, División 1.** Un área Clase III División I es aquella donde se manejan, manufacturan o usan fibras inflamables que producen partículas volátiles inflamables.

**NOTA 1:** Estas áreas generalmente incluyen algunos sitios que utilizan rayón, algodón y otros textiles; en las plantas manufactureras y procesadoras de fibras que son combustibles; desmontadoras de algodón y plantas trituradoras de semillas de algodón, plantas procesadoras de lino; plantas manufactureras de ropa, plantas de madera y establecimientos e industrias involucradas en procesos o condiciones de peligros similares.

**NOTA 2:** Entre las fibras y partículas volátiles se encuentran las de rayón, algodón (incluyendo las fibras de residuo de algodón desmontado y desperdicios de algodón), henequén, ixtle, yute, cáñamo, fibra de cocoa, estopa, desperdicio de lana, de ceiba, musgo español, virutas de maderas y otros materiales de similar naturaleza.

**b) Clase III, División 2.** Un área Clase III, División 2, es aquella donde se almacenan o manejan fibras fácilmente inflamables.

***Excepción:*** *En el proceso de manufactura.*

## ARTÍCULO 501 - ÁREAS CLASE I

**501-1. Disposiciones generales**. Las reglas generales de esta NOM se deben aplicar a las instalaciones de alambrado y equipo eléctrico en las áreas clasificadas como Clase I en 500-5.

***Excepción 1:*** *Lo que está modificado en este Artículo.*

***Excepción 2:*** *Las instalaciones de alambrado y equipo en áreas clasificadas como Clase I, Zona 0, Zona 1 o Zona 2 deben cumplir con el Artículo 505.*

**501-2. Transformadores y capacitores**

**a) Clase I, División 1.** En las áreas Clase I, División 1, los transformadores y capacitores deben cumplir con lo siguiente:

**1) Cuando contenga un líquido combustible.** Los transformadores y capacitores que contengan un líquido combustible se deben instalar únicamente en bóvedas aprobadas que cumplan con las Secciones 450-41 a 450-48 y además: (1) no debe haber puertas ni otra abertura de comunicación entre la bóveda y el área División 1; y (2) debe haber ventilación suficiente para expulsar continuamente los gases o vapores combustibles; (3) las aberturas o ductos de ventilación deben conducir a un lugar seguro fuera de la construcción, y (4) los ductos y aberturas de ventilación deben ser de una sección suficiente para disminuir las presiones de explosión dentro de la bóveda; y todas las partes de los ductos de ventilación dentro de la edificación deben ser de concreto reforzado.

**2) Cuando no contengan un líquido combustible.** Los transformadores y capacitores que no contengan un líquido combustible: Deben (1) instalarse en bóvedas de acuerdo con lo indicado en los requisitos de (a) (1) anterior o (2) estar aprobados para áreas Clase I.

**b) Clase I, División 2.** En las áreas Clase I, División 2, los transformadores y capacitores deben cumplir con las Secciones 450-21 a 450-27.

**501-3. Medidores, instrumentos y relés**

**a) Clase I, División 1.** En las áreas Clase I, División 1, los medidores, instrumentos y relés, incluyendo kilowatthorímetros, transformadores de instrumento, resistencias, rectificadores y válvulas termoiónicas, deben estar en envolventes aprobados para áreas Clase I División 1.

Los gabinetes aprobados para áreas Clase I, División 1, incluyen (1) envolventes a prueba de explosión, y (2) envolventes purgados y presurizados.

**b) Clase I, División 2.** En las áreas Clase I, División 2, los medidores, aparatos de medición y relés deben cumplir con lo siguiente:

**1) Contactos.** Los desconectadores, interruptores automáticos, así como los contactos de cierre y apertura de los pulsadores, relés, sirenas, y campanas de alarma, deben tener envolventes aprobados para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo especificado en el punto (a) anterior.

***Excepción:*** *Se permiten envolventes de uso general si los contactos de interrupción de corriente eléctrica, están:*

***a.*** *Sumergidos en aceite.*

***b.*** *Encerrados en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases o vapores.*

***c.*** *En circuitos no-inflamables; o*

***d.*** *Son parte de un componente no-inflamable aprobado.*

**2) Resistencias y equipo similar.** Las resistencias, dispositivos con resistencias, válvulas termoiónicas, rectificadores y equipo similar, usados en conexión o dentro de aparatos de medición, instrumentos y relés, deben cumplir con el requisito (a) anterior.

***Excepción:*** *Se permiten envolventes de uso general, si estos equipos no tienen contactos de cierre y apertura o deslizantes, si cumple lo previsto en (b)(1) anterior y si la temperatura máxima de operación de cualquier superficie expuesta no excede de 80% de la temperatura de ignición (°C), del gas o vapor involucrado, o se pruebe y se encuentre incapaz de provocar la ignición de dicho gas o vapor. Esta excepción no aplica a tubos termoiónicos.*

**3) Sin contactos de cierre o apertura.** Los devanados de los transformadores, las bobinas de impedancia, los solenoides y otros devanados que no lleven contactos deslizantes o de cierre y apertura, pueden estar en envolventes de uso general.

**4) Ensambles de uso general.** Cuando un ensamble está formado por componentes para los cuales son aceptables las envolventes de uso general, según (b)(1), (b)(2) y (b)(3) anteriores, se puede aceptar una envolvente única de uso general para todos ellos, si dicho ensamble comprende algunos de los equipos descritos en (b)(2) anterior, debe indicarse clara y visiblemente en la parte externa del gabinete, la temperatura máxima a que puede llegar cualquiera de los componentes. Como alternativa se permite marcar el equipo aprobado para indicar la temperatura máxima para la cual está aprobado, usando los números de identificación de la Tabla 500-3(d).

**5) Fusibles.** Donde se permitan envolventes o cajas de uso general, según (b)(1), (b)(2), (b)(3) y (b)(4) anteriores, los fusibles para protección contra sobrecorriente de los circuitos de instrumentos, no sujetos a sobrecarga bajo uso normal, pueden montarse en envolventes de uso general, si cada fusible es precedido por un desconectador que cumpla con (b)(1) anterior.

**6) Conexiones.** Para facilitar el reemplazo, los instrumentos de control de procesos pueden conectarse por medio de cordones flexibles, clavijas y receptáculos si se cumplen todas las condiciones que siguen: (1) se tenga un desconectador que cumpla con lo previsto en b)(1) anterior, para que la interrupción no se haga en la clavija; (2) la corriente eléctrica no es mayor de 3 A en 120 o 127 V nominal; (3) el cordón de alimentación no debe ser mayor de 90 cm, si es de un tipo aprobado para uso extrarudo o, para uso rudo si está protegido por su ubicación, y se alimenta a través de una clavija y receptáculo de tipo de retención mecánica con conexión de puesta a tierra; (4) solamente se instalan los receptáculos necesarios, y (5) cada receptáculo lleva un letrero que indique "no desconectar bajo carga".

**501-4. Métodos de alambrado.** Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en los incisos (a) y (b) que se enuncian a continuación:

**a) Clase I, División 1.** Las áreas Clase I, División 1, se deben alambrar en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado. Todas las cajas, accesorios y uniones deben tener conexiones roscadas para la unión del tubo *(conduit)* y deben ser a prueba de explosión. Las uniones roscadas deben entrar por lo menos con cinco cuerdas completas de rosca. Donde sea necesario emplear conexiones flexibles, como en las terminales de motores, se deben usar accesorios flexibles, aprobados para áreas Clase I.

***Excepción 1:*** *En establecimientos industriales con acceso público restringido, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que únicamente personal calificado realiza el servicio de instalación, se permite el uso de cable tipo MC, aprobado para áreas Clase I, División 1, con cubierta continua de aluminio*

*corrugado hermético al gas y vapor, con cubierta exterior de material polimérico adecuado, separado de conductores de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-95, y proveído con accesorios terminales aprobados para la aplicación específica.*

**NOTA:** Véase 334-3 y 334-4 para restricciones en el uso del cable tipo MC.

Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, como en terminales de motor, se deben usar accesorios flexibles aprobados para áreas Clase I.

***Excepción 2:*** *Como se indica en 501-11.*

**b) Clase I, División 2.** En las áreas Clase I, División 2 el método de alambrado empleado debe ser en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado envolventes de canalizaciones prealambradas selladas, ductos metálicos sellados, o cables tipo PLTC, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 725, o con cable ITC en soporte para cables tipo charola, en sistemas de tubería soportados por un cable mensajero, o directamente enterrado cuando el cable esté aprobado para este uso, cables tipos MC, MV o TC usando accesorios terminales para el método de cableado empleado; los cables tipo PLTC, MC, MV, TC o ITC pueden instalarse en soportes para cables tipo de charola, y de tal manera que se eviten los esfuerzos de tensión mecánica en los accesorios terminales. Las cajas, accesorios y uniones no necesitan ser a prueba de explosión, salvo lo requerido en 501-3(b)(1), 501-6(b)(1) y 501-14(b)(1). Donde una provisión debe ser hecha por flexibilidad limitada, como en las terminales de motores se deben usar accesorios metálicos flexibles, tubo *(conduit)* metálico flexible con accesorios aprobados, tubo *(conduit)* metálico flexible a prueba de líquidos con accesorios adecuados, tubo *(conduit)* no metálico flexible a prueba de líquidos con accesorios aprobados, cordón flexible aprobado para uso extra rudo y provisto de accesorios aprobados. El cordón debe tener un conductor adicional para puesta a tierra.

**NOTA:** Véase 501-16 (b), requerimientos para puesta a tierra cuando se usa tubo *(conduit)* flexible.

***Excepción:*** *Se permite el alambrado en circuitos no-inflamables usando cualquiera de los métodos de instalación para áreas normales.*

**501-5. Sellado y drenado.** Los sellos en tubo *(conduit)* y en sistemas de cables deben cumplir con los requisitos dados a continuación desde (a) a (f). El compuesto sellador debe ser del tipo aprobado para las condiciones y uso.

**NOTA 1:** Se deben proveer sellos en tubo *(conduit)* y en cables para minimizar el paso de gases y vapores e impedir el paso de flamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través del tubo *(conduit)*. A menos que estén específicamente diseñados y probados para tal propósito, los sellos de tubo *(conduit)* y cables no están destinados a prevenir el paso de líquidos, gases o vapores bajo una continua presión diferencial a través del sello. Aun con diferencias de presión a través del sello equivalente a algunos kPa, puede existir un paso lento de gas o vapor a través del sello y a través de los conductores que atraviesan el sello; véase 501-5(e)(2). Las temperaturas extremas y los líquidos y vapores, altamente corrosivos pueden afectar la eficacia de los sellos para ejecutar la función asignada; véase 501-5(c)(2).

**NOTA 2:** Las fugas de gas o vapor y la propagación de flama pueden ocurrir a través de los intersticios entre los hilos de los conductores con cables de tamaño nominal no-mayores a 33,6 $mm^2$ (2 AWG). Los conductores de construcciones especiales, por ejemplo, de hilos compactados o el sellado individual de los hilos, significan una reducción de fugas y previenen la propagación de la flama.

**a) Sellos en tubo *(conduit)*, áreas Clase I, División 1.** En las áreas Clase I, División 1, se deben localizar los sellos como sigue:

**1)** En cada tramo de tubo *(conduit)* que entra en una envolvente de desconectadores, interruptores automáticos, fusibles, relés, resistencias u otros aparatos que puedan producir arcos, chispas o altas temperaturas en operación normal. Los sellos deben colocarse lo más cerca posible de las envolventes y a no-más de 45 cm de ellos. Las uniones a prueba de explosión, codos, reducciones y cajas de paso tipo L, T y Cruz, son las únicas envolventes o conexiones permitidas entre el sello y la envolvente del aparato: Las cajas de paso no deben ser mayores que el tamaño nominal mayor del tubo *(conduit)*.

***Excepción:*** *Tubo (conduit) de tamaño nominal de 38 mm o menor que entre a una envolvente a prueba de explosión en donde se encuentren desconectadores, interruptores automáticos, fusibles, relés, u otro aparato que pueda producir arcos o chispas, no necesitan llevar sello si los contactos que interrumpen la corriente eléctrica están:*

***a.*** *En una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases o vapores.*

***b.*** *Sumergidos en aceite, de acuerdo con lo especificado en 501-6(b)(1)(2).*

***c.*** *En una cámara a prueba de explosión sellada de fábrica en una envolvente aprobado para el área y marcado como sellado de fábrica o su equivalente.*

**NOTA:** Las envolventes selladas de fábrica no son útiles para sellar otra envolvente adyacente a prueba de explosión que requiere el uso del sello.

**2)** En cada tubo *(conduit)* de tamaño nominal de 51 mm o mayor que entra en una envolvente o accesorio donde hay terminales, derivaciones o empalmes, y a menos de 45 cm de dicha envolvente o accesorio.

**3)** Cuando dos o más envolventes, para las cuales se requieren sellos de acuerdo con lo indicado en (a)(1) y (a)(2) anteriores, están unidos por niples o por tramos de tubo *(conduit)* a una longitud no-mayor de 91,4 cm, es suficiente colocar un solo sello en cada niple o tramo de tubo *(conduit)*, si tal sello no dista más de 45 cm de cada envolvente.

**4)** En cada tramo de tubo *(conduit)* que sale de un área peligrosa Clase I, División 1, el sello debe colocarse en cualquier lado del límite de dicha área, a no-más de 3 m del límite, pero debe estar diseñado e instalado de tal forma que minimice la cantidad gas o vapor que pueda entrar al tubo *(conduit)* dentro del área División 2, y se comunique por el tubo *(conduit)* más allá del sello. No deberá haber unión, acoplamiento, caja o accesorio en el tubo *(conduit)*, excepto las reducciones aprobadas a prueba de explosión en el sello, entre el sello y el punto en que el tubo *(conduit)* sale del área peligrosa División 1.

***Excepción:*** *El tubo (conduit) metálico que pase a través de un área Clase I, División 1, sin uniones, acoplamientos, cajas o accesorios, sin accesorios a menos de 30 cm de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos de terminación del tubo (conduit) continuo estén en áreas no clasificadas.*

**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 como sigue:

**1)** En las conexiones de tubo *(conduit)* a una envolvente a prueba de explosión que requieren ser aprobados para áreas Clase I, los sellos deben cubrir (a)(1), (a)(2) y (a)(3) anteriores. Todos los tramos de tubo *(conduit)* o niples comprendidos entre el sello y la envolvente deben cumplir con el Artículo 501-4 (a).

**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, pero debe estar diseñado e instalado de tal forma que minimice la cantidad de gas o vapor que pueda entrar al tubo *(conduit)* dentro del área División 2, y se comunique por el tubo *(conduit)* más allá del sello. Se debe usar tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado entre el sello y el punto en que el tubo *(conduit)* sale del área División 2, y se debe usar una conexión roscada en el sello. No debe haber unión, caja o accesorio en el tubo *(conduit)* a excepción de las reducciones aprobadas a prueba de explosión en el sello, entre el sello y el punto en que el tubo *(conduit)* sale del área peligrosa División 2.

***Excepción 1:*** *Tubo (conduit) metálico continuo que pase a través de un área Clase I, División 2, sin uniones, acoplamientos, cajas o accesorios, sin accesorios a menos de 30 cm de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos de terminación del tubo (conduit) estén en áreas no-clasificadas.*

***Excepción 2:*** *Tubo (conduit) que termine en un área no-clasificada, en donde se utilizó un método de alambrado de transición como el de soporte para cables tipo charola, canalizaciones prealambradas, ducto ventilado, o alambrado al descubierto, 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 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 envolventes o cuarto que no es clasificado como resultado de la aplicación de presurización tipo Z en un área Clase I, División 2, no requiere un sello en el límite del área.*

***Excepción 4:*** *Los segmentos de tubo (conduit) no-enterrados, no requieren ser sellados cuando pasen a través de un área Clase I, División 2 a una no-clasificada si se reúnen las siguientes condiciones:*

***a.*** *Ninguna parte del segmento del tubo (conduit) que pase a través del área Clase I, División 1 contiene uniones, cajas o accesorios dentro de 30 cm del área Clase I, División 1.*

***b.*** *El segmento del tubo (conduit) está localizado por completo en áreas exteriores.*

***c.*** *El segmento del tubo (conduit) no está directamente conectado a bombas selladas, conexiones de servicio o proceso para flujo, presión, o análisis de medición, o cualquier otro similar, que dependen únicamente de un sello de compresión, diafragma o tubería para prevenir fluidos inflamables o combustibles provenientes totalmente del tubo (conduit).*

***d.*** *El segmento del tubo (conduit) contiene únicamente tubo (conduit) metálico roscado, uniones, reducciones, cajas tubo (conduit) y accesorios en el área no clasificada.*

***e.*** *El segmento del tubo (conduit) está sellado a 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.** Donde se requieran sellos en áreas Clase I, Divisiones 1 y 2, éstos deben cumplir con lo siguiente:

**1) Accesorios.** Las envolventes para conexiones o para equipo deben estar provistas de medios integrales aprobados para sellar, o de sellos aprobados para áreas Clase I. Los sellos deben ser accesibles.

**2) Compuesto sellador.** El compuesto sellador debe estar aprobado para ese uso y debe proveer un sellado hermético contra el paso de gases o vapores. El compuesto no debe ser alterado por la atmósfera o por los líquidos que lo rodean y no debe tener un punto de fusión menor de 93 °C.

**3) Espesor del compuesto sellador.** El espesor del compuesto sellador en un sello terminado no debe ser menor del tamaño nominal del tubo *(conduit)* y, en ningún caso, menor de 1,6 cm.

***Excepción:*** *Los accesorios aprobados para el sello de cables no requieren tener un espesor mínimo igual al tamaño nominal del accesorio.*

**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) Ensambles.** En un ensamble donde algún equipo que pueda producir arcos, chispas, o altas temperaturas, esté localizado en un compartimento separado de otro donde haya empalmes y derivaciones, y un sello integral es provisto donde los conductores pasan de un compartimento a otro, el ensamble completo debe estar aprobado para áreas Clase I. En áreas Clase I, División 1, se deben proveer sellos en las entradas de tubo *(conduit)* a compartimentos que tengan empalmes o derivaciones, cuando sea requerido por (a)(2) anterior.

**6) Por ciento de ocupación de cables.** El área de la sección transversal de los conductores permitidos en un sello, no debe exceder 25% del área de la sección transversal interior del tubo *(conduit)* del mismo tamaño nominal a menos que sea específicamente aprobado para por cientos de ocupación más altos.

**d) Sellado de cables en áreas Clase I, División 1.** En áreas Clase I, División 1, el sellado de cables debe ser localizado como se indica a continuación:

**1)** El cable debe ser sellado en todas sus terminales. El sello debe cumplir con (c) anterior. Los cables multiconductores tipo MC con cubierta continua de aluminio corrugado hermético a gas y a vapor y cubierta completa de material polimérico adecuado, deben ser sellados con un accesorio aprobado después de ser removido el forro y cualquier otra cubierta, a fin de que el compuesto sellador rodee cada conductor individualmente aislado, de tal manera que minimice el paso de gases y vapores.

**2)** Los cables con cubierta hermética a gas y a vapor, capaz de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, se deben sellar en el área peligrosa División 1, después de retirar la cubierta y cualquier otro revestimiento de manera que el compuesto sellador cubra a cada conductor individual, así como a la cubierta exterior del conjunto.

***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 por el sello del cable en la tubería dentro de 45 cm de la caja y de la terminación del cable con la caja, por los medios aprobados para minimizar la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de la flama dentro del núcleo del cable o por otros métodos aprobados. Para cables blindados y cables dúplex, no se requiere remover el material de blindaje o separar los pares del cable.*

**3)** Cada cable multiconductor en tubo *(conduit)* debe ser considerado como un conductor sencillo 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) Sellado de cables en áreas Clase I, División 2.** En áreas Clase I, División 2, los sellos de cables se deben colocar como sigue:

**1)** Los cables que entran en envolventes que requieran ser aprobadas para áreas Clase I, se deben sellarse en el punto de entrada. El sello debe cumplir con (b)(1) anterior. Los cables multiconductores con una cubierta continua hermética a gas y a vapor, capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo se deben sellar con un accesorio aprobado para área División 2 después de quitar la cubierta y cualquier otro revestimiento, de manera que el compuesto sellador rodee cada conductor individual y que reduzca el paso de gases y vapores. Los cables multiconductores en tubo *(conduit)* se deben sellar como se indica en (d) anterior.

**2)** Los cables con cubierta continua hermética a gas y a 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 ser sellados, excepto por lo indicado en (1) anterior; la longitud mínima de ese tramo de cable no debe ser menor que la longitud que limita el flujo de gas o vapor a través del núcleo del cable a una relación permitida para los dispositivos de sellado de 198 $cm^3$/hr de aire a una presión de 1,5 kPa.

**NOTA:** El núcleo del cable no incluye los intersticios entre los hilos del conductor.

**3)** Los cables con una cubierta continua hermética a gas y a 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 un exceso de presión de 1,5 kPa que se ejerza en la terminal del cable, en cuyo caso se debe proveer un sello, barrera, u otro medio para prevenir la propagación de flama dentro de un área sin clasificar.

***Excepción:*** *Los cables con cubiertas que no se rompan, herméticas al gas y al vapor y que pasen de manera continua de un área Clase I, División 2, podrán instalarse sin sellos.*

**4)** Los cables que no tengan una cubierta continua hermética a gas y a vapor, se deben sellar en los límites de la División 2 y las áreas clasificadas no-peligrosas, de tal manera que minimice el paso de gases y vapores al área no-peligrosa.

**NOTA:** La protección mencionada en (d) y (e) anteriores puede ser de material metálico o no-metálico.

**f) Drenado**

**1) Equipo de control.** Donde exista la posibilidad de que líquidos u otros vapores condensados puedan ser atrapados dentro de envolventes o para el equipo de control, o en cualquier punto del sistema de canalización, se deben proveer 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 uniones y tubo *(conduit)* de manera que se reduzca al mínimo la entrada de líquido en ellos. Cuando se juzgue necesario, los medios para prevenir la acumulación o para permitir un drenaje periódico, éstos deben venir incorporados de fábrica y se consideran como parte integral de la máquina.

**3) Bombas selladas, conexiones de proceso o servicio y similares.** En las bombas selladas, conexiones de proceso para flujo, presión o análisis de medida y similares, que tienen un solo sello de compresión, diafragma o tubo para prevenir que los fluidos combustibles o inflamables entren en tubo *(conduit)* o en cables de la instalación eléctrica, se debe instalar un sello o una barrera u otro medio adicional aprobado para prevenir que los fluidos combustibles o inflamables entren al sistema de tubo *(conduit)* o cables, más allá de los dispositivos o medios adicionales, si falla el sello principal.

El sello adicional aprobado o la barrera y la envolvente de conexión deben reunir las condiciones de temperatura y presión a las cuales estarán sujetas en caso de falla del sello primario, a menos que otros medios aprobados sean proporcionados para cumplir el propósito anterior.

Los drenes, respiraderos u otros medios se deben proveer de manera que las fugas del sello principal sean obvias.

**NOTA:** Véanse notas en 501-5.

**501-6. 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 las estaciones de botones, relés y dispositivos similares deben estar en envolventes y, en cada caso el conjunto de la envolvente 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 lo siguiente:

**1) Tipo requerido.** Los medios de desconexión, controladores de motores e interruptores automáticos, destinados para interrumpir la corriente eléctrica durante su funcionamiento normal, deben estar contenidos en envolventes aprobados para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en 501-3 (a), a menos que se instalen en envolventes de uso general y: (1) la interrupción de la corriente eléctrica se haga dentro de una cámara herméticamente sellada que impida la entrada de gases o vapores; (2) los contactos de cierre o apertura sean de uso general y estén sumergidos en aceite por lo menos 5 cm, para los de potencia, y 2,5 cm para los de control; (3) la interrupción de corriente eléctrica ocurra dentro de una cámara a prueba de explosión sellada de fábrica para uso en áreas Clase I, o (4) el dispositivo sea de estado sólido y el control de interrupción no tenga contactos, donde la temperatura superficial no exceda 80% la temperatura de ignición (°C) del gas o vapor involucrado.

**2) Desconectadores aisladores.** Los desconectadores con o sin fusibles y los fusibles y los desconectadores de aislamiento para transformadores o para bancos de capacitores que no estén destinados para interrumpir la corriente eléctrica durante el funcionamiento normal para el cual han sido instalados, pueden instalarse en gabinetes de uso general.

**3) Fusibles.** Los fusibles de cartucho o enchufables para la protección de motores, aparatos y lámparas y otros dispositivos como los que se indican en (b)(4) siguiente, se pueden usar si se colocan en envolventes aprobados para el área donde se instalen. También se pueden usar fusibles en envolventes de uso general, si están aprobados para el uso 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 no indicador, limitador de corriente eléctrica, con filamento de plata inmerso en arena.

**4) Fusibles o interruptores automáticos, para protección de sobrecorriente.** Cuando se instalen no-más de diez juegos de fusibles en envolventes aprobadas, o no-más de diez interruptores automáticos, los cuales se considera que no se usarán como medio de desconexión de los circuitos, sino para la protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados o de los alimentadores, en cualquier cuarto, área o sección de Clase I, División 2; se permite el uso de envolventes de uso general para los fusibles o para los interruptores automáticos, si éstos son para la protección de circuitos derivados o de alimentadores que alimenten lámparas en posiciones fijas únicamente.

**NOTA:** Se entiende por juego de fusibles aquel que está formado por todos los fusibles necesarios para proteger todos los conductores no aterrizados de un circuito. Por ejemplo, un conjunto de tres fusibles que protege a un circuito trifásico o un fusible único que protege al conductor de fase de un circuito monofásico de dos hilos, se consideran como juegos de fusibles.

Los fusibles que cumplan con el inciso (b)(3) anterior no requieren incluirse en la cuenta de diez juegos permitidos en los envolventes de uso general.

**5) Fusibles internos para aparatos de alumbrado.** Los fusibles de cartucho aprobados se permiten como protección suplementaria dentro de los aparatos de alumbrado.

**501-7. Transformadores de control y resistencias.** Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizados como o en conjunto 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 envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en 501-3(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 501-6(b).

**2) Bobinas y devanados.** Se permite el uso de gabinetes de uso general para devanados de transformadores, solenoides y bobinas de impedancia.

**3) Resistencias.** Las resistencias deben proveerse en envolventes y el conjunto debe estar aprobado para áreas Clase I, a menos que las resistencias no sean variables y que la máxima temperatura de operación no exceda 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor involucrado (°C), o que hayan sido probadas y encontradas incapaces de incendiar al gas o al vapor.

**501-8. Motores y generadores**

**a) Clase I, División 1.** En las áreas Clase I, División 1, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotativas deben ser: (1) aprobados para áreas Clase I, División 1; (2) de tipo completamente cerrado y con ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio y con descarga a un área segura, dispuesta para prevenir que la máquina se energice hasta que la ventilación haya sido estabilizada y la envolvente haya sido purgada con aire limpio por al menos diez veces el volumen del aire y con un arreglo que desenergice el equipo automáticamente en caso de falla del sistema de ventilación; (3) de tipo totalmente cerrado lleno de gas inerte con una fuente adecuada y segura de gas inerte para presurizar la envolvente, proveída con dispositivos para asegurar una presión positiva en la envolvente y con un arreglo que desconecte el equipo automáticamente si falla la alimentación del gas; o (4) de un tipo diseñado para estar inmerso en un líquido que sólo es inflamable en caso de estar vaporizado y mezclado con el aire, o en gas o en vapor a una presión mayor que la atmosférica y el cual sólo es inflamable en mezcla con aire; la máquina debe estar dispuesta para prevenir que energice mientras no haya sido purgada con el líquido o gas para sacar el aire y se interrumpa automáticamente la corriente eléctrica en caso de falla de suministro del líquido, gas o vapor y cuando la presión de éstos baje a la atmosférica.

Los motores totalmente cerrados de los tipos (2) y (3) no deben tener ninguna superficie externa a una temperatura de operación mayor a 80% la temperatura de ignición (°C), del gas o vapor involucrado. Se deben proporcionar dispositivos apropiados para detectar y automáticamente desenergizar al motor o proporcionar una alarma adecuada si se presenta cualquier incremento de temperatura del motor más allá del límite de diseño. 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 demás maquinarias eléctricas rotativas en las que se utilicen contactos deslizantes, mecanismos de conexión y desconexión centrífuga o de otros tipos (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente, sobrecarga y sobrecalentamiento del motor), o dispositivos resistores integrados al motor, ya sea durante el arranque o en marcha, deben estar aprobados para áreas Clase I, División 1, a menos que tales contactos deslizantes, mecanismos de conexión y desconexión y dispositivos resistores, estén encerrados en envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 2, de acuerdo con lo indicado en 501-3(b).

La superficie expuesta de calentadores de ambiente, usados para prevenir la condensación de humedad durante periodos de falla, no debe exceder 80% la temperatura de ignición (°C) del gas o del vapor involucrado cuando operen a tensión eléctrica nominal, y la máxima temperatura superficial (basada en temperatura ambiente de 40 °C) debe ser marcada de forma permanente en una placa visible sobre el motor, de otra manera los calentadores deben estar aprobados para áreas Clase I, División 2.

En áreas Clase I, División 2, se permite el empleo de motores abiertos o cerrados que no sean a prueba de explosión, tales como motores de inducción de jaula de ardilla, siempre y cuando no tengan escobillas, mecanismos de conexión y desconexión, u otros dispositivos similares que produzcan arcos eléctricos.

> **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 arqueo 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 la presencia de gases o vapores incendiables estén en suspensión, puede ser necesario el purgado con aire limpio antes y durante los periodos de arranque.

**501-9. 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 para las cuales está aprobada. 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 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 de 30 cm se deben fijar de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales con medios efectivos a no-más de 30 cm por arriba del extremo inferior 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 cm 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 aprobados para áreas Clase I.

**b) Clase I, División 2.** En las áreas Clase I, División 2, las luminarias deben cumplir con lo siguiente:

**1) Equipo portátil de iluminación.** Los equipos portátiles de iluminación deben cumplir con lo previsto en el inciso anterior (a) (1).

***Excepción:*** *Se permite un equipo de iluminación portátil montado sobre soportes móviles y conectado por medio de cordones flexibles como se especifica en 501-11, cuando montado en cualquier posición, cumple con 501-9(b)(2) siguiente.*

**2) Luminarias fijas.** Las luminarias para alumbrado fijo deben protegerse contra daño físico por medio de guardas apropiadas o por su propia ubicación. Donde haya peligro de chispas o de metal caliente provenientes de las lámparas o luminarias que puedan provocar la ignición de concentraciones localizadas de gases o vapores inflamables, es preciso proveer envolventes adecuadas u otros medios efectivos de protección. Cuando las lámparas son del tipo o tamaño que puedan en condiciones normales de operación, alcanzar temperaturas superficiales que excedan 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor involucrado (°C), las luminarias deben cumplir con (a)(1) anterior, o ser de un tipo que haya sido probado para determinar la capacidad de temperatura o el marcado de la temperatura de operación.

**3) Luminarias colgantes.** Las luminarias deben suspenderse por medio de tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado o por otros dispositivos aprobados. Los tubos de longitud mayor a 30 cm se deben fijar de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales, con medios adecuados a no-más de 30 cm de altura sobre el extremo inferior del tubo, o bien se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conectador flexible aprobado para este propósito y colocado a no-más de 30 cm del punto de sujeción a la caja o al accesorio de soporte.

**4) Desconectadores.** Los desconectadores que formen parte de una luminaria ensamblada o de un portalámparas individual deben cumplir con lo indicado en 501-6 (b)(1).

**5) Equipo de arranque.** El equipo de arranque y control de las lámparas de descarga debe cumplir con lo indicado en 501-7(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.*

**501-10. Equipo de utilización**

**a) Clase I, División 1.** En las áreas Clase I, División 1, todo 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 equipo de utilización debe cumplir con lo siguiente:

**1) Calentadores.** El equipo de utilización calentado eléctricamente debe cumplir con cualquiera de las condiciones siguientes:

**a.** El calentador no debe exceder 80% de la temperatura de ignición (°C) 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% de su tensión eléctrica nominal.

***Excepción 1:*** *Para los calentadores de ambiente contra la condensación con motor montado, véase la Sección 501-8(b).*

***Excepción 2:*** *Se utiliza un dispositivo limitador de corriente eléctrica en el circuito del calentador para limitar su corriente a valores menores que los requeridos para elevar la temperatura superficial del calentador al 80% de la temperatura de ignición.*

**b.** El calentador debe estar aprobado para áreas Clase I, División 1.

***Excepción:*** *La resistencia eléctrica del calentador se ha aprobado para áreas Clase I, División 2.*

**2) Motores.** Los motores de accionamiento de equipo de utilización deben cumplir con lo indicado en 501-8(b).

**3) Desconectadores, interruptores automáticos y fusibles.** Los desconectadores, interruptores automáticos y fusibles deben cumplir con lo indicado en 501-6(b).

**501-11. Cordones flexibles Clase I, Divisiones 1 y 2.** Se permite el uso de cordones flexibles para hacer conexiones entre luminarias portátiles y otros equipos portátiles de utilización a la parte fija de su circuito de alimentación. Se permite el uso de cordones flexibles en aquella sección del circuito donde los métodos fijos de instalación indicados en 501-4(a) no pueden proporcionar el grado de movimiento necesario para fijar y mover equipo eléctrico de utilización, en un establecimiento industrial donde las condiciones de mantenimiento y servicio de ingeniería aseguren que únicamente personal calificado instala y da servicio a las instalaciones, y el cordón flexible es protegido por su ubicación o por guardas para evitar daño. El cordón flexible debe ser continuo. Cuando se use el cordón flexible, debe: (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 conectado a las terminales o a los conductores de alimentación de manera apropiada; (4) estar soportado por abrazaderas u otros medios adecuados, de manera que no se ejerza tensión mecánica sobre las terminales de conexión; (5) estar provisto de sellos adecuados donde el cordón flexible entra a la caja, accesorio o envolvente del tipo a prueba de explosión.

***Excepción:*** *Lo previsto en 501-3(b)(6) y 501-4 (b).*

Las bombas eléctricas sumergibles que tienen medios de extracción, sin entrar al foso húmedo, deben considerarse equipo de utilización portátil. Se permite la extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre el foso húmedo y la fuente de alimentación.

Los mezcladores eléctricos diseñados para entrar y salir de tanques de mezclado de tipo abierto o tinas, deben ser considerados equipo portátil de utilización.

> **NOTA:** Véase la Sección 501-13 para cordones flexibles expuestos a líquidos que tengan un efecto deteriorante sobre el aislamiento del conductor.

**501-12. Receptáculos y clavijas, Clase I, Divisiones 1 y 2.** Los receptáculos y clavijas deben ser de un tipo que provean la conexión al conductor de puesta a tierra de un cordón flexible y debe estar aprobado para el área.

***Excepción:*** *Como es previsto en la Sección 501-3(b)(6).*

**501-13. Aislamiento de los conductores, Clase I, Divisiones 1 y 2**. Cuando los vapores o líquidos condensados puedan depositarse sobre el aislamiento de los conductores, o entren en contacto con él, dicho aislamiento debe ser del tipo aprobado para dichas condiciones, o estar protegido por una cubierta de plomo u otros dispositivos aprobados.

**501-14. 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 501-4(a) y 501-5(a) y (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 lo siguiente:

**1) Contactos.** Los desconectadores, interruptores automáticos, y contactos de cierre y apertura de estaciones de botones, relés, campanas y sirenas, deben estar en envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en 501-3(a).

***Excepción:*** *Se permiten envolventes de uso general si los contactos de interrupción de corriente eléctrica están:*

***a.*** *Sumergidos en aceite.*

***b.*** *Encerrados en cámaras herméticamente selladas contra la entrada de gases o vapores.*

***c.*** *En circuitos no-inflamables.*

***d.*** *Parte de un componente no-inflamable aprobado.*

**2) Resistencias y equipo similar.** Las resistencias, dispositivos resistores, tubos termoiónicos, rectificadores y equipo similar, deben cumplir con 501-3(b)(2).

**3) Protecciones.** Se deben proveer envolventes para los dispositivos de protección contra descargas por rayos. Se permite que tales envolventes sean del tipo de uso general.

**4) Alambrado y sellado.** Todo el alambrado debe cumplir con 501-4(b) y 501-5(b) y (c).

**501-15. Partes vivas, Clase I, Divisiones 1 y 2.** No debe haber partes eléctricamente vivas al descubierto.

**501-16. Puesta a tierra, Clase I, Divisiones 1 y 2.** El alambrado y equipo para áreas Clase I, Divisiones 1 y 2, deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y con los incisos siguientes:

**a) Puenteado.** Para propósitos de puenteado no se debe depender de contactos con conector, tuerca y contratuerca, sino que se deben usar puentes de unión con accesorios adecuados u otros medios de unión aprobados. Tales medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes y similares que intervengan entre las áreas Clase I y el punto de puesta a tierra para el equipo de acometida o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

***Excepción:*** *Los medios específicos de unión solamente se requieren en el punto de puesta a tierra del medio de desconexión del edificio, tal como se indica en 250-24(a), (b) y (c), considerando que la protección de los circuitos derivados está localizada en el lado de los medios de desconexión de la carga.*

> **NOTA 1:** Véase 250-78 para requerimientos adicionales de unión en áreas clasificadas como peligrosas.

**NOTA 2:** Para un sistema de puesta a tierra, el punto de puesta a tierra mencionado en la excepción es el punto donde el conductor del circuito de puesta a tierra es conectado al electrodo del conductor de puesta a tierra.

**b) Tipos de conductores para puesta a tierra de equipo.** Cuando se utilice tubo *(conduit)* metálico flexible o metálico hermético a los líquidos como se permite en 501-4(b), y se dependa de ellos para completar una trayectoria exclusiva para puesta a tierra de equipo, deben ser instalados con puentes de unión internos o externos en paralelo con cada tubo *(conduit)* y cumplir con lo indicado en 250-79.

***Excepción:*** *En las áreas Clase I, División 2, el puente de unión se puede suprimir cuando se cumplen las condiciones siguientes:*

***a.*** *Cuando se use* tubo *(conduit) metálico flexible hermético a líquidos aprobado de una longitud de 1,80 m o menos, con accesorios aprobados para puesta a tierra.*

***b.*** *La protección contra sobrecorriente en el circuito se limite a 10 A o menos.*

***c.*** *La carga no sea carga de potencia (fuerza).*

**501-17. Apartarrayos**

**a) Clase I, División 1.** Los apartarrayos incluyendo su instalación y conexión deben cumplir con el Artículo 280. Los apartarrayos y capacitores deben instalarse en envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 1. Los capacitores para protección de picos deben ser del tipo diseñado para el servicio específico.

**b) Clase I, División 2.** Los apartarrayos no deben provocar arcos, tales como el varistor de óxido metálico (VOM) tipo sellado, y los capacitores para protección de picos deben ser del tipo diseñado para ese uso específico. Su instalación y conexión deben cumplir con el Artículo 280. Otros tipos de protección contra sobretensión eléctrica diferentes a los descritos anteriormente, deben instalarse en envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 1.

**501-18. Circuitos derivados multiconductores.** No se permiten en áreas Clase I, División 1, circuitos derivados multiconductores.

***Excepción:*** *Cuando el dispositivo de desconexión para el circuito, abre todos los conductores de fase del circuito multiconductor simultáneamente.*

## ARTÍCULO 502 - ÁREAS CLASE II

**502-1. Disposiciones generales**. Las reglas generales de esta NOM se aplican al alambrado y equipo eléctrico en las áreas clasificadas como Clase II en 500-6.

***Excepción:*** *Como se modifique en esta Sección.*

**A prueba de ignición de polvo"** significa en este Artículo: Encerrado de tal manera que no permita la penetración de polvo y que cuando la instalación y su protección estén hechas de acuerdo con lo indicado en esta NOM, no permitan tampoco que arcos, chispas o calor generado o liberado dentro de la envolvente cause la ignición de las acumulaciones externas o suspensiones atmosféricas de un polvo específico sobre o en las cercanías de la envolvente.

El equipo instalado en áreas Clase II debe ser capaz de funcionar a su capacidad plena sin desarrollar temperaturas superficiales lo bastante altas para provocar una deshidratación excesiva o una carbonización gradual de cualquier depósito de polvos orgánicos que pueda ocurrir allí.

**NOTA:** El polvo que es carbonizado o secado en forma excesiva es altamente susceptible a la ignición espontánea.

El equipo y el alambrado del tipo definido en el Artículo 100 como a prueba de explosión, no debe ser requerido y no debe ser aceptado en áreas Clase II, a menos que esté aprobado para esas áreas.

Cuando existan polvos del Grupo E, en áreas Clase II en cantidades peligrosas, se definirán solamente como áreas División 1.

**502-2. Transformadores y capacitores**

**a) Áreas Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, los transformadores y capacitores deben cumplir con lo siguiente:

**1) Cuando contienen líquido combustible.** Los transformadores y capacitores que contengan líquido combustible deben instalarse solamente en bóvedas aprobadas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48 y además: (1) las puertas u otras comunicaciones abiertas con el área División 1, deben tener puertas contra fuego que se cierren automáticamente a ambos lados de la pared, ajustadas cuidadosamente y dotadas de sellos adecuados (tales como bandas contra 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 en el exterior, y (3) disponer de válvulas adecuadas de descarga de sobrepresión en comunicación con el exterior.

**2) Cuando no contienen líquido combustible.** Los transformadores y los capacitores que no contengan líquido combustible deben: (1) instalarse en bóvedas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48, o (2) ser de un tipo aprobado para áreas Clase II como un ensamble completo, incluyendo sus terminales de conexión para áreas Clase II.

**3) Polvos metálicos.** Ningún transformador o capacitor deben instalarse en donde puedan estar presentes polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce-aluminio, u otros metales de características peligrosas similares.

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, los transformadores y capacitores deben cumplir con lo siguiente:

**1) Cuando contienen líquido combustible.** Los transformadores y capacitores que contengan un líquido combustible, deben instalarse en bóvedas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48.

**2) Cuando contienen askarel.** Véase 450-25.

**3) Transformadores de tipo seco.** Los transformadores de tipo seco se deben instalar en bóvedas, o deben: (1) tener sus devanados y terminales de conexión encerrados en cajas metálicas herméticas sin ventilación o alguna otra abertura y (2) operar a tensiones eléctricas nominales que no excedan 600 V.

**502-4. Métodos de alambrado.** Los métodos de alambrado deben cumplir con lo siguiente:

**a) Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División I, la instalación debe hacerse por medio de tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado.

***Excepción:*** *En establecimientos industriales con acceso restringido al público se permite, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que únicamente personal calificado da servicio a las instalaciones, cable tipo MC, aprobado para su uso en áreas Clase II, División 1, con cubierta continua de aluminio corrugado hermético al gas y al vapor, con cubierta exterior de material polimérico adecuada, con conductores separados para puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-95, y proveído con accesorios terminales para la aplicación específica.*

**1) Accesorios y cajas.** Los accesorios y cajas deben estar provistos con entradas roscadas para la conexión al tubo *(conduit)* o a las terminales del cable. Deben tener tapas estrechamente ajustadas, sin aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación) a través de las cuales pueda entrar polvo o escapar chispas o material en combustión. Los accesorios y cajas en los que se hacen derivaciones, uniones o conexiones terminales o que se usan en áreas donde haya polvo combustible eléctricamente conductor, deben ser del tipo aprobado para áreas Clase II.

**2) Conexiones flexibles.** Cuando es necesario ampliar conexiones flexibles, se deben usar conectadores flexibles herméticos al polvo, tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a los líquidos, con accesorios aprobados o cordón flexible aprobado para uso extra rudo y con accesorios.

Cuando se utilicen cordones flexibles, deben cumplir con lo indicado 502-12. Donde las conexiones flexibles están expuestas a condiciones corrosivas o al aceite, el aislamiento de los cables debe ser de un tipo aprobado para ello, o estar protegido por una cubierta adecuada.

**NOTA:** Véase 502-16 (b) para requerimientos de puesta a tierra cuando se use tubo *(conduit)* flexible.

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, se debe utilizar tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado, canalizaciones herméticas al polvo o cable tipo MC con accesorios terminales aprobados o cables tipo PLTC, ITC, MC o TC en soportes para cable tipo charola, tipo ventiladas o canal ventilado, en una sola capa con un espacio entre cables no-menor al diámetro del cable mayor de dos cables adyacentes.

***Excepción:*** *En la instalación de circuitos no-inflamables se permite usar cualquiera de los métodos adecuados para instalación en un área ordinaria.*

**1) Conductos, accesorios y cajas.** Los conductos metálicos con tapa y los accesorios y cajas en las cuales se realicen derivaciones, uniones o conexiones terminales se deben diseñar para reducir al mínimo la entrada de polvo, y además: (1) estar provistos de tapas telescópicas o bien ajustadas o de otro medio efectivo para impedir el escape de chispas o material en combustión, y (2) no tener aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación); a través de las cuales puedan escapar chispas o material en combustión después de instalados, o se pueda provocar la ignición de materiales combustibles cercanos.

**2) Conexiones flexibles.** Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles se deben aplicar los requisitos de (a) (2) anterior.

**502-5. Sellado Clase II, Divisiones 1 y 2**. Cuando una canalización comunica a una envolvente que sea a prueba de ignición de polvo con otro que no lo sea, se deben tomar medidas adecuadas para impedir el paso del polvo a través de la canalización al interior de la envolvente a prueba de ignición de polvo. Uno de los siguientes medios debe emplearse: (1) la colocación de un sello permanente y efectivo; (2) un tramo horizontal de la canalización de longitud no-menor a 3 m, o (3) una canalización de longitud no-menor a 1,5 m y que baje verticalmente de la envolvente a prueba de ignición de polvo.

Cuando una canalización comunica entre una envolvente que debe ser a prueba de ignición de polvo y una de un área no-clasificada, no se requiere de sellos.

Los accesorios del sellado deben ser accesibles.

Los sellos no requieren ser a prueba de explosión.

**NOTA:** La masilla para el sello eléctrico es un método de sellado.

**502-6 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 deben cumplir con lo siguiente:

**1) Tipo requerido.** Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluyendo los pulsadores, relés y demás dispositivos similares diseñados para interrumpir la corriente eléctrica

durante su operación normal y que se instalen donde pueda haber polvo combustible de naturaleza conductora, deben estar en envolventes a pruebas de ignición de polvo. Tanto la envolvente como el equipo que encierren, deben estar aprobados como un ensamble completo para áreas Clase II.

**2) Desconectadores aisladores.** Los desconectadores aisladores y de desconexión que no tienen fusibles destinados a interrumpir la corriente eléctrica y que no estén instalados donde pueda haber polvos eléctricamente conductores, deben estar dentro de envolventes metálicas herméticas, diseñadas para reducir al mínimo la entrada de polvo y deben: (1) estar equipados con tapas telescópicas o bien ajustadas, o con otros medios eficaces para impedir el escape de chispas de materiales en combustión, y (2) no tener aberturas (tales como huecos para tornillos de fijación) a través de los cuales puedan escaparse después de la instalación chispas o materiales en combustión que puedan encender acumulaciones exteriores de polvo o de materiales combustibles contiguos.

**3) Polvos metálicos.** En áreas donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce-aluminio, o de otros metales de características peligrosas similares, los fusibles, los desconectadores, interruptores automáticos y controladores de motores deben estar contenidos en envolventes aprobadas específicamente para tales áreas.

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, las envolventes para fusibles, desconectadores, interruptores automáticos y controladores de motores, incluyendo pulsadores, relés y otros dispositivos similares, deben ser herméticas al polvo.

**502-7. 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 en envolventes a prueba de ignición de polvo aprobadas para áreas Clase II. No se debe instalar ningún transformador de control, bobina de impedancia o resistencia, en un área donde pueda haber polvo de magnesio, aluminio, partículas de bronce-aluminio o de otros metales de características peligrosas similares, a menos que estén en una envolvente específicamente aprobada para tales áreas.

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, los transformadores y las resistencias, deben cumplir con lo siguiente:

**1) Mecanismos de desconexión.** Los mecanismos de desconexión (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente) usados con transformadores de control, solenoides, bobinas y resistencias, deben estar en envolventes herméticas al polvo.

**2) Bobinas y devanados.** Los transformadores de control, solenoides y bobinas de impedancia que no estén encerrados en el mismo gabinete que los mecanismos de desconexión, deben estar en envolventes metálicas herméticas sin orificios de ventilación.

**3) Resistencias.** Las resistencias y dispositivos con resistencias deben estar en envolventes a prueba de ignición de polvo aprobadas para áreas Clase II.

***Excepción:*** *Cuando la temperatura máxima normal de operación de la resistencia no exceda 120 °C, las resistencias no-variables, o las resistencias que formen parte de una secuencia de arranque automáticamente programada, pueden tener envolventes que cumplan con los requisitos de (b)(2) anterior.*

**502-8. Motores y generadores**

**a) Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotativas deben ser:

**1)** Aprobadas para áreas Clase II, División 1.

**2)** Totalmente cerrados, ventilados por tubería y cumplir con las limitaciones de temperatura estipuladas en 502-1.

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotativas deben ser: sin ventilación, totalmente encerrados, 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, para lo cual deben tener una temperatura externa máxima a plena carga de acuerdo con lo indicado en 500-3(f) para operación normal, cuando opere 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:*

***a.*** *Máquinas de tipo normalizado, abiertas, sin contactos deslizantes ni mecanismos centrífugos de desconexión o de otro tipo (incluyendo dispositivos de sobrecorriente, de sobrecarga y sobretemperatura) o dispositivos de resistencia incorporados.*

***b.*** *Máquinas normalizadas de tipo abierto con contactos, de mecanismo de desconexión o dispositivos de resistencia encerrados dentro de alojamientos herméticos al polvo sin ventilación u otras aberturas.*

***c.*** *Motores con autolimpieza para textileras, del tipo de jaula de ardilla.*

**502-9. Tubería de ventilación.** La tubería de ventilación de motores, generadores u otras máquinas eléctricas rotativas o de envolventes de equipo eléctrico, deben ser de lámina metálica de espesor no-menor a 0,6 mm 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 animales pequeños, y (3) estar protegidos contra daños materiales, contra la oxidación y demás influencias corrosivas.

La tubería de ventilación debe cumplir también con lo siguiente:

**a) Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, la tubería 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 herméticos al polvo en toda su longitud. Para tubería metálica, 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, la tubería de ventilación y sus conexiones deben ser lo suficientemente herméticos como para impedir la entrada de cantidades apreciables de polvo al interior de la envolvente del equipo ventilado, así como impedir el escape de chispas, flamas o materiales en combustión que puedan encender las acumulaciones de polvo o materiales combustibles en las cercanías. En la tubería metálica puede utilizarse costuras de cierre y uniones remachadas o soldadas, y donde se necesite cierta flexibilidad, como en las conexiones a los motores eléctricos, se debe usar uniones deslizantes herméticamente ajustadas.

**502-10. Equipo de utilización**

**a) Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, el equipo de utilización debe estar aprobado como equipo para áreas Clase II. Donde pueda haber polvo de magnesio, aluminio, partículas de bronce-aluminio y de otros metales de características peligrosas similares, todo el equipo debe estar aprobado específicamente para tales áreas.

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, todo equipo de utilización debe cumplir con lo siguiente:

**1) Calentadores.** El equipo de utilización calentado eléctricamente debe estar aprobado para las áreas Clase II.

***Excepción:*** *El equipo del panel de calefacción radiante con cubierta metálica debe ser hermético al polvo y marcado de acuerdo con lo establecido en 500-3 (d).*

**2) Motores.** Los motores de equipo de utilización deben cumplir con lo indicado en 502-8(b).

**3) Desconectadores, interruptores automáticos y fusibles.** Las envolventes para desconectadores, interruptores automáticos y fusibles deben ser herméticas al polvo.

**4) Transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias.** Los transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias, deben cumplir con lo indicado en 502-7 (b).

**502-11. Luminarias.** Las luminarias deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

**a) Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, las luminarias fijas y portátiles deben cumplir con lo siguiente:

**1) Luminarias aprobadas.** Cada luminaria debe estar aprobada para áreas Clase II y tener claramente marcada la potencia máxima de la lámpara para la cual está aprobada. En las áreas en donde pueda haber polvo de magnesio y aluminio, partículas de bronce-aluminio o de otros metales de iguales características peligrosas, las luminarias fijas o portátiles, y su equipo auxiliar deben estar aprobados para el área específica.

**2) Daño físico.** Cada luminaria debe estar protegida contra daños materiales por medio de una guarda adecuada, o por su propia ubicación.

**3) Luminarias colgantes.** Las luminarias colgantes deben estar suspendidas por medio de tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado, por cadenas con accesorios aprobados, o por otros dispositivos también aprobados. En tubo *(conduit)* de más de 30 cm se debe añadir un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no-mayor a 30 cm sobre el extremo inferior 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, colocado a no-más de 30 cm del punto de fijación a la caja del accesorio de soporte. Las uniones roscadas deben estar dotadas de tornillos de fijación u otros medios efectivos para evitar que se afloje. Cuando los conductores entren en la caja o al accesorio de salida y la luminaria colgante no vaya en un tubo, se debe usar cordón flexible aprobado para uso rudo, y colocar sellos adecuados donde el cordón entra en la luminaria y en la caja de salida o en el accesorio. No se debe usar el cordón flexible como medio de soporte del aparato.

**4) Soportes.** Las cajas, ensambles de cajas o accesorios usados 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 lo siguiente:

**1) Equipo portátil de iluminación.** El equipo portátil de iluminación debe estar aprobado para áreas Clase II y debe estar marcado claramente indicando la potencia máxima de la lámpara para la cual está aprobado.

**2) Luminarias fijas.** Las luminarias fijas que no son de un tipo aprobado para áreas Clase II, deben contenerse en envolventes para lámparas y portalámparas diseñadas para reducir al mínimo el depósito de polvo sobre ellas e impedir el escape de chispas, materiales en combustión o metales calientes. Toda luminaria debe estar claramente marcada para indicar la potencia máxima de la lámpara que pueda usarse sin que se exceda la temperatura de la superficie expuesta según lo indicado en 500-3(f), bajo condiciones normales de operación.

**3) Daño físico.** Las luminarias fijas 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 tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado, por cadenas con accesorios aprobados, o por otros dispositivos también aprobados. En tubo *(conduit)* de más de 30 cm se debe añadir un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no-mayor a 30 cm sobre el nivel inferior del 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, se debe colocar a no-más de 30 cm del punto de fijación a la caja o a los accesorios de soporte. Cuando los conductores entre la caja y los accesorios de salida y el aparato colgante no vayan dentro de un tubo, se debe usar cable flexible aprobado para el trabajo pesado. No se debe usar 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 502-7 (b).

**502-12. Cordones flexibles, Clase II, Divisiones 1 y 2.** Los cordones flexibles usados en áreas Clase II deben cumplir con lo siguiente: (1) ser de un tipo aprobado para trabajo extra rudo; (2) contener, además de los conductores de circuito, un conductor de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 400-23; (3) estar conectados a las terminales o a los conductores de alimentación de manera apropiada; (4) estar soportados por abrazaderas u otros medios adecuados, de tal manera que no se ejerzan esfuerzos en las terminales de conexión; (5) estar dotados de los sellos adecuados para impedir la penetración de polvo por donde el cordón flexible entra a las cajas o a los accesorios que requieren ser a prueba de ignición de polvo.

**502-13. Receptáculos y clavijas**

**a) Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, los receptáculos y clavijas deben ser del tipo que provea una conexión para el conductor de puesta a tierra del cordón flexible y deben estar aprobados para áreas Clase II.

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, los receptáculos y clavijas deben ser del tipo que provea una conexión para el conductor de puesta a tierra del cordón flexible y deben estar diseñados de tal modo que no puedan hacerse las maniobras de conexión o desconexión del circuito mientras haya partes vivas expuestas.

**502-14. Sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicaciones, medidores, instrumentos y relés**

**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 relés deben cumplir con lo siguiente:

**1) Métodos de alambrado.** Los métodos de alambrado deben cumplir con la Sección 502-4(a).

**2) Contactos.** Los desconectadores, interruptores automáticos, relés, contactores, fusibles y los contactos que interrumpen corriente eléctrica de campanas, altavoces y sirenas, así como los demás dispositivos en los cuales puedan producirse chispas o arcos, deben estar encerrados en envolventes aprobadas para áreas Clase II.

***Excepción:*** *Cuando los contactos de apertura estén sumergidos en aceite o cuando la interrupción de la corriente eléctrica se produce dentro de una cámara sellada contra la entrada de polvo, las envolventes pueden ser del tipo para uso general.*

**3) Resistencias y equipo similar.** Las resistencias, transformadores, bobinas, rectificadores, válvulas termoiónicas y demás equipo o aparatos generadores de calor, deben estar encerrados en envolventes aprobadas para áreas Clase II.

***Excepción:*** *Cuando las resistencias o equipo similar estén sumergidos en aceite, o contenidos en una cámara sellada a prueba de entrada de polvo, las envolventes pueden ser del tipo de uso general.*

**4) Maquinarias rotativas.** Los motores, generadores y demás maquinarias rotativas eléctricas deben cumplir con la Sección 502-8 (a).

**5) Polvos combustibles y eléctricamente conductores.** Donde haya polvos combustibles y eléctricamente conductores, todo el alambrado y equipo debe estar aprobado para áreas Clase II.

**6) Polvos metálicos.** Donde pueda haber polvos de magnesio, aluminio, partículas de bronce- aluminio o de otros metales de características peligrosas similares, todos los aparatos y equipo deben estar aprobados para esas condiciones específicas.

**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 relés deben cumplir con lo siguiente:

**1) Contactos.** Las envolventes deben cumplir con lo indicado en (a) (2) anterior, o los contactos deben estar dentro de envolventes metálicas herméticas diseñadas para reducir al mínimo la entrada de polvo y con tapas telescópicas, o bien tapas de ajuste bien apretadas y sin aberturas a través de las cuales, después de instaladas, pudieran salir chispas o materiales encendidos.

***Excepción:*** *En los circuitos no-inflamables se permite el uso de envolventes de uso general.*

**2) Transformadores y equipos similares.** Los devanados y las terminales de conexión de los transformadores y bobinas deben estar dentro de envolventes metálicas herméticas sin aberturas de ventilación.

**3) Resistencias y equipo similar.** Las resistencias, dispositivos de resistencia, válvulas termoiónicas, los rectificadores y equipo similar deben cumplir con (a)(3) anterior.

***Excepción:*** *Las envolventes de las válvulas termoiónicas, las resistencias no variables, o rectificadores cuya temperatura máxima de operación no sea mayor de 120 °C, pueden ser del tipo de uso general.*

**4) Máquinas rotativas.** Los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotativas deben cumplir con lo indicado en 502-8 (b).

**5) Métodos de alambrado.** Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en 502-4(b).

**502-15. Partes vivas, Clase II, Divisiones 1 y 2.** Las partes vivas no deben estar expuestas.

**502-16. Puesta a tierra, Clase II, Divisiones 1 y 2.** El alambrado y equipo deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y con los siguientes requisitos:

**a) Puenteado.** Para propósitos de continuidad no se debe depender de contactos del tipo tuerca y contratuerca, sino que se deben usar puentes de unión con accesorios adecuados u otros medios de puenteado aprobados. Tales medios de puenteado se aplican a todas las canalizaciones, accesorios, cajas y envolventes que intervengan en las áreas Clase II desde el punto de puesta a tierra hasta el equipo de acometida, o hasta el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

***Excepción:*** *Los medios específicos de puenteado solamente se requieren en el punto de puesta a tierra del medio de desconexión del edificio, como se indica en 250-24 (a), (b) y (c), considerando que la protección de los circuitos derivados está localizada en el lado de la carga de los medios de desconexión.*

**NOTA 1:** Véase 250-78 para requerimientos adicionales de puenteo en áreas clasificadas peligrosas.

**NOTA 2:** Para un sistema puesto a tierra, el punto de puesta a tierra mencionado en la excepción es el punto donde el conductor del circuito de puesta a tierra es conectado al electrodo del conductor de puesta a tierra.

**b) Tipo de conductores de puesta a tierra del equipo.** Donde se use el tubo flexible como se permite en 502-4, éste debe ser instalado con puentes de unión internos o externos en forma paralela con cada tubo y cumpliendo con lo establecido en 250-79.

***Excepción:*** *En las áreas Clase II, División 2, el puente de unión se puede suprimir cuando se cumplen las siguientes condiciones:*

***a.*** *Cuando se use tubo (conduit) metálico flexible hermético a líquidos aprobado de 1,8 m o menos de longitud, con accesorios aprobados para puesta a tierra.*

***b.*** *Cuando la protección contra sobrecorriente en el circuito esté limitada a 10 A o menos.*

***c.*** *Que la carga no sea carga de potencia (fuerza).*

**502-17. Apartarrayos, Clase II, Divisiones 1 y 2.** Los apartarrayos, incluyendo su instalación y conexión, deben cumplir con el Artículo 280. Además, si son instalados en áreas Clase II, División 1, deben estar en envolventes apropiadas.

Los capacitores para protección de picos de tensión deben ser del tipo diseñado para su uso específico.

**502-18. Circuitos derivados multiconductores.** En áreas Clase II, División 1, no se permite el uso de circuitos derivados multiconductores.

***Excepción:*** *Donde el dispositivo de desconexión para el circuito abra simultáneamente todos los conductores de fase de un circuito multiconductor.*

## ARTÍCULO 503 - ÁREAS CLASE III

**503-1. Generalidades.** Las disposiciones generales de esta NOM se aplican al alambrado y equipo eléctrico en áreas clasificadas como Clase III en la Sección 500-7.

***Excepción:*** *Como lo modifique este Artículo.*

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 deshidratados tienen una alta probabilidad de 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.

**503-2. Transformadores y capacitores, Clase III, Divisiones 1 y 2.** Los transformadores y capacitores deben cumplir con lo indicado en 502-2(b).

**503-3. Métodos de alambrado.** Los métodos de alambrado deben cumplir con los incisos siguientes:

**a) Clase III, División 1.** En áreas Clase III, División 1, el método de alambrado debe ser tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado, conductos a prueba de polvo, o cable tipo MC con accesorios terminales aprobados.

**1) Cajas y accesorios.** Todas las cajas y accesorios deben ser herméticas al polvo.

**2) Conexiones flexibles.** Donde es necesario emplear conexiones flexibles, se deben usar conectores flexibles hermético al polvo, tubo *(conduit)* metálico flexible hermético a líquidos con accesorios aprobados, tubo *(conduit)* no metálico flexible hermético a líquidos con accesorios aprobados, o cordones flexibles conforme lo indicado en 503-10.

**NOTA:** Véase 503-16(b) para los requerimientos de puesta a tierra cuando se usa tubo *(conduit)* flexible.

**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 usadas solamente para almacenamiento y que no contengan maquinaria, se puede usar alambrado al descubierto sobre aisladores de acuerdo con lo indicado en el Artículo 320, pero solamente a condición de que exista una protección como la requerida en 320-14 cuando los conductores no recorran espacios en el techo y estén lejos de fuentes de daño físico.*

**503-4. 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, relés, dispositivos similares, deben estar en envolventes herméticas al polvo.

**503-5. Transformadores de control y resistencias, Clase III, Divisiones 1 y 2.** Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias usadas como o en conjunto con equipos de control para motores, generadores y otros aparatos deben estar en envolventes a prueba de polvo conforme con las limitaciones de temperatura indicadas en 503-1.

**503-6. Motores y generadores, 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:*

***a.*** *Motores textiles auto-limpiantes del tipo jaula de ardilla.*

***b.*** *Motores normales del tipo abierto sin contactos deslizantes u otro tipo de mecanismo de conmutación, incluyendo dispositivos de sobrecarga para el motor.*

***c.*** *Motores normales del tipo abierto con contactos tales como, mecanismos de conmutación o dispositivos de resistencia encerrados dentro de envolventes herméticas sin ventilación u otras aberturas.*

**503-7. Tubería de ventilación, Clase III, Divisiones 1 y 2.** La tubería de ventilación para motores, generadores, u otras máquinas rotatorias, o para envolventes de equipo eléctrico, deben ser de metal con espesor no-menor a 0,5 mm o de un material incombustible substancialmente igual, y que cumpla con lo siguiente: (1) conducir directamente a una fuente de aire limpio exterior fuera del local; (2) tener barreras 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. La tubería de ventilación debe ser suficientemente hermética, incluso sus conexiones, para prevenir la entrada de cantidades apreciables de fibras o pelusas dentro de equipo o envolventes ventilados, e impedir el escape de chispas, flamas 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 usarse juntas deslizantes bien ajustadas donde cierta flexibilidad es necesaria, como en las conexiones a los motores.

**503-8. Equipo de utilización, Clase III, Divisiones 1 y 2**

**a) Calentadores.** Los equipos de utilización calentados eléctricamente deben ser aprobados para áreas Clase III.

**b) Motores.** Los motores de accionamiento de los equipos de utilización deben cumplir con lo indicado en 503-6.

**c) Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motor y fusibles.** Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motor y fusibles, deben cumplir con lo indicado en 503-4.

**503-9. Luminarias Clase III, Divisiones 1 y 2**

**a) Luminarias fijas.** Las luminarias para alumbrado fijo deben estar en envolventes para las lámparas y portalámparas diseñadas para minimizar la entrada de fibras, pelusas y partículas volátiles, y prevenir la salida de chispas, material en combustión o metal caliente. Toda luminaria debe mostrar claramente la potencia de las lámparas permitidas para no exceder una temperatura de 165°C en las superficies expuestas bajo condiciones normales de operación.

**b) Daño físico.** Cada luminaria expuesta a daño físico debe estar protegida con una guarda adecuada.

**c) Luminarias colgantes.** Las luminarias colgantes deben suspenderse mediante tubo *(conduit)* metálico roscado tipo pesado o semipesado, o con cadenas con accesorios aprobados. Para tramos de tubo mayores a 30 cm, se deben disponer tirantes permanentes y efectivos para impedir desplazamientos laterales a un nivel no-mayor a 30 cm del extremo inferior del tubo, o flexibilidad mediante un accesorio aprobado o disponer de un conectador flexible a no-más de 30 cm del punto de unión a 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 desconectador, sin preparaciones para recibir clavijas. No deben tener partes metálicas portadoras de corriente eléctrica expuestas, y todas las partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica deben estar puestas a tierra. En todos los otros aspectos, el equipo portátil de alumbrado debe cumplir con el inciso (a) anterior.

**503-10. Cordones flexibles Clase III, Divisiones 1 y 2.** Los cordones flexibles deben cumplir con lo siguiente: (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 conectados a terminales o conductores de alimentación de manera aprobada; (4) estar soportada por clemas u otros medios adecuados de manera tal que no exista tensión mecánica en las terminales de conexión, y (5) estar provistos de medios adecuados para impedir la entrada de fibras, pelusas o partículas volátiles donde el cordón entra en cajas o accesorios.

**503-11. Receptáculos y clavijas Clase III, Divisiones 1 y 2.** Los receptáculos 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, y prevenir 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 receptáculo, y donde tal receptáculo sea de fácil acceso para limpieza y mantenimiento de rutina, se permite usar receptáculos de uso general con conexión de puesta a tierra montados para minimizar la entrada de fibras, pelusas o partículas volátiles.*

**503-12. 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, desconectadores, transformadores, resistencias, motores, luminarias y componentes relacionados.

**503-13. 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 los incisos (a) a (d) siguientes:

**a) Alimentación.** Los conductores de contacto de alimentación deben estar aislados de todos los otros sistemas y estar equipados 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 dé 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) Escobillas o colectores de corriente eléctrica.** Las escobillas deben acomodarse o resguardarse para confinar el chisporroteo normal y prevenir 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 resguardar a los conductores y escobillas de la acumulación de pelusa o de partículas volátiles.

**d) Equipo de control.** El equipo de control debe cumplir con lo indicado en 503-4 y 503-5.

**503-14. Banco y cargador de baterías Clase III, Divisiones 1 y 2.** Los bancos y cargadores de baterías deben localizarse en cuartos separados, construidos o forrados con suficiente material no-combustible, diseñados de tal forma que excluyan adecuadamente la pelusa o partículas volátiles y estén adecuadamente ventilados.

**503-15. Partes vivas Clase III, Divisiones 1 y 2.** Las partes vivas no deben estar expuestas.

***Excepción:*** *Tal como se indica en 503-13.*

**503-16. Puesta a tierra Clase III, Divisiones 1 y 2.** El alambrado y equipo Clase III, Divisiones 1 y 2 debe ponerse a tierra como se especifica en el Artículo 250 y en los requerimientos siguientes:

**a) Puenteado.** Los contactos tipo contratuerca-monitor y contratuerca no deben considerarse para propósitos de puenteado, pero pueden usarse puentes de unión con los accesorios adecuados o cualquier otro medio de unión aprobado. Tales medios de puenteo deben ser aplicados a las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes y similares, entre las áreas Clase III y el punto de puesta a tierra para el equipo de acometida o en el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separadamente.

***Excepción:*** *Los medios especificados para el puenteado deben exigirse únicamente al punto de puesta a tierra del medio de desconexión del edificio como se especifica en 250-24 (a), (b) y (c), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado se localice del lado de la carga del medio de desconexión.*

**NOTA 1:** Véase 250-78 para requerimientos adicionales de puenteado en áreas clasificadas peligrosas.

**NOTA 2:** Para sistemas puestos a tierra, el punto de puesta a tierra mencionado en la excepción es el punto donde el conductor del circuito de puesta a tierra es conectado al electrodo del conductor de puesta a tierra.

**b) Conductores de puesta a tierra de equipo.** Donde se use tubo *(conduit)* flexible como se permite en 503-3, debe instalarse un puente de unión externo o interno en paralelo con cada tubo *(conduit)* y conforme lo indicado en 250-79.

***Excepción:*** *En las áreas Clase III, Divisiones 1 y 2, el puente de unión se puede suprimir cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:*

***a.*** *Cuando se use tubo (conduit) metálico flexible hermético a líquidos aprobado, de 1,80 m o menos de longitud con accesorios para puesta a tierra aprobados.*

***b.*** *Que la protección contra sobrecorriente en el circuito esté limitada a 10 A o menos.*

***c.*** *Que la carga no sea carga de potencia (fuerza).*

## ARTÍCULO 504 - SISTEMAS INTRÍNSECAMENTE SEGUROS

**504-1. Alcance.** Este Artículo cubre la instalación de aparatos, alambrado y aparatos y sistemas intrínsecamente seguros (I.S.), para áreas Clase I, II y III.

**504-2. Definiciones.** Para propósito de este Artículo se presentan las siguientes definiciones:

**Aparatos asociados.** Aparatos en los que los circuitos en sí no son necesariamente intrínsecamente seguros, pero que afectan la energía en circuitos intrínsecamente seguros, y de los cuales se depende para mantener la seguridad intrínseca. Los aparatos asociados pueden ser:

**a)** Aparatos eléctricos que tengan un tipo de protección alterna para uso en áreas peligrosas (clasificadas) apropiadas.

**b)** Aparatos eléctricos no así protegidos, los cuales no deben usarse dentro de un área peligrosa (clasificada).

**NOTA 1:** Los aparatos asociados tienen identificadas conexiones intrínsecamente seguras para aparatos intrínsecamente seguros, y también pueden tener conexiones para aparatos no-intrínsecamente seguros.

**NOTA 2:** Un ejemplo de aparato asociado es una barrera intrínsecamente segura, la cual es una red diseñada para limitar la energía (corriente y tensión eléctricas), disponible para circuito protegido en áreas peligrosas (clasificadas), bajo condiciones especificadas de falla.

**Diagrama de control.** Es un diagrama o documento proporcionado por el fabricante del aparato intrínsecamente seguro o asociado, que detalle las conexiones permitidas entre los aparatos intrínsecamente seguros y los asociados.

**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 prescritas de prueba.

**Circuitos intrínsecamente seguros diferentes.** Circuitos intrínsecamente seguros diferentes, son circuitos intrínsecamente seguros en los cuales las distintas conexiones posibles que tienen no han sido evaluadas y aprobadas como intrínsecamente seguras.

**Aparato intrínsecamente seguro.** Aparato en el cual todos los circuitos son intrínsecamente seguros.

**Sistema intrínsecamente seguro.** Un ensamble de aparatos intrínsecamente seguros interconectados, aparatos asociados y cables de conexión en el que aquellas partes del sistema que puedan ser usadas en un área peligrosa (clasificada) son circuitos intrínsecamente seguros.

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

**Aparato simple.** Un dispositivo que no genera ni almacena más de 1,2 V, 0,1 A, 25 mW o 20 µJ.

**NOTA:** Algunos ejemplos son: desconectadores, termopares, diodos emisores de luz, conectores y dispositivos de control de temperatura por resistencia (RTD).

**504-3. Aplicación de otros Artículos.** A excepción de lo modificado por este Artículo, todos las Artículos aplicables de esta NOM deben cumplirse.

**504-4. Equipo aprobado.** Todo aparato intrínsecamente seguro y aparatos asociados deben estar aprobados.

***Excepción:*** *Un aparato simple, 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.

***Excepción:*** *Un aparato simple que no interconecta circuitos intrínsecamente seguros.*

**NOTA:** La identificación del diagrama de control está marcada sobre el aparato.

**b) Ubicación.** Los aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados pueden instalarse en cualquier área peligrosa (clasificada) para la cual han sido aprobados.

**NOTA:** Los aparatos asociados pueden instalarse en áreas peligrosas (clasificadas) si se protegen por otros medios permitidos en los Artículos 501 a 503.

Se permite el uso de envolventes de usos generales para aparatos intrínsecamente seguros.

**504-20. Métodos de alambrado.** Se permite instalar aparatos intrínsecamente seguros y su alambrado, usando cualquiera de los métodos de alambrado adecuados para áreas no-clasificadas, incluyendo 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) Alambrado al descubierto.** Los conductores y cables de circuitos intrínsecamente seguros que no estén en canalizaciones o en soportes para cables tipo charolas, deben estar separados al menos 50 mm y asegurados de los conductores y cables de cualquier circuito no-intrínsecamente seguro.

***Excepción:*** *Ya sea que: (1) todos los conductores de circuitos intrínsecamente seguros sean del tipo MC; o (2) todos los conductores del circuito no-intrínsecamente seguros estén en canalizaciones o sean cables del tipo MC, donde la envolvente o cubierta sea capaz de llevar la corriente eléctrica de falla a tierra.*

**2) En canalizaciones, soportes para cables tipo charolas y cables.** Los conductores de circuitos intrínsecamente seguros no deben colocarse en cualquier canalización, soporte tipo charola o cable con conductores de cualquier circuito no intrínsecamente seguro.

***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 mm y asegurados, o mediante una división metálica puesta a tierra o mediante una división de aislamiento adecuado.*

**NOTA:** Divisiones de lámina metálica de 912 µm de espesor o mayores, se consideran normalmente aceptables.

***Excepción 2:*** *Ya sea que: (1) todos los conductores de circuitos intrínsecamente seguros o (2) todos los conductores de circuitos no-intrínsecamente seguros estén en cables con cubierta o envolvente metálica puesta a tierra, donde la cubierta o envolvente sea capaz de transportar la corriente eléctrica de falla a tierra.*

**NOTA:** Los cables que cumplen con los requerimientos indicados en los Artículos 330 y 334 son típicos de aquéllos considerados aceptables.

**3) Dentro de envolventes**

**a.** Los conductores de circuitos intrínsecamente seguros deben separarse al menos 50 mm de los conductores de cualquier circuito no-intrínsecamente seguro, o como se especifica en la 504-30 (a)(2).

**b.** Todos los conductores deben asegurarse de tal forma que cualquier conductor que se afloje o zafe de una terminal no pueda entrar en contacto con otra terminal.

**NOTA 1:** El uso de compartimentos separados de alambrado para terminales intrínseca y no-intrínsecamente seguras, es el método preferido para cumplir con este requisito.

**NOTA 2:** Las barreras físicas tales como divisiones metálicas puestas a tierra, o de divisiones de aislamiento adecuadas, o conductos de alambrado de acceso restringido, separados de otros conductos por al menos 19 mm, pueden ser usados para ayudar a asegurar la separación requerida del alambrado.

**b) De conductores de circuitos intrínsecamente seguros diferentes.** Los circuitos intrínsecamente seguros diferentes deben estar en cables separados, o deben separarse de cualquier otra forma 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 254 µm.

***Excepción:*** *A menos que cualquier otro medio sea aprobado.*

**504-50. Puesta a tierra**

**a) Aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados y canalizaciones.** Los aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados, pantallas metálicas, envolventes y canalizaciones, si son metálicos, deben ser puestos a tierra.

**NOTA:** Puede ser necesario el puenteado suplementario al electrodo de puesta a tierra para algunos aparatos asociados, por ejemplo, diodos de barrera zener, si se especifica en el diagrama de control.

**b) Conexión al electrodo de puesta a tierra.** Donde se requiera la conexión a un electrodo de puesta a tierra, éste debe ajustarse a las especificaciones indicadas en 250-81(a), (b), (c), (d) y debe cumplir con lo indicado en 250-26(c). Lo establecido en 250-83 no aplica si los electrodos especificados en 250-81 están disponibles.

**c) Pantallas.** Cuando se usen conductores o cables con pantallas, éstas deben ser puestas a tierra.

***Excepción:*** *Cuando la pantalla es parte de un circuito intrínsecamente seguro.*

**504-60. Puenteado**

**a) Áreas peligrosas.** En áreas peligrosas (clasificadas), los aparatos intrínsecamente seguros deben puentearse en el área peligrosa (clasificada) de acuerdo con lo indicado en 250-78.

**b) Áreas no-peligrosas.** En áreas no-peligrosas, donde se usen canalizaciones metálicas para alambrado de sistemas intrínsecamente seguros en áreas peligrosas, los aparatos asociados deben puentearse de acuerdo con lo indicado en 501-16(a), 502-16(a) o 503-16(a) como sea aplicable.

**504-70. Sellado.** Los cables y tubo *(conduit)* que deban sellarse de acuerdo con lo indicado en 501-5 y 502-5, deben sellarse para minimizar el paso de gases, vapores y polvos. Tales sellos no requieren ser a prueba de explosión.

***Excepción:*** *No se requieren sellos para envolventes que contengan únicamente aparatos intrínsecamente seguros, excepto por lo requerido en 501-5(f)(3).*

**504-80. Identificación.** Las etiquetas requeridas por esta Sección deben ser adecuadas para el ambiente donde se instalen, considerando la exposición a químicos y a la luz del Sol.

**a) Terminales.** Los circuitos intrínsecamente seguros deben identificarse en terminales y en lugares de unión, a manera que se prevenga la interferencia no-intencional con los circuitos durante las pruebas y el servicio.

**b) Alambrado.** Las canalizaciones, soportes para cables tipo charolas, y el alambrado al descubierto 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 manera que sean visibles después de la instalación y colocadas de tal manera que puedan ser fácilmente localizadas a todo lo largo de la instalación. El espaciamiento entre las etiquetas no debe ser mayor a 7,5 m.

***Excepción:*** *Se permite que los circuitos que tengan trayectorias subterráneas, se identifiquen cuando estén accesibles tras emerger del suelo.*

**NOTA 1:** Los métodos de alambrado permitidos en áreas no-peligrosas pueden usarse para sistemas intrínsecamente seguros en áreas clasificadas como peligrosas. Sin etiquetas que identifiquen la aplicación del alambrado, no es posible determinar si la instalación cumple con esta NOM.

**NOTA 2:** En áreas no-peligrosas, la identificación es necesaria para asegurar que el alambrado no-intrínsecamente seguro, no sea agregado inadvertidamente en fecha posterior a canalizaciones existentes.

**c) Código de color.** Se permite el uso de un código de color para identificar a los conductores intrínsecamente seguros con color azul claro, y siempre que no se usen otros conductores con este mismo color. Asimismo, se permite el código de color para identificar a las canalizaciones, soportes para cables tipo charolas y cajas registro de empalme, que contengan únicamente alambrado intrínsecamente seguro, de color azul claro.

## ARTÍCULO 505 - ÁREAS CLASE I, ZONAS 0, 1 Y 2

**505-2. Requerimientos generales.** Los requerimientos generales de esta NOM deben ser aplicados al alambrado y equipo eléctrico en áreas clasificadas como Clase I, Zona 0, Zona 1 o Zona 2.

***Excepción.*** *Lo modificado en este Artículo.*

**505-5. Agrupamiento y clasificación.** Para propósitos de prueba, aprobación y clasificación de áreas, varias mezclas de aire (no enriquecidas con oxígeno) deben agruparse como se indica a continuación.

**NOTA:** El Grupo I de aparatos eléctricos se destina para usarse en minas subterráneas. Véase 90-2(b)(2).

El Grupo II se subdivide de acuerdo con la naturaleza de la atmósfera del gas, como se indica a continuación:

**a) Grupo IIC.** Atmósferas que contengan acetileno, hidrógeno, o gases o vapores de peligrosidad equivalente.

**NOTA:** Este agrupamiento es equivalente a Clase I, Grupos A y B, como se describe en 500-3(a)(1) y (a)(2).

**b) Grupo IIB.** Atmósferas que contengan acetaldehído, etileno, o gases o vapores de peligrosidad equivalente.

**NOTA:** Este agrupamiento es equivalente a Clase I, Grupo C, como se describe en 500-3(a)(3).

**c) Grupo IIA.** Atmósferas que contengan acetona, amoníaco, alcohol etil, gasolina, metano, propano o gases o vapores de peligrosidad equivalente.

**NOTA 1:** Este agrupamiento, inciso (c), es equivalente a Clase I, Grupo D, como se describe en 500-3(a)(4).

**NOTA 2:** Las subdivisiones de gas descritas en los incisos (a), (b) y (c) anteriores, se basan en el máximo intervalo de seguridad experimental, mínima corriente eléctrica de ignición o ambos.

**NOTA 3:** Es necesario que los medios de marcado de los diferentes equipos y clasificaciones del Grupo II sean cuidadosamente observados para evitar confusión con Clase I, Divisiones 1 y 2, Grupos A, B, C y D.

**505-7. Clasificación de zonas.** La clasificación de zonas debe cumplir con los siguientes incisos.

**a) Clase I, Zona 0.** Un área Clase I, Zona 0 es un lugar donde (1) están presentes continuamente concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables; o (2) en las cuales las concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables están presentes por largos periodos de tiempo.

**NOTA 1:** Esta clasificación incluye lugares dentro de tanques ventilados o recipientes que contengan líquidos inflamables volátiles; dentro de envolventes de aplicación de acabados de pintura por aspersión, inadecuadamente ventilados donde se usen solventes inflamables volátiles; entre el interior y exterior de las secciones de techo de tanques de techo flotante que contienen líquidos inflamables volátiles; el interior de recipientes abiertos, tanques y fosas que contienen líquidos inflamables volátiles; el interior de un ducto de escape o salida de gases que se utilicen para ventilar concentraciones inflamables de gases o vapores, y el interior de envolventes inadecuadamente ventilados que contengan normalmente instrumentos de venteo que utilicen o analicen fluidos inflamables y con venteos al interior de la envolvente.

**NOTA 2:** No es buena práctica instalar equipo eléctrico en áreas Zona 0 a menos que el equipo sea esencial para el proceso o cuando otros lugares sean inaccesibles. (Véase 500-2) de ser necesario instalar sistemas eléctricos en áreas Zona 0, se considera buena práctica instalar sistemas intrínsecamente seguros como se describe en el Artículo 504.

**NOTA 3:** Se considera una operación normal cuando el equipo de planta está operando dentro de sus parámetros de diseño. Escapes menores de material inflamable pueden ser parte de operaciones normales. Escapes menores incluyendo el escape de sellos que se usan para salpicaduras de fluidos que estén siendo bombeados, manejados o procesados. Fallas que involucran reparaciones o paros (tales como averías de sellos de bombas y empaques de bridas, y derrames causados por accidentes), no son consideradas operaciones normales.

**b) Clase I, Zona 1.** Un área Clase I, Zona 1 es un lugar (1) en el cual concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables se encuentran probablemente bajo condiciones normales de operación; (2) en el cual las concentraciones de gases o vapores inflamables pueden existir frecuentemente debido a operaciones de reparación o mantenimiento o debido a fugas; (3) en el cual el equipo es operado o los procesos son llevados de tal manera que las averías de equipos o fallas de las operaciones pueden resultar en el escape, de concentraciones de gases o vapores inflamables y también puedan causar simultáneamente fallas de equipo eléctrico, de tal modo que cause que el equipo eléctrico, se vuelva una fuente de incendio, o (4) sea un lugar adyacente a un área Clase I, Zona 0 desde el cual concentraciones inflamables de vapores puedan ser comunicadas, a menos que la comunicación sea prevenida por una adecuada ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio y se provean efectivas salvaguardas contra las fallas de ventilación.

**NOTA:** Esta clasificación usualmente incluye áreas donde se transfieren líquidos volátiles inflamables o gases inflamables licuados desde un contenedor a otro; en áreas de la vecindad de operaciones de pintado o de aspersión donde se usen solventes inflamables; cuartos de secado adecuadamente ventilados o compartimentos para la evaporación de solventes inflamables; lugares adecuadamente ventilados que contengan equipo de extracción de resina y petróleo que usen solventes inflamables volátiles; partes de plantas de limpiado y secado donde se usen líquidos inflamables volátiles; cuartos de generadores de gas adecuadamente ventilados y otras partes de plantas de fabricación de gas donde el gas inflamable pueda escapar; cuartos de bombeo inadecuadamente ventilados para gas inflamable o para líquidos volátiles inflamables; el interior de refrigeradores y congeladores en el cual materiales inflamables volátiles se almacenan

abiertamente con tapas ligeras o contenedores de fácil ruptura; y otros lugares donde probablemente se presenten concentraciones inflamables de vapores o gases inflamables durante operaciones normales, pero no en áreas clasificadas Zona 0.

**c) Clase I, Zona 2.** Un área Clase I, Zona 2 es un lugar (1) en el cual las concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables no ocurren fácilmente en operación normal y si ocurren existen únicamente por cortos periodos de tiempo; (2) en el cual líquidos volátiles inflamables, gases inflamables o vapores inflamables son manejados, procesados o usados, pero en los cuales los líquidos, gases o vapores son normalmente confinados dentro de contenedores o sistemas cerrados desde los cuales puedan escapar únicamente como resultado de una ruptura accidental o de una avería de los contenedores o del sistema, o como resultado de una operación anormal del equipo en el cual los líquidos o gases son manejados, procesados o usados; (3) en el cual las concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables normalmente son prevenidos por ventilación mecánica positiva, pero la cual puede volverse peligrosa como resultado de una falla u operación anormal del equipo de ventilación, o (4) en el cual esté adyacente un área Clase I, Zona 1, desde el cual puedan comunicarse concentraciones inflamables de gases o vapores inflamables, a menos que tal comunicación sea prevenida por una adecuada ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio, y se provean efectivas salvaguardas contra la falla de ventilación.

**NOTA:** La clasificación Zona 2 usualmente incluye lugares donde se usan líquidos inflamables o gases o vapores inflamables, pero los cuales pueden volverse peligrosos únicamente en caso de un accidente de alguna condición inusual de operación.

**505-10 Aprobado, listado y marcado**

**a) Aprobado.** El equipo que esté aprobado para áreas Zona 0 se permite en áreas Zona 1 o Zona 2 del mismo grupo de gas. El equipo que esté aprobado y listado para un área Zona 1 se permite en un área Zona 2 del mismo grupo de gas.

**b) Marcado.** El equipo debe estar marcado para indicar la clase, zona, grupo de gas y clase de temperatura referida a una temperatura ambiente de 40 °C.

***Excepción:*** *El equipo eléctrico aprobado para operar a una temperatura ambiente que exceda de 40 °C debe ser marcado con la máxima temperatura ambiente para la cual el equipo es aprobado, y la temperatura de operación o capacidad de temperatura en tal temperatura ambiente.*

La clase de temperatura marcada en el equipo debe cumplir con lo indicado en la Tabla 505-10(b).

**Tabla 505-10 (b). Clasificación de temperatura máxima superficial para aparatos eléctricos Grupo II**

| Clase de temperatura | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Máxima temperatura superficial (°C) | Vl 450 | Vl 300 | Vl 200 | Vl 135 | Vl 100 | Vl 85 |

**505-15. Métodos de alambrado**

**a) Zona 0.** En áreas Clase I, Zona 0, únicamente se permiten los siguientes métodos de alambrado.

**1)** Alambrado intrínsecamente seguro de acuerdo con lo indicado en el Artículo 504.

**2)** Tubo *(conduit)* metálico roscado tipo pesado o semipesado que cumpla con el último párrafo de la Sección 500-2, con cajas y accesorios a prueba de explosión. El tubo *(conduit)* debe contener únicamente circuitos no-inflamables o intrínsecamente seguros. Todo tubo *(conduit)* de 12,7 mm de diámetro nominal y mayores deben ser sellados de acuerdo con lo indicado en 501-5(a), (c) y (d).

Los requerimientos de aplicación del sello indicados en 501-5(a), (c) y (d), está encaminado a que las referencias para División 1 deben ser interpretadas como Zona 0.

**3)** Cable de fibra óptica no-conductora o sistemas con una alimentación de energía limitada adecuada.

**b) Zona 1.** Se permiten en áreas Clase I, Zona 1, todos los métodos de alambrado permitidos para Clase I, División 1 y áreas Clase I, Zona 0, incluyendo los requerimientos para el sellado.

**c) Zona 2.** Se permiten en áreas Clase I, Zona 2, todos lo métodos de alambrado permitidos para Clase I, División 2, Clase I, División 1 o División 2, y áreas Clase I, Zona 0 o Zona 1, incluyendo los requerimientos para el sellado. Además, se permiten los cables aprobados para áreas peligrosas (clasificadas).

**505-20. Equipo**

**a) Zona 0.** En áreas Clase I, Zona 0, se permite únicamente equipo específicamente aprobado y marcado como adecuado para dicha área.

**b) Zona 1.** En áreas Clase I, Zona 1, se permite únicamente equipo específicamente aprobado y marcado como apropiado para dicho área.

***Excepción:*** *Equipo aprobado para utilizarse en áreas Clase I, División 1 o Clase I, Zona 0 del mismo grupo de gas y con marcado de temperatura similar, cualquiera de ellos, es permitido.*

**c) Zona 2.** En áreas Clase I, Zona 2, se permite únicamente equipo específicamente aprobado y marcado como apropiado para dicho área.

***Excepción:*** *Equipo adecuado para usarse en áreas Clase I, División 1 o División 2 o Clase I, Zona 0 o Zona 1 del mismo grupo de gas y con marcado de temperatura similar, cualquiera de ellos, es permitido.*

**505-25. Puesta a tierra y puenteado.** La puesta a tierra y el puenteado deben cumplir con el Artículo 250 y con lo indicado en 501-16.

## 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 disposiciones generales de esta NOM se aplican al alambrado eléctrico y equipo en locales dentro del alcance de los Artículos 511 al 517, excepto aquellas reglas modificadas en esos Artículos.

## ARTÍCULO 511 - TALLERES DE SERVICIO, DE REPARACION Y ESTACIONAMIENTOS PARA 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 son usados como combustible o fuente de energía.

**511-2. Lugares.** Las áreas donde el combustible inflamable es transferido a los tanques de combustible de los vehículos deben cumplir con el Artículo 514. Los talleres de servicio, estacionamientos, áreas de almacenamiento, y lugares donde no se hagan trabajos de reparación, sino sólo se intercambien partes y se dé mantenimiento de rutina que no requiera el uso de equipo eléctrico, flama expuesta, soldadura o el uso de líquidos volátiles inflamables, no son áreas clasificadas, pero deben estar adecuadamente ventilados para sacar los vapores contaminados de las máquinas.

**511-3. Áreas Clase I.** Clasificados según el Artículo 500.

**a) Hasta un nivel de 45 cm sobre el nivel del piso.** Para cualquier piso, el área completa hasta un nivel de 45 cm por arriba del piso, debe ser considerado como área Clase I, División 2.

***Excepción:*** *Cuando se determine que existe ventilación mecánica que provee un mínimo de cuatro cambios de aire por hora.*

**b) Cualquier fosa o depresión por debajo del nivel del piso.** Cualquier fosa o depresión por debajo del nivel del piso debe considerarse como área Clase I, División 1 hasta el nivel del piso, excepto cuando en ellos haya seis cambios de aire por hora y el aire sea expelido hasta el nivel del piso, en cuyo caso puede declararse Clase I, División 2.

***Excepción:*** *Los locales de servicio y lubricación sin surtidores (dispensarios), deben clasificarse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 514-2.*

**c) Áreas adyacentes a lugares definidos o con ventilación de presión positiva.** Áreas adyacentes a lugares definidos en las cuales no es probable que se desprendan vapores inflamables, tales como cuartos de almacenamiento, cuartos de tableros de distribución y otros lugares similares, no deben ser consideradas peligrosas (clasificadas) cuando tengan ventilación mecánica a razón de cuatro o más cambios de aire por hora o estén separados efectivamente por paredes o tabiques.

**d) Áreas adyacentes por permiso especial.** Las áreas adyacentes que por razón de ventilación, presión diferencial de aire o distanciamiento físico son tales que, no ofrecen peligro de ignición, se permite considerarlas como no-peligrosas.

**e) Unidades de despacho de combustible.** Cuando existan unidades de despacho de combustible (que no sea gas de petróleo licuado, lo que está prohibido) colocadas dentro de la propiedad, deben cumplir con los requisitos del Artículo 514.

Cuando se provee ventilación mecánica en el lugar de despacho, los controles deben estar bloqueados electromecánicamente de manera que el surtidor no pueda funcionar sin ventilación, según lo indicado en 500-5(b).

**f) Equipo portátil de iluminación.** El equipo portátil de iluminación debe estar equipado con mango, portalámparas, gancho y protección sustancial fijada al portalámparas o al mango. Todas las superficies exteriores que puedan hacer contacto con terminales de baterías, terminales de alambrado y otros objetos, deben ser de material no-conductor o deben estar efectivamente protegidas con aislamiento. Los portalámparas deben ser de un tipo sin desconectador y no deben estar provistos de dispositivos para conectar clavijas. La envoltura exterior debe ser de compuesto moldeado o de otro material adecuado. A menos que la lámpara y su cordón estén soportados o dispuestos de tal manera que no puedan usarse en áreas clasificadas según 511-3, deben ser aprobados para áreas Clase I, División 1.

**511-4. Alambrado y equipos en áreas Clase I.** El alambrado y los equipos instalados en áreas Clase I como se definen en 511-3, deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501. Las canalizaciones embutidas en paredes de mampostería o enterradas debajo de un piso, deben considerarse como pertenecientes al área Clase I que está por encima del piso, si cualquier conexión o extensión entra o atraviesa tales áreas.

**511-5. Sellado.** Deben proveerse sellos aprobados que cumplan los requerimientos indicados en 501-5 y se deben aplicar los requisitos establecidos en 501-5(b) (2), a los límites horizontales y verticales de las áreas definidas Clase I.

**511-6. Alambrado en espacios por encima de áreas Clase I**

**a) Alambrado fijo encima de áreas Clase I.** Todo el alambrado fijo encima de áreas Clase I debe estar en canalizaciones metálicas, o en tubo *(conduit)* metálico, no-metálico, metálico flexible, metálico flexible hermético a líquidos, no-metálico flexible hermético a líquidos, sistemas de alambrado manufacturado con cable tipo MC, o cable tipo TC. Las canalizaciones de pisos celulares metálicos o pisos celulares de concreto, pueden utilizarse solamente

para alimentar salidas del techo o extensiones hacia el área por debajo del piso, pero dichas canalizaciones no deben tener conexiones que lleven dentro o a través de cualquier área Clase I por encima del piso.

**b) Colgantes.** Los cordones flexibles para suspender aparatos colgantes deben ser adecuados para ese servicio y aprobados para uso rudo.

**c) Conductores puestos a tierra y de puesta a tierra.** Cuando un circuito que alimente accesorios colgantes o portátiles incluya un conductor de puesto a tierra como se indica en el Artículo 200, los receptáculos, clavijas, conectores y dispositivos similares deben tener una terminal de puesta a tierra, y el conductor puesto a tierra del cordón flexible debe conectarse al tornillo de cualquier portalámparas o a la terminal puesta a tierra de cualquier equipo de utilización suministrado. Deben proveerse dispositivos adecuados para mantener la continuidad del conductor de puesta a tierra entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no-destinadas a conducir corriente eléctrica de luminarias colgantes, lámparas portátiles y equipo portátil de utilización.

**d) Receptáculos fijos.** Los receptáculos fijos deben estar colocados por encima del nivel de cualquier área definida como Clase I, o estar aprobados para el área.

**511-7. Equipo por encima de áreas Clase I**

**a) Equipo que produzca arcos.** El equipo que esté a menos de 3,6 m por encima del nivel piso, y que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como cortacircuitos, tableros para carga de baterías, generadores, motores u otros equipos (excluyendo los receptáculos, lámparas y portalámparas), que tengan contactos de cierre y apertura o deslizantes, deben ser del tipo totalmente cerrado o construidos para prevenir el escape de chispas o partículas metálicas calientes.

**b) Alumbrado fijo.** Los portalámparas y las lámparas de alumbrado fijo que están localizados sobre vías por las cuales circulan habitualmente vehículos, o que puedan de otra manera estar expuestos a daños físicos, deben ser colocados a no-menos de 3,5 m por encima del nivel del suelo, a menos que sean del tipo totalmente encerrado, o construidos para prevenir la salida de chispas o partículas metálicas calientes.

**511-8. 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.

**511-9. Carga de vehículos eléctricos**

**a) Generalidades.** Todo equipo y alambrado eléctrico debe ser instalado de acuerdo con lo indicado en el Artículo 625, a excepción de lo indicado en los incisos siguientes. Los cordones flexibles deben estar aprobados para uso extra rudo.

**b) Ubicación de los conectadores.** No se debe colocar ningún conectador dentro de un área Clase I como se define en 511-3.

**c) Conexiones de clavijas para vehículos.** Cuando las clavijas sean proveídas para conexión directa a los vehículos, el punto de conexión no debe estar dentro de un área Clase I, como lo define la Sección 511-3, y cuando el cordón esté suspendido, debe ser colocado de tal modo que el punto inferior de la catenaria quede al menos a 15 cm por encima del piso. Cuando un arreglo automático es suministrado para jalar tanto al cordón como a la clavija fuera del alcance de daño físico, no se requiere ningún conectador adicional en el cable o en la caja de salida.

**511-10. Interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal.** Todos los receptáculos monofásicos de 120 o 127 V, 15 y 20 A, instalados en áreas donde haya equipo de diagnóstico eléctrico, herramientas de mano eléctricas, o equipo portátil de iluminación, deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal.

**511-16. Puesta a tierra.** Toda canalización metálica, cables con pantalla metálica, y toda parte metálica no-destinada a conducir corriente eléctrica de equipo eléctrico fijo o portátil, sin importar la tensión eléctrica, debe ser puesto a tierra como lo indica el Artículo 250. La puesta a tierra en áreas Clase I debe cumplir con lo indicado en 501-16.

## ARTÍCULO 513 - HANGARES DE AVIACIÓN

**513-1. Definición.** Un hangar de aviación es un lugar usado para alojar o dar servicio a las aeronaves en las que se usan gasolina, u otros líquidos volátiles inflamables, o gases inflamables, o cualquier combustible para aeronaves con propulsión a chorro. No incluye lugares usados exclusivamente para aeronaves que nunca han contenido tales líquidos o gases, o que han sido vaciados, o drenados y purgados apropiadamente (sin combustible).

**513-2. 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, que se extiende 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, hasta una altura de 45 cm sobre el nivel del piso.

**c) Área próxima a las aeronaves.** Las áreas circundantes hasta una distancia de 1,50 m medida horizontalmente desde los motores o tanques de combustible de las aeronaves, deben ser clasificadas como áreas Clase I, División 2, y deben extenderse verticalmente desde el piso hasta un nivel de 1,50 m por arriba de la superficie superior de las alas y de las envolventes de los motores.

**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.

**513-3. Alambrado y equipo en áreas Clase I.** Todo alambrado y equipo que sea o pueda ser instalado u operado dentro de cualquiera de las áreas Clase I definidas en 513-2, debe cumplir con los requerimientos aplicables del Artículo 501. Todo alambrado instalado en o bajo el piso del hangar, debe cumplir con los requerimientos de las áreas Clase I, División 1. Cuando tal alambrado sea instalado en bóvedas, fosas o conductos, se debe proveer un drenaje adecuado, y el alambrado no debe colocarse conjuntamente con otro tipo de servicio que no sea tubería de aire comprimido.

Las clavijas y receptáculos 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.

**513-4. Alambrado fuera de áreas Clase I**

**a) Alambrado fijo.** Todo alambrado fijo en un hangar, pero fuera de áreas Clase I como se definen en la Sección 513-2, debe instalarse en canalizaciones metálicas o con cables tipo TC, SNM o MC.

***Excepción:*** *El alambrado instalado en áreas no-clasificadas como las definidas en 513-2(d), puede ser de cualquiera de los tipos especificados en el Capítulo 3.*

**b) Colgantes.** En los aparatos colgantes se debe usar cordón flexible adecuado al tipo de servicio y aprobado para uso rudo. Cada cordón debe incluir un conductor separado de puesta a tierra de equipo.

**c) Equipo portátil.** En equipo de utilización y lámparas portátiles se debe usar cordón flexible adecuado al tipo de servicio y aprobado para uso extra rudo. Cada cordón debe incluir un conductor separado de puesta a tierra de equipo.

**d) Conductores puestos a tierra y de puesta a tierra.** Cuando un circuito alimente a aparatos portátiles o colgantes e incluya un conductor puesto a tierra identificado como se indica en el Artículo 200, los receptáculos, las clavijas, conectores y dispositivos similares deben ser del tipo de puesta a tierra, y el conductor puesto a tierra del cordón flexible debe conectarse al tornillo del casquillo del portalámpara o a la terminal puesta a tierra de cualquier equipo de utilización suministrado. Se deben proveer los dispositivos adecuados para mantener la continuidad del conductor de puesta a tierra entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica de luminarias colgantes, lámparas portátiles y equipo de utilización portátil.

**513-5. Equipo fuera de áreas Clase I**

**a) Equipo que produzca arcos.** En áreas diferentes a las descritas en 513-2, el equipo que esté a menos de 3 m, arriba de las alas y envolventes de los motores de las aeronaves y que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, cortacircuitos, desconectadores, receptáculos, tableros de carga, generadores, motores u otros equipos que tengan contactos de cierre y apertura o contactos deslizantes, deben ser del tipo totalmente encerrado o construido para prevenir el escape de chispas o partículas de metal caliente.

***Excepción:*** *Equipo en áreas descritas en 513-2 (d), pueden ser del tipo de uso general.*

**b) Portalámparas.** Los portalámparas en envolvente metálica, con forro de fibra no se deben usar para iluminación fija incandescente.

**c) Equipo portátil para alumbrado.** El equipo portátil de alumbrado que se use dentro de un hangar debe estar aprobado para el área en la cual va a ser usado.

**d) Equipo portátil.** El equipo portátil de utilización que sea o pueda ser usado dentro de un hangar debe ser del tipo adecuado para su uso en áreas Clase I, División 2.

**513-6. Puntales, andamios y plataformas**

**a) En áreas Clase I.** El alambrado eléctrico, salidas y equipo (incluyendo las lámparas) eléctricos, que estén ubicados encima o fijos a puntales, andamios o plataformas, que sean o puedan estar localizados en áreas Clase I como se define en 513-2(c), deben cumplir con los requerimientos para áreas Clase I, División 2.

**b) En áreas que no son Clase I.** Cuando los puntales, andamios o plataformas no estén o pudieran estar en un área Clase I como se define en 513-2(c), el alambrado y equipo debe cumplir con lo indicado en 513-4 y 513-5, excepto cuando estén a menos de 45 cm del suelo en cualquier posición deben cumplir con (a) anterior. Los receptáculos y clavijas deben tener un dispositivo de retención para que no se desconecten fácilmente.

**c) Tipo móvil.** Los puntales móviles con equipo eléctrico que cumpla con (b) anterior debe llevar por lo menos una señal fija de advertencia con la leyenda:

"PRECAUCIÓN. MANTENER A MAS DE 1,5 m DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS ÁREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE"

**513-7. Sellado.** Se deben colocar sellos aprobados de acuerdo con lo indicado en 501-5. Se deben aplicar los requisitos de sellado indicados en 501-5 (a) (4) y (b) (2), a los límites, tanto horizontales como verticales, de las áreas clasificadas como Clase I. Las canalizaciones embutidas en un piso de concreto o enterradas bajo el piso se deben considerar como pertenecientes al área Clase I que esté arriba del piso, si cualquier conexión o extensión conduce adentro o a través de tal área.

**513-8. Sistemas eléctricos de las aeronaves.** Los sistemas eléctricos de las aeronaves se deben desenergizar cuando sea ubicada en un hangar, y cuando sea posible, mientras reciba mantenimiento y servicio.

**513-9. Baterías de aeronaves, cargadores y equipo.** Las baterías de las aeronaves no deben cargarse cuando estén instaladas en una aeronave ubicada completa o parcialmente dentro de un hangar. Los cargadores de baterías y su equipo de control no deben localizarse u operarse dentro de cualquier área Clase I definida en 513-2, y deben

colocarse de preferencia en un local separado del edificio o en alguna área de las descritas en 513-2 (d). Los cargadores móviles deben llevar al menos una señal fija de advertencia con la leyenda:

"PRECAUCIÓN, MANTENER A MAS DE 1,5 m DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS ÁREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE"

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.

**513-10. Fuentes de alimentación externas para energizar las aeronaves**

**a) A no-menos de 45 cm sobre el piso.** Los dispositivos eléctricos externos dedicados a proporcionar 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 cm por encima del nivel del piso, y no deben operarse en áreas Clase I como las definidas en 513-2(c).

**b) Marcado en las unidades móviles.** Los dispositivos móviles de alimentación eléctrica deben llevar por lo menos una señal de advertencia permanentemente fija con la siguiente leyenda:

"PRECAUCIÓN. MANTENER A MAS 1,5 m DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS ÁREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE"

**c) Cordones.** Los cordones flexibles para los aceleradores 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.

**513-11. Equipos móviles de mantenimiento con componentes eléctricos**

**a) 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, deben estar diseñados y montados de tal modo que el alambrado fijo y el equipo queden por lo menos a 45 cm sobre el nivel del piso. Este equipo móvil no debe funcionar en las áreas Clase I definidas en 513-2(c) y deben llevar por lo menos una señal fija de advertencia con la leyenda:

"PRECAUCIÓN, MANTENER A MAS DE 1,5 m DE LOS MOTORES DE LAS AERONAVES Y DE LAS ÁREAS DE LOS TANQUES DE COMBUSTIBLE".

**b) 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 receptáculos deben estar aprobados para el área en que sean instalados y tener un medio para la conexión del conductor de puesta a tierra de equipo.

**c) Usos restringidos.** El equipo que no sea adecuado para áreas Clase I, División 2, no debe hacerse funcionar en áreas donde puedan efectuarse maniobras de mantenimiento susceptibles de provocar el desprendimiento de líquidos inflamables o vapores.

**513-16. Puesta a tierra.** Todas las canalizaciones metálicas, cables con forro metálico, así como todas las partes metálicas no destinadas a conducir corriente eléctrica de equipo eléctrico fijo o portátil, cualquiera que sea su tensión eléctrica, deben ser puestas a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250. La puesta a tierra en áreas Clase I debe cumplir con lo indicado en 501-16.

## ARTÍCULO 514 - SURTIDORES (DISPENSARIOS) Y ESTACIONES DE SERVICIO Y AUTOCONSUMO

**514-1. Definiciones**

**Surtidor (dispensario):** Es el elemento con el cual se abastece de combustible a vehículos automotores.

**Estación de servicio:** Establecimiento para la venta al menudeo de gasolina y diesel al público en general, suministrándolos directamente de depósitos confinados, a los tanques de los vehículos automotores, así como de aceites y grasas lubricantes.

**Estación de autoconsumo:** Establecimiento para el despacho de gasolina y diesel, así como de aceites y grasas lubricantes a los vehículos de empresas particulares e instituciones gubernamentales, suministrándolos directamente de depósitos confinados a los tanques de dichos vehículos.

**Tabla 514-2. Áreas peligrosas (clasificadas) Clase I: Estaciones de servicio y autoconsumo**

| Área | Clase I Grupo D División | Extensión del área clasificada |
|---|---|---|
| Tanques subterráneos boquillas de llenado<br><br>Venteo con descarga hacia arriba | 1 | Cualquier fosa, caja o espacio bajo el nivel del piso estando cualquier parte de ellos dentro de un área clasificada División 1 o 2. |
| | 2 | Hasta 0,5 m por encima del nivel del piso, dentro de un radio horizontal de 3 m medidos desde una conexión no-hermética de llenado y dentro de un radio horizontal de 1,5 m medidos desde una conexión hermética de llenado. |
| | 1 | Dentro de una esfera de 1 m de radio desde la abertura del orificio de venteo extendiéndose en todas direcciones. |
| | 2 | Espacio comprendido en una esfera de 1,5 m de radio desde la abertura del orificio de venteo, extendiéndose en todas direcciones. |
| Surtidores (dispensarios) (excepto del tipo elevado) Fosas.<br><br>Surtidores Exteriores | 1 | Cualquier fosa, caja o espacio bajo el nivel del piso, cualquier parte de ellos dentro de un área clasificada como División 1 o 2. |
| | 2 | Dentro de 0,50 m medidos horizontalmente en todas las direcciones extendiéndose hasta el nivel del piso desde (1) envolventes del surtidor, o (2) la parte de la envolvente del surtidor que contiene las componentes que manejan líquidos. |
| | 2 | Hasta 0,50 m por encima del nivel de piso, dentro de 6,10 m medidos horizontalmente, desde cualquier lado externo del surtidor. |
| Surtidores (dispensarios) Tipo elevado (con carrete montado en el techo) | 1 | El espacio dentro de la envolvente del surtidor y todo el equipo eléctrico integrado que forma parte de la manguera surtidora o pistola para despacho. |
| | 2 | Un espacio que se extiende 0,50 m horizontalmente en todas direcciones más allá de la envolvente extendiéndose hasta el piso. |
| | 2 | Hasta 0,50 m por encima del nivel del piso dentro de 6,10 m medidos horizontalmente desde un punto verticalmente por debajo de la parte exterior de la envolvente de cualquier surtidor. |
| Pistola para despacho. | 1 | Dentro de una esfera de 1,0 m de radio desde el orificio de la pistola extendiéndose en todas direcciones. |
| | 2 | Espacio comprendido en una esfera de 1,5 m de radio desde el orificio de la pistola extendiéndose en todas direcciones. |
| Bombas remotas interiores. | 1 | Todo el espacio dentro de cualquier fosa. |
| | 2 | Dentro de 1,5 m desde cualquier lado exterior de la bomba, extendiéndose en todas direcciones, también, hasta 1 m sobre el nivel de piso dentro de 8 m medidos horizontalmente desde cualquier lado exterior de la bomba. |
| Áreas de servicio o lubricación. | 2 | El área entera dentro de cualquier fosa usada para lubricación o servicios similares donde sean usados líquidos Clase 1. |
| | 2 | Áreas hasta 0,50 m por encima de tales fosos y extendiéndose una distancia de 1 m medidos horizontalmente desde cualquier lado exterior de la fosa. |
| | 2 | El área completa dentro de cualquier fosa no ventilada, cualquier área bajo el piso. |
| | 2 | El área hasta 0,5 m sobre tales fosas no ventiladas, el área de trabajo bajo el piso extendiéndose una distancia de 1 m medidos horizontalmente desde el exterior de tales fosas, el área de trabajo bajo el piso de trabajo subterráneo. |
| | No clasificadas | Cualquier fosa, área de trabajo bajo el piso o área subterránea de trabajo, que están ventiladas de acuerdo con lo indicado en 511-3. |
| Tiendas, bodegas y baños. | No clasificada | Si existe cualquier abertura a estas áreas de la extensión de una División 1, el área completa debe ser clasificada como División 1. |
| Equipos envolventes. | 1 | Cualquier espacio dentro de la envolvente donde el vapor o el líquido está presente bajo condiciones normales de operación. |

Otras áreas utilizadas, como lugares para lubricación, zonas de servicio, zonas de reparaciones, oficinas, salas de ventas, cuarto de compresores y lugares similares, deben cumplir con los Artículos 510 y 511, con respecto al alambrado y equipo eléctrico.

Cuando se pueda establecer con seguridad que no se van a manejar en un área determinada líquidos inflamables, cuyo punto de inflamación sea inferior a 38 °C, como la gasolina, tal área no requiere ser clasificada.

**NOTA:** Véase 555-9 para surtidores (dispensarios) de combustible en marinas y muelles de embarcaciones menores.

**514-2. Áreas Clase I.** La Tabla 514-2 debe ser aplicada donde sean almacenados, manejados o surtidos líquidos, Clase I y usada para delinear y clasificar las estaciones de servicio. Un área Clase I, no se debe extender más allá de una pared no-perforada, techo u otra división sólida.

**514-3. Alambrado y equipo dentro de áreas Clase I.** Todo el alambrado y equipo eléctrico dentro de áreas Clase I definidas en 514-2 deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501.

***Excepción:*** *Como sea permitido en la Sección 514-8.*

**NOTA:** Para requisitos especiales en el aislamiento de los conductores, Véase 514-8.

**514-4. Alambrado y equipo por encima de áreas Clase I.** El alambrado y equipo por encima de las áreas Clase I definidas en 514-2, deben cumplir con las Secciones 511-6 y 511-7.

**514-5. Medios de desconexión de los circuitos**

**a) Generalidades.** Cada circuito que termine o pase a través de un equipo surtidor (dispensario), incluyendo equipo para sistemas de bombeo remoto, deben estar provistos con un desconectador claramente identificado y de fácil acceso u otro equipo adecuado, localizado remotamente del surtidor (dispensario), para desconectar simultáneamente de la fuente de suministro todos los conductores del circuito, incluyendo el conductor puesto a tierra, si existe.

No se permite utilizar desconectadores monopolares enlazados manualmente.

En cada circuito debe instalarse un interruptor automático con disparo por protección de falla a tierra.

**Figura 514-2. Áreas peligrosas (clasificadas) adyacentes a los surtidores (dispensarios) como se detalla en la Tabla 514-2**

**b) Control de emergencia.** Las estaciones de servicio o autoconsumo, deben tener obligatoriamente como mínimo, tres controles para el paro de emergencia del tipo contacto sostenido (de golpe), que desconecten de la fuente de energía a todos los circuitos que se especifican en el inciso (a) anterior.

Los controles de emergencia se deben localizar, uno en el interior de la oficina de la estación, donde habitualmente existe personal; otro en la fachada principal del edificio de oficinas y otro en cada grupo de surtidores (dispensarios). Los controles instalados en la zona de surtidores (dispensarios), deben estar aprobados para Clase I, Grupo D. Los controles deben ser restablecidos manualmente de una manera aprobada.

**514-6. Sellado**

**a) En el surtidor (dispensario).** En cada tubo *(conduit)* que entre o salga de un surtidor (dispensario) o de cualquier cavidad o envolvente en comunicación directa con éste, debe colocarse un sello aprobado. El accesorio de sellado debe ser el primer accesorio después de que el tubo *(conduit)* sale de la tierra o del concreto.

**b) En los límites.** Se deben proveer sellos adicionales de acuerdo con lo indicado en 501-15. Las condiciones establecidas en 501-5(a)(4) y 501-5(b)(2) aplican a los límites tanto horizontales como verticales de las áreas definidas como Clase I.

**514-8. Alambrado subterráneo.** El alambrado subterráneo debe ser a base tubo *(conduit)* roscado metálico tipo pesado. 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 la Tabla 514-2), debe ser considerada como un área Clase I, División 1 que debe extenderse por lo menos al punto de salida sobre el nivel del piso. Véase la Tabla 300-5.

**514-9. Alumbrado de emergencia.** La estación de servicio o de autoconsumo debe contar con un sistema de alumbrado de emergencia con baterías, para los casos en que falle el suministro eléctrico normal o cuando por situaciones de riesgo se tenga que interrumpir el mismo.

**514-16. Puesta a tierra.** Todas las canalizaciones metálicas y todas las partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica de equipo fijo o portátil, independientemente de la tensión eléctrica, deben ser puestas a tierra como se estipula en el Artículo 250. La puesta a tierra en áreas Clase I debe cumplir con los requerimientos indicados en 501-16.

## ARTÍCULO 515 - PLANTAS DE ALMACENAMIENTO

**515-1. Definición.** Una planta de almacenamiento es un lugar donde se reciben líquidos inflamables por medio de buques-tanque, conductos, carros-tanque o autos-tanque donde los líquidos son almacenados para propósitos de distribución, por medio de buques-tanque, ductos, carros-tanque, autos-tanques o tanques portátiles o contenedores.

**515-2. Áreas Clase I.** La Tabla 515-2 se aplica donde son almacenados, manejados o surtidos líquidos Clase I y se usa para delimitar y clasificar las plantas de almacenamiento a granel. Las áreas Clase I no se deben extender más allá de una pared no perforada, techo u otras divisiones sólidas que no tengan aberturas de comunicación.

**515-3. Alambrado y equipo dentro de áreas Clase I.** Todo alambrado y equipo eléctrico dentro de áreas Clase I, definidas en la sección 515-2, deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501.

***Excepción:*** *Lo permitido en 515-5.*

**515-4. Alambrado y equipo sobre áreas Clase I.** Todo alambrado fijo que pase sobre áreas Clase I, debe ser instalado en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado. El equipo fijo que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, cortacircuitos, desconectadores, receptáculos, motores u otro equipo que tengan contactos de cierre y apertura o deslizantes, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar construidos de tal manera que se evite el escape de chispas o partículas y sus cordones flexibles deberán cumplir con los requisitos del Artículo 501 para la clase de área sobre la que han de ser conectados o utilizados.

**Tabla 515-2. Áreas Clase I: Plantas de almacenamiento**

| Lugar | Clase I División | Extensión del área clasificada |
|---|---|---|
| Tanques sobre el piso<br>Cubierta externa, cabezales o techo y espacio dentro del dique.<br><br>Venteo (Válvula presión - vacío)<br><br>Techo flotante | 2 | Dentro de 3 m desde la cubierta externa, los cabezales o techo del tanque. El espacio dentro de los diques hasta el nivel superior de éstos. |
| | 1 | Dentro de 1,5 m desde el extremo abierto del venteo en todas direcciones. |
| | 2 | El espacio comprendido entre 1,5 m y 3 m desde el lado abierto del venteo extendiéndose en todas direcciones. |
| | 1 | El espacio sobre el techo y el interior del tanque. |
| Llenado de tambores.<br>Al exterior o al interior con ventilación adecuada | 1 | Dentro de un radio de 1 m desde la abertura del orificio de llenado, extendiéndose en todas direcciones. |

| | | |
|---|---|---|
| | 2 | El espacio entre 1 m y 1,5 m desde la abertura del orificio de llenado, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 0,5 m sobre el nivel de piso, cubriendo un radio horizontal de 3 m desde el orificio de llenado. |
| Bombas, purgas, accesorios de vaciado, medidores y dispositivos similares interiores. | 2 | Dentro de un radio de 1,5 m desde cualquier orilla de tales dispositivos, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 1 m sobre el nivel de piso o rasante y extendiéndose hasta 7,6 m medidos horizontalmente desde cualquier orilla de tales dispositivos. |
| Fosas.<br>Sin ventilación mecánica<br>Con ventilación mecánica adecuada.<br>Con válvulas, accesorios o tubería que no estén dentro de un área clasificada.<br>División 1 o 2. | 1 | Todo el espacio dentro de la fosa si cualquier parte está dentro de un área clasificada División 1 o 2. |
| | 2 | Todo el espacio dentro de la fosa si cualquier parte está dentro de un área clasificada División 1 o 2. |
| | 2 | Toda la fosa. |
| Canales o zanjas de drenaje, separadores y cárcamo regulador.<br>Al exterior.<br>Al interior. | 2 | El espacio hasta 0,5 m sobre el canal, zanja, separador o cárcamo regulador. También hasta 0,5 m sobre la rasante y cubriendo hasta 4,6 m horizontalmente desde cualquier orilla. |
| | --- | Igual que las fosas. |
| Autotanque y carrotanque.<br>Llenado por el domo abierto. | 1 | Dentro de 1 m desde la orilla del domo extendiéndose en todas direcciones. |
| | 2 | El espacio que cubre entre 1 m y 4,6 m desde la orilla del domo, extendiéndose en todas direcciones. |
| Llenado por conexiones en el fondo con respiradero atmosférico.<br><br>Llenado por el domo con recuperación de vapores.<br>Llenado por el domo con recuperación de vapores.<br>Llenado por el fondo con recuperación de vapores.<br><br>Cualquier des<br>Oficinas | 1 | Dentro de 1 m desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas direcciones |
| | 2 | El espacio entre 1 m y 4,6 m desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 0,5 sobre el nivel de la rasante, cubriendo un radio horizontal de 3 m desde el punto de conexión de llenado. |
| | 1 | Dentro de 1 m desde el lado abierto del respiradero, extendiéndose en todas direcciones. |
| | 2 | El espacio entre 1 y 4,6 m desde el lado abierto del respiradero, extendiéndose en todas direcciones. También dentro de 1 m desde la orilla del domo extendiéndose en todas direcciones. |
| | 2 | Dentro de 1 m desde el punto de conexión de ambas líneas del llenado con recuperación de vapores, extendiéndose en todas direcciones. |
| | 2 | Dentro de 1 m desde los puntos de conexión, extendiéndose en todas direcciones. También hasta 0,5 m sobre el nivel de la rasante cubriendo un radio horizontal de 3 m desde los puntos de conexión. |
| | Sin clasificar | Si existe cualquier abertura o puerta hacia estos cuartos dentro de la extensión de un área clasificada, estas oficinas se deben clasificar igual que si no existiese muro. |
| Estacionamiento y taller de reparación de autotanques. | 1 | Todas las fosas o espacios bajo el nivel de piso. |
| Almacenamiento exterior de tambores. | Sin clasificar | |

| | | |
|---|---|---|
| Almacenamiento bajo techo donde no haya transferencia de líquidos | Sin clasificar | Si existe cualquier abertura a estos almacenes comprendidos dentro de la extensión de un área interior clasificada como peligrosa, el almacén debe ser clasificado igual que si no existiera pared o muro que los divida. |
| Muelles y embarcaderos | - | Véase la Figura 515-2. |

**NOTA:** Para tanques subterráneos, Véase 514-2.

**Figura 515-2. Terminal marítima para el manejo de líquidos inflamables**

Observaciones a la Figura 515-2:

**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 barcazas es División 2 cubriendo las siguientes extensiones:

**a)** 7,6 m 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 7,6 m por encima de los tanques de carga de las naves en su posición más alta.

**3)** Las áreas adicionales pueden ser clasificadas como se requiera por la presencia de otras fuentes de líquidos inflamables en el muelle o en el embarcadero.

**515-5. Alambrado subterráneo**

**a) Método de alambrado.** La instalación subterránea debe hacerse basada en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado.

**b) Aislamiento.** El aislamiento de los conductores debe cumplir con lo indicado en 501-13.

**515-6. Sellado.** Se deben suministrar sellos aprobados de acuerdo con lo indicado en 501-5. Los requisitos de sellado establecidos en 501-5(a)(4) y (b)(2) se aplican tanto a los límites horizontales como a los verticales de las áreas clasificadas como Clase I. Las canalizaciones enterradas bajo las áreas definidas como Clase I se consideran pertenecientes a Clase I, División 1.

**515-7. Surtidores de gasolina.** Donde se suministre gasolina junto con las operaciones de almacenamiento, se aplican las disposiciones del Artículo 514.

**515-8. Puesta a tierra.** Todas las canalizaciones metálicas y todas las partes metálicas de equipo eléctrico no-portadoras de corriente eléctrica deben ser puestas a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250. La puesta a tierra en las áreas Clase I debe cumplir con lo indicado en 501-16.

## ARTÍCULO 516 - PROCESOS DE ACABADO

**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 vaporización, por medio de inmersión, recubrimiento u otros medios.

**516-2. Clasificación de áreas.** La clasificación está basada en cantidades peligrosas de vapores inflamables, niebla combustible, residuos, polvos o depósitos.

**NOTA:** Véanse 516-3 (b) y (c) para depósitos y residuos.

**a) Áreas Clase I o Clase II, División 1.** Los siguientes espacios se consideran áreas Clase I o Clase II, División 1, según sea aplicable:

**1)** Los interiores de cabinas de rociado y sus conductos de escape, excepto como se indica específicamente en 516-3 (d).

**2)** El interior de conductos de expulsión.

**3)** Cualquier área en pasillos propios de las operaciones de rociado.

**4)** Para operaciones de inmersión y de recubrimiento, todo espacio comprendido dentro de una distancia radial de 1,5 m desde la fuente de vapor que se extienda desde esa superficie hasta el piso.

Se considera como fuente de vapor: (1) El líquido en el proceso o la superficie mojada del registro de drenaje; (2) Cualquier objeto que haya sido inmerso o recubierto desde el cual es posible medir a una distancia de 30 cm en cualquier dirección concentraciones de vapor que excedan 25% del límite inferior de inflamabilidad.

**5)** Las fosas dentro de una distancia de 7,5 m medida horizontalmente desde la fuente de vapor. Si las fosas se extienden más allá de 7,5 m de la fuente de vapor, el área Clase I, División 1 debe incluir al foso completo a menos que se provea un medio para detener el vapor.

**6)** El interior de cualquier envolvente de procesos de recubrimiento o inmersión.

**b) Áreas Clase I o Clase II, División 2.** Los siguientes espacios serán considerados áreas Clase I o Clase II, División 2 como sea aplicable:

**1)** Para lugares abiertos de rociado intensivo, todo el espacio circundante y comprendido dentro de una distancia de 6 m medidos horizontalmente y 3 m medidos verticalmente desde el área Clase I, División 1, como está definido en 516-2(a) y no separado de éste mediante una pared divisoria. Véase la Figura 516-2(b)(1).

**2)** 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, cualquier alambrado eléctrico o equipo de utilización localizado fuera de la cabina o del cuarto, pero dentro de los límites designados como División 2 en la Figura 516-2(b)(2), deben ser adecuados para áreas Clase I, División 2 o Clase II, División 2, el que sea aplicable.

Las áreas Clase I, División 2 o Clase II, División 2 mostradas en la Figura 516-2(b)(2), se extienden desde el extremo de la cara abierta o frente abierto de la cabina o cuarto, de acuerdo con lo siguiente:

**Figura 516-2 (b)(1).** Á**reas Clase I o Clase II División 2**

**a.** Si el sistema de ventilación de expelido está interconectado con el equipo de rociado, entonces el área División 2 se extiende 1,5 m medidos horizontalmente y 1,0 m medidos verticalmente desde el frente o cara abiertos de la cabina o cuarto de rociado, como lo muestra la Figura 516-2(b)(2)a.

**b.** Si el sistema de ventilación de expelido no está interconectado con el equipo de rociado, entonces el área División 2 se extiende 3,0 m medidos horizontalmente y 1,0 m medidos verticalmente desde el frente o cara abiertos de la cabina o cuarto de rociado, como lo muestra la Figura 516-2(b)(2).

**Figura 516-2 (b)(2) Clase I o Clase II, División 2, espacios adyacentes a las aperturas, (con frente abierto o paso abierto), de locales o casetas de pintura por aspersión**

Para propósitos de esta subsección, “Interconectado” es el medio por el cual el equipo de rociado no puede operar a menos que el sistema de ventilación de expelido opere y funcione apropiadamente, y la aplicación del rocío se detiene automáticamente si el sistema de ventilación falla.

**3)** En operaciones de rociado llevadas a cabo dentro de una cabina de rociado con el techo abierto, el espacio de 1 m de radio sobre la cabina y otras aberturas de la cabina deberán considerarse Clase I o Clase II, División 2.

**4)** En operaciones de rociado confinadas en una cabina de rociado cerrada, el espacio dentro de 1 m en todas direcciones desde cualquier abertura en la cabina de rociado se deberá considerar Clase I o Clase II, División 2.
**5)** Para tanques de inmersión y escurrideros, el espacio dentro de 1,0 m que rodea el área Clase I, División 1, como se define en 516-2 (a)(4). Véase la Figura 516-2(b)(5).

**Figura 516-2 (b)(5). Extensión de áreas clasificadas como peligrosas Clase I, División 1 y Clase I, División 2 para procesos de inmersión abiertos**

**6)** Para tanques de inmersión y escurrideros, el espacio de 1 m arriba del piso y a una extensión de 6 m medidos horizontalmente en todas las direcciones desde el área Clase I, División 1.

***Excepción:*** *Este espacio no es necesario considerarlo como área peligrosa cuando la fuente de vapor tenga un área de 0,5 m² o menos, y cuando el contenido del tanque abierto o el contenedor no exceda de 19 L, además que la concentración de vapor durante la operación y periodos de paro no exceda 25% del límite inferior de la inflamabilidad, fuera del área Clase I como se especifica en 516-2(a)(4).*

**c) Envolventes cerradas de recubrimiento y operaciones de inmersión.** El espacio adyacente a envolventes cerradas de recubrimiento y operaciones de inmersión debe considerarse no-clasificado.

***Excepción:*** *El espacio dentro de 1 m en todas las direcciones desde cualquier abertura de la envolvente debe clasificarse como Clase I, División 2.*

**d) Áreas adyacentes.** Las áreas adyacentes que estén separadas de las áreas definidas como Clase I o Clase II por una pared divisoria sin orificios de comunicación, y dentro de las cuales no haya probabilidad de que se liberen vapores inflamables o polvos combustibles, deben ser clasificadas como no-peligrosas.

**e)Áreas no-peligrosas.** Las áreas donde se encuentren aparatos de secado, curado o fusión, provistos con ventilación mecánica positiva adecuada para prevenir la acumulación de concentraciones inflamables de vapores, y provistos con efectivas conexiones para desenergizar todo el equipo eléctrico (diferente al equipo aprobado para áreas Clase I) en caso de que el equipo de ventilación no funcione, pueden ser clasificados como no-peligrosos.

**516-3. Alambrado y equipo en áreas Clase I**

**a) Vapores.** Todo equipo y alambrado eléctrico dentro de un área Clase I (que contenga sólo vapor y no residuos) definida en 516-2, debe cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501.

**b) Vapores y residuos.** A menos que sea específicamente aprobado para lugares que contengan depósitos de cantidades peligrosas de vapores inflamables o combustibles, niebla, residuos, polvos o depósitos (como sean aplicables), ningún equipo eléctrico debe instalarse o usarse en cualquier área de rocío e incluso donde depósitos de residuos combustibles puedan acumularse fácilmente, excepto alambrado en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, o en cajas o accesorios metálicos que no contengan derivaciones, empalmes o terminales.

**c) Iluminación.** Se permite la iluminación de áreas fácilmente combustibles a través de paneles de vidrio u otro material transparente o translúcido, únicamente si cumple las siguientes condiciones: (1) Que se usen unidades fijas de alumbrado como fuente de iluminación; (2) que el panel aisle efectivamente al área Clase I del área en la cual la unidad de alumbrado está localizada; (3) que la unidad de alumbrado esté aprobada para esa área específica; (4) que el panel sea de un material o esté protegido de tal forma que no haya probabilidad de que se rompa, y (5) que el arreglo sea tal que las acumulaciones normales de residuos peligrosos sobre la superficie del panel no alcancen temperaturas peligrosas por radiación o conducción proveniente de la fuente de iluminación.

**d) Equipo portátil.** No se deben usar lámparas eléctricas portátiles u otro equipo de utilización en áreas de rociado durante 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, donde puedan estar presentes residuos fácilmente inflamables.*

***Excepción 2.*** *Cuando se usen aparatos de secado eléctrico portátiles en cabinas de rociado para acabado de automóviles y se reúnan los siguientes requisitos: (1) que el aparato y sus conexiones eléctricas no estén localizados en el recinto de rociado durante operaciones de rociado; (2) que el equipo eléctrico dentro de 50 cm del piso esté aprobado para áreas Clase I, División 2; (3) que todas las partes metálicas del aparato de secado estén eléctricamente conectados y puestos a tierra, y (4) que se provean conexiones para evitar la operación del equipo de rociado mientras el aparato de secado esté dentro del recinto, y permita una purga del recinto durante tres minutos antes de energizar al aparato de secado y apagarlo en caso de falla del sistema de ventilación.*

**e) Equipo electrostático.** El equipo de rociado electrostático o de escurrimiento debe instalarse y usarse únicamente como se indica en 516-4.

**516-4. Equipos electrostáticos fijos.** Esta sección se aplica a cualquier equipo que use elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga o precipitación de materiales peligrosos para recubrimientos sobre Artículos o para otros propósitos similares en los cuales el dispositivo de carga o atomización esté unido a un soporte mecánico o manipulado. Esto incluye dispositivos robóticos. Esta sección no aplica a dispositivos que estén sostenidos o manipulados. Donde los procedimientos de programación de robots involucren el manejo manual del brazo del robot mientras se rocíe con alta tensión eléctrica en operación, se deben aplicar las disposiciones de la Sección 516-5. La instalación de equipo de rociado electrostático debe cumplir con los incisos siguientes. El equipo de rociado debe estar aprobado.

Todo el sistema del equipo automático electrostático debe cumplir con lo siguiente:

**a) Equipo de fuerza y control.** Los transformadores, suministros de alta tensión, aparatos de control y todas las demás partes eléctricas del equipo deben ser instalados fuera del área Clase I, como se define en 516-2, o deben ser de un tipo aprobado para el área.

***Excepción****. Las rejillas de alta tensión eléctrica, electrodos, pistolas de atomización electrostáticas y sus conexiones, están permitidos dentro del área Clase I.*

**b) Equipo electrostático.** Los electrodos y las pistolas de atomización electrostáticas deben ser: (1) soportados adecuadamente en lugares permanentes y (2) efectivamente aislados de tierra. Los electrodos y las pistolas de rociado electrostático que estén permanentemente sujetos a sus bases, soportes o mecanismos de vaivén o robots se consideran que cumplen con esta Sección.

**c) Terminales de alta tensión eléctrica.** Las terminales de alta tensión eléctrica deben estar adecuadamente aisladas y protegidas contra daños mecánicos o exposición a químicos destructivos. Cualquier elemento expuesto a alta tensión debe ser efectiva y permanentemente soportado sobre aisladores adecuados y ser efectivamente protegido contra contacto accidental o puesta a tierra.

**d) Soporte de piezas o productos.** Las piezas o productos que sean recubiertos usando este proceso, deben estar colocadas en transportadores o colgadores. Los transportadores o colgadores deben disponerse de tal forma que: (1) Se asegure que las partes que son recubiertas estén eléctricamente conectadas a tierra con una resistencia de aislamiento a tierra de 1 MΩ o menos y (2) Se previene que las partes se balanceen.

**e) Controles automáticos.** Los aparatos electrostáticos deben equiparse con medios automáticos, que desenergicen rápidamente los elementos de alta tensión bajo cualquiera de las siguientes condiciones: (1) paro de los ventiladores o falla del equipo de ventilación por cualquier causa; (2) paro del transportador que lleve las piezas a través del campo de alta tensión, a menos que el paro sea requerido por el mismo proceso; (3) que ocurra una excesiva corriente eléctrica de fuga en cualquier punto del sistema de alta tensión, (4) desenergización de la tensión eléctrica del primario a la fuente de alimentación.

**f) Puesta a tierra.** Todos los objetos conductores de electricidad dentro del área de la influencia de carga de los electrodos, excepto aquellos en los que el proceso requiere que estén a alta tensión, deben estar puestos a tierra adecuadamente. Este requisito se aplica a los recipientes de pintura, latas de limpieza, guardas y cualquier otro objeto o dispositivo conductor de electricidad que se encuentre en el área.

**g) Aislamiento.** Se debe colocar protecciones, tales como cabinas adecuadas, cercas, barandales, conexiones u otros medios alrededor del equipo o incorporados a él, de tal manera que éstas, ya sea por su ubicación o carácter, o por ambas cosas, aseguren que se mantiene un aislamiento efectivo entre el proceso y los depósitos de la planta o del personal.

**h) Señales.** Las señales deben estar en carteles claros y visibles para: (1) Designar la zona de proceso como peligrosa con peligro de fuego y accidente; (2) identificar los requisitos de puesta a tierra para todos los objetos conductores en el área de rociado, (3) restringir el acceso a personal calificado únicamente.

**i) Aisladores.** Todos los aisladores deben mantenerse limpios y secos.

**j) Otros equipos que no sean inflamables.** El equipo de rociado que no puede ser clasificado como no-inflamable debe cumplir con los incisos siguientes.

**1)** Los transportadores y colgadores deben arreglarse para mantener una distancia de seguridad de al menos dos veces la distancia de producción de chispas, entre las piezas que sean pintadas y los electrodos, boquillas

de atomización electrostática o conductores cargados. Esta distancia de seguridad debe marcarse por medio de una señal.

**2)** El equipo debe estar provisto con un medio automático para desenergizar rápidamente los elementos de alta tensión, en el caso de que la distancia entre las piezas que sean pintadas y los electrodos o las boquillas de atomización electrostática, sea menor a lo que se especifica en el párrafo (1) anterior.

**516-5. Equipo manual de rociado electrostático.** Esta Sección se debe aplicar a cualquier equipo que use elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga o precipitación de materiales para recubrimiento de piezas o productos, o para otros propósitos similares en los cuales el dispositivo de atomizado es sostenido con la mano o manipulado durante la operación de rociado. Los equipos manuales de rociado electrostático y los dispositivos usados en conjunto con operaciones de pintado por rocío, deben ser aprobados y deben cumplir con los puntos indicados a continuación:

**a) Generalidades.** Los circuitos de alta tensión deben diseñarse de tal manera que no produzcan chispas de suficiente intensidad para encender la mezcla aire-vapor más susceptible de ser encendida, de todas las que es probable encontrar, ni representen un peligro de choque eléctrico al ponerse en contacto con un objeto puesto a tierra bajo todas las condiciones normales de operación. Los elementos de la pistola de mano expuestos a ser cargados electrostáticamente, se deben energizar únicamente mediante un dispositivo que también controle el suministro del material de recubrimiento.

**b) Equipo de potencia.** Los transformadores, fuentes de energía, aparatos de control y todas las demás partes eléctricas del equipo, deben localizarse fuera del área Clase I o estar aprobados para el área.

***Excepción.*** *La pistola de mano por sí misma y sus conexiones a la fuente de alimentación se permiten dentro del área Clase I.*

**c) El mango.** El mango de la pistola rociadora debe conectarse eléctricamente a tierra mediante una conexión metálica y construida de tal manera que el operador, en posición normal de operación, esté en contacto eléctrico íntimo con el mango puesto a tierra a fin de evitar la formación de cargas estáticas en el cuerpo del operador. Se deben colocar letreros bastante visibles donde se indique que todas las personas que entren en el área de rociado deben estar puestas a tierra.

**d) Equipo electrostático.** Todos los objetos conductores de electricidad ubicados en el área de rociado deben estar puestos a tierra adecuadamente. Este requisito se aplica a los recipientes de pintura, envases de lavado y cualquier otro objeto o dispositivo conductor de electricidad en el área. El equipo debe llevar una advertencia que se destaque, e instalada permanentemente, indicando la necesidad de puesta a tierra antes indicada.

**e) Soporte de piezas o productos.** Las piezas o productos que sean pintados deben mantener contacto metálico con el transportador u otro soporte puesto a tierra. Los ganchos de fijación deben limpiarse regularmente para asegurar una adecuada puesta a tierra de 1 MΩ o menos. Las áreas de contacto deben ser puntos o bordes afilados, cuando sea posible. Los puntos de soporte de los objetos deben estar, cuando sea posible, fuera del alcance de un rociado inadvertido; y cuando los objetos que están siendo rociados son soportados por un transportador, el punto de fijación al transportador debe localizarse de tal manera que no recoja materiales rociados durante operaciones normales.

**516-6. Recubrimiento con polvo**. Esta Sección se aplica a los procesos en los cuales se apliquen polvos secos combustibles. Los peligros asociados con polvos combustibles están presentes en un proceso de este tipo hasta cierto grado, dependiendo de la composición química del material, tamaño de la partícula, forma y distribución.

> **NOTA:** Los peligros asociados con polvos combustibles son inherentes a este proceso. En general, el grado de peligro de los polvos empleados depende de la composición química del material, tamaño de la partícula, forma y distribución.

**a) Equipo eléctrico y fuentes de ignición.** El equipo eléctrico y otras fuentes de ignición deben cumplir con los requisitos del Artículo 502. Las lámparas eléctricas portátiles y otros equipos de utilización no deben ser usados dentro de un área Clase II durante la operación de los procesos de acabado. Cuando se usen tales lámparas o equipo de utilización durante operaciones de limpieza o reparación, deben ser de un tipo aprobado para áreas Clase II, División I, y todas las partes metálicas expuestas deben estar puestas a tierra eficazmente

***Excepción.*** *Cuando se requieren lámparas eléctricas portátiles para operaciones en espacios que no estén correctamente iluminados por alumbrado fijo dentro del área de rociado, deben ser del tipo aprobado para áreas Clase II, División I, donde pueden estar presentes residuos fácilmente inflamables.*

**b) Equipo electrostático fijo de rociado.** Las disposiciones establecidas en 516-4 y en (a) anterior aplican al equipo electrostático fijo de rociado.

**c) Equipo electrostático manual de rociado.** Las disposiciones establecidas en 516-5 y en (a) anterior aplican al equipo electrostático manual de rociado.

**d) Lechos fluidizados electrostáticos.** Los lechos fluidizados electrostáticos y el equipo asociado deben ser del tipo aprobado. Los circuitos de alta tensión eléctrica deben diseñarse de tal manera que cualquier descarga producida cuando los electrodos de carga del lecho son acercados o puestos en contacto con un objeto puesto a tierra, no sea de suficiente intensidad para encender cualquier mezcla aire-polvo que sea probable encontrar, ni pueda producir un peligro apreciable de choque eléctrico.

**1)** Los transformadores, fuentes de energía, aparatos de control y todas las demás partes eléctricas del equipo deben localizarse fuera del área de recubrimiento con polvo o de otra manera cumplir con los requisitos de (a) anterior.

***Excepción.*** *Los electrodos de carga y sus conexiones a la fuente de alimentación se permiten dentro del área de recubrimiento con polvo.*

**2)** Todos los objetos conductores de electricidad dentro del área de recubrimiento con polvo deben ponerse a tierra apropiadamente. El equipo de recubrimiento con polvo debe llevar un letrero de advertencia que se destaque, instalado permanentemente, indicando la necesidad de poner a tierra esos objetos.

**3)** Los objetos que estén siendo recubiertos deben mantenerse en contacto eléctrico con el transportador u otro soporte, con la finalidad de asegurar una puesta a tierra apropiada. Los ganchos de soporte deben limpiarse regularmente para asegurar un contacto eléctrico efectivo. Las áreas de contacto eléctrico deben ser puntos o bordes afilados, cuando sea posible.

**4)** El equipo eléctrico y los suministros de aire comprimido deben interconectarse con un sistema de ventilación de tal manera que el equipo no pueda operar a menos que los ventiladores estén funcionando.

**516-7. Alambrado y equipos por encima de áreas Clase I y Clase II**

**a) Alambrado.** Todo alambrado fijo por encima de áreas Clase I y Clase II debe hacerse en canalizaciones metálicas, tubo *(conduit)* no metálico tipo pesado o ligero o con cable de los tipos TC, SNM o MC. Las canalizaciones para pisos celulares metálicas se permiten únicamente para alimentar salidas de cielo falso 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 por encima del piso, 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, receptáculos, motores u otro equipo con contactos de apertura y cierre o deslizantes, cuando se instalen por encima de un área Clase I o Clase II, o encima de un área donde se manejen objetos recién acabados que sean manipulados, deben ser del tipo totalmente encerrado o estar construidos de tal manera que se evite el escape de chispas o partículas de metal caliente.

**516-8. Puesta a tierra.** Todas las canalizaciones metálicas, pantallas metálicas de cables, y todas las partes metálicas que no transporten corriente eléctrica de equipo portátil o fijo, independientemente de la tensión eléctrica de operación, deben estar puestos a tierra como se indica en el Artículo 250. La puesta a tierra en áreas Clase I debe cumplir con lo indicado en 501-16.

## ARTÍCULO 517 - INSTALACIONES EN LUGARES DE ATENCIÓN DE LA SALUD

### A. Disposiciones generales

**517-1. Alcance.** Las disposiciones de este Artículo establecen criterios para la construcción e instalaciones en áreas de atención de la salud.

**NOTA 1:** Este Artículo no se aplica en instalaciones veterinarias.

**NOTA 2:** Para información concerniente al criterio en la ejecución, mantenimiento y pruebas, referirse a los documentos apropiados para instalaciones en lugares de atención de la salud.

**517-2. Generales.** Los requisitos de las Partes B y C se aplican no sólo a edificios con funciones únicas sino también a aquéllos en forma individual considerando sus respectivas formas de trabajo y que estén dentro de un edificio de múltiples funciones (por ejemplo, un consultorio médico localizado dentro de un sanatorio requiere que se apliquen las disposiciones indicadas en 517-10).

**517-3. Definiciones**

**Anestésicos inflamables:** Gases o vapores tales como fluroxeno, ciclopropano, éter divinyl, cloruro de etileno, éter etileno y etileno, los cuales pueden formar mezclas inflamables o explosivas con el aire, oxígeno o gases rebajados, tales como el óxido nitroso.

**Áreas de anestésicos inflamables:** Cualquier área que ha sido diseñada para usarse para aplicación de cualquier agente anestésico inhalador inflamable en el curso normal de una evaluación o de un tratamiento.

**Áreas de atención del paciente:** Son las áreas de un hospital en las cuales se examina o se trata al paciente; se clasifican como áreas de atención general, áreas de atención crítica y localizaciones húmedas. La responsabilidad del cuerpo de administración de las instalaciones, es designar estas áreas de acuerdo con el tipo de atención del paciente y con las siguientes definiciones:

**NOTA:** Típicamente no se clasifican como áreas de atención y asistencia del paciente las oficinas administrativas, circulaciones, antesalas o salones de usos múltiples, comedores o áreas similares.

**1) Áreas de atención general:** Son las habitaciones para pacientes, cuartos para auscultación, cuartos para tratamiento, clínicas y áreas similares en las cuales se pretende que el paciente deba estar en contacto con dispositivos ordinarios tales como un sistema de llamado a enfermeras, camas eléctricas, lámparas de auscultación, teléfonos y dispositivos de entretenimiento. En dichas áreas, puede ser necesario que los pacientes se conecten a dispositivos electromédicos (tales como termocobertores, electrocardiógrafos, bombas de drenaje, monitores, otoscopios, oftalmoscopios, líneas intravenosas periféricas, etc.).

**2) Áreas de atención crítica:** Son aquellas unidades de atención especial como: unidades de cuidado intensivo, unidades de las coronarias, laboratorios de angiografía, laboratorios de caterización cardiaca, salas de

expulsión, salas de operación y áreas similares en las cuales los pacientes estén sujetos a procedimientos agresivos y conectados a dispositivos electromédicos.

**3) Locales húmedos:** Son las áreas de atención y asistencia normalmente sujetas a condiciones de humedad mientras está presente el paciente. Estas áreas incluyen agua estancada en el piso o en el área de trabajo que rutinariamente está empapada o mojada, cuando alguna de estas condiciones esté íntimamente relacionada con el paciente o con el personal. Los procedimientos de limpieza rutinarios y derrames accidentales de líquidos no definen un local húmedo.

**Áreas de atención limitada:** Un edificio o parte de él, usado sobre un horario de servicio de veinticuatro horas para la hospitalización de cuatro o más pacientes que sean incapaces de tomar una acción para la autopreservación por vejez, por limitaciones físicas, por accidentes o enfermedad; limitaciones mentales, tal como incapacidad mental de retrasados mentales.

**Centros ambulatorios para la atención de la salud:** Un edificio o parte de él que es utilizado para dar servicios o tratamiento a cuatro o más pacientes al mismo tiempo y que cumplen con lo siguiente:

**1)** Las instalaciones para la atención de pacientes externos y tratamiento para pacientes que sean incapaces de tomar una acción para la autopreservación en condiciones de emergencia, sin la asistencia de otros; tales como unidades de hemodiálisis, o unidades de urgencias médicas.

**2)** Las instalaciones para la atención de pacientes externos, como tratamiento quirúrgico que requiere anestesia general.

**Circuitos derivados críticos:** Son aquellos circuitos de un sistema secundario de emergencia que consiste en alimentadores y circuitos derivados que suministran energía para iluminación; circuitos especiales de energía y receptáculos seleccionados que sirven en áreas y funcionan en lo relacionado con la atención de los pacientes, y los cuales estén conectados a fuentes alternas de energía por un desconectador de transferencia o un retardador para la toma de carga durante la interrupción de la fuente normal de suministro de energía.

**Circuitos de seguridad de la vida:** Un subsistema del sistema de emergencia, que consiste en alimentadores y circuitos derivados, los cuales cumplen los requerimientos del Artículo 700, y se usan para proveer de energía suficiente para la seguridad de la vida de los pacientes y del personal, los cuales se conectan automáticamente a una fuente alterna de energía durante la interrupción de la fuente de energía normal.

**Corriente peligrosa:** Para un grupo dado de conexiones en un sistema de energía aislado, es la corriente eléctrica total que fluiría a través de una baja impedancia que se conectara entre cualquiera de los conductores aislados y tierra.

**Corriente peligrosa de falla:** La corriente eléctrica peligrosa que circula en un sistema aislado con todos los dispositivos conectados, excepto el monitor de aislamiento de la línea.

**Corriente peligrosa de monitor:** La corriente eléctrica peligrosa que circula solamente en la línea del monitor de aislamiento.

**Corriente peligrosa total:** La corriente eléctrica peligrosa que circula en un sistema aislado con todos los dispositivos conectados a él, incluyendo el monitor de aislamiento de la línea.

**Enfermería:** Un edificio o parte de él usado para recepción, internado y atendido por enfermeras, en un servicio de veinticuatro horas, para cuatro o más personas, quienes debido a incapacidad mental o síquica, pueden estar imposibilitadas para proveer su propia seguridad y necesidades, sin la asistencia de otra persona. La enfermería, de acuerdo como se usa en esta NOM, debe incluir locales de enfermerías y de convalecencias, instalaciones para enfermeras calificadas, instalaciones de atención intermedia y habitaciones para personas de edad avanzada.

**Estaciones de enfermeras:** Áreas destinadas a proveer un centro de actividades a un grupo de enfermeras que atienden a los pacientes encamados y donde se reciben las llamadas de los pacientes; desde donde las enfermeras son enviadas y éstas redactan sus informes; donde preparan los datos de los pacientes que ingresan y además se preparan las medicinas para ser distribuidas a los pacientes. Donde estas actividades se llevan a cabo en uno o más locales dentro de la unidad de enfermería, todas esas áreas separadas se consideran parte de la estación de enfermeras.

**Equipo eléctrico de soporte para la vida:** Equipo alimentado eléctricamente cuya operación continua es necesaria para mantener la vida de un paciente.

**Equipo para diatermia:** Es un equipo de inducción terapéutico y calentamiento dieléctrico.

**Fuentes alternas de energía:** Son las que permiten uno o más sistemas de generación o de baterías, con la función de proveer la energía durante la interrupción del sistema de suministro normal, o el servicio de la compañía suministradora destinada a proveer energía durante interrupciones del servicio, normalmente provista por equipos de generación propios de las instalaciones del usuario.

**Iluminación en lugares de trabajo:** Provisión del mínimo de iluminación requerido para llevar a cabo los trabajos o tareas necesarias en las áreas descritas, incluyendo accesos de seguridad a equipo y acceso a las salidas.

**Instalaciones de Rayos X (móvil):** Un equipo de rayos X, montado sobre una base con ruedas u otra construcción que le permita ser movido mientras permanece permanentemente ensamblado.

**Instalaciones de Rayos X (portátil):** Equipo de rayos X que puede ser cargado manualmente por una persona.

**Instalaciones de Rayos X (régimen momentáneo):** Régimen basado en un intervalo de operación que no exceda de cinco segundos.

**Instalaciones de rayos X (régimen prolongado):** Es el régimen basado en un intervalo de operación de cinco minutos o más.

**Instalaciones de Rayos X (transportable):** Equipo de rayos X para ser instalado en un vehículo o que puede ser desarmado para transportarlo en éste.

**Instalaciones en lugares de atención a la salud:** Edificios o partes de edificios que contienen, pero que no estén limitados al uso para tales fines, como hospitales, enfermerías, clínicas, consultorios médicos y dentales y áreas de cuidado ambulatorio ya sean fijos o móviles.

**Hospital:** Un edificio o parte de él usado para la atención médica siquiátrica, obstétrica o de cirugía en general. Un hospital, siempre que se use en esta NOM, debe incluir centros médicos, hospitales generales de especialidades, hospitales mentales, hospitales para tuberculosis, hospitales pediátricos, y cualquier instalación en la cual se provea atención interna de la salud a pacientes.

**Hospital siquiátrico:** Un edificio usado exclusivamente para la atención siquiátrica para un servicio de 24 horas con cuatro o más pacientes.

**Locales para anestesia:** Cualquier área en una instalación para la atención de la salud, que ha sido diseñada para ser utilizada para la aplicación de agentes anestésicos de inhalación inflamable o no-inflamable durante el curso de un examen o tratamiento, incluyendo el uso de tales agentes para tratamientos de emergencia.

**Localización de la cama del paciente:** Ubicación de la cama del enfermo interno o la cama o mesa de procedimiento usada en el área de atención crítica del paciente.

**Monitor de aislamiento de la línea:** Un instrumento de pruebas diseñado para comprobar continuamente la impedancia balanceada y desbalanceada de cada línea de un circuito aislado a tierra, y equipado con circuito de prueba interconstruido para probar la alarma sin incluir la corriente peligrosa de fuga.

**Punto de puesta a tierra de equipo para pacientes:** Un receptáculo o barra terminal, el cual está destinado como punto colector para puesta a tierra redundante de dispositivos eléctricos, sirviendo en la periferia de un paciente, o para puesta a tierra de otros dispositivos, con objeto de eliminar problemas de interferencia electromagnética.

**Punto de referencia a tierra:** La barra a tierra del panel de alumbrado y control o del equipo del sistema aislado que suministra energía al área de atención del paciente.

**Receptáculos seleccionados:** Es la cantidad mínima de receptáculos para utilizar aparatos normalmente requeridos para tareas locales o para los que generalmente se usen en la atención de los pacientes en caso de emergencia.

**Sistema de emergencia:** Un sistema constituido por alimentadores y circuitos derivados que cumplen con los requerimientos del Artículo 700, destinados a suministrar energía alterna a un número limitado de funciones consideradas vitales para la protección de la vida y la seguridad del paciente, con restablecimiento automático de la energía dentro de los diez segundos después de la interrupción.

**Sistemas para equipos:** Sistemas de alimentadores y circuitos derivados arreglados para retardar la conexión automática o manual a las fuentes alternas de energía y que suministran energía primordialmente a equipo trifásico.

**Sistema eléctrico esencial:** Sistema constituido por fuentes alternas de energía con todos los sistemas de distribución que alimentan al equipo auxiliar destinado para asegurar la continuidad de la energía eléctrica en áreas e instalaciones de atención de la salud durante la interrupción de la fuente normal de energía, también destinado para minimizar disturbios internos de los sistemas de la instalación eléctrica.

**Superficies conductoras expuestas:** Superficies que son capaces de transportar energía eléctrica y las cuales están desprotegidas, no-encerradas o no-resguardadas, y que permiten el contacto del personal. La pintura, la galvanización y recubrimientos similares, no se consideran aislamientos adecuados, a menos que estén aprobados para ese uso.

**Sistema de energía aislado:** Un sistema integrado por un transformador de aislamiento o su equivalente, un monitor de aislamiento de línea y sus circuitos derivados no-puestos a tierra.

**Transformador de aislamiento:** Un transformador del tipo multidevanado, con devanado primario y secundario, físicamente separados, que se acoplan inductivamente a los sistemas alimentadores puestos a tierra que energizan su devanado primario.

**Vecindad de un paciente:** Área destinada normalmente para la atención de pacientes, la vecindad de un paciente es el espacio con el cual está en contacto el mismo o un asistente que puede tocarlo. Típicamente en un cuarto de paciente, esta área comprende un espacio dentro del cuarto al menos de 1,8 m más allá del perímetro de la cama en su ubicación normal y extendiéndose verticalmente a no menos de 2,3 m sobre el piso.

**B. Alambrado y protección**

**517-10. Aplicación.** La Parte B debe aplicarse a todos los lugares para la atención de la salud.

***Excepción 1:*** *La Parte B no debe aplicarse para oficinas de negocios, circulaciones, salas de espera, oficinas médicas y dentales e instalaciones para pacientes externos.*

***Excepción 2:*** *La Parte B no aplica en áreas de atención de enfermerías y áreas para la atención limitada, cableadas de acuerdo con lo indicado en los Capítulos 1 y 4 de esta NOM, y donde estas áreas se usen exclusivamente como dormitorios de pacientes.*

**517-11. Criterios generales de instalación y construcción.** El objetivo de esta Sección es especificar los criterios de instalación y métodos de alambrado para minimizar los peligros eléctricos por el mantenimiento de superficies conductoras expuestas, que pueden energizarse y en las cuales el paciente puede tener contacto.

**NOTA:** En las instalaciones de atención crítica de la salud es difícil impedir la incidencia de una trayectoria conductiva o capacitiva desde el cuerpo del paciente a cualquier objeto puesto a tierra, porque esa trayectoria puede establecerse accidentalmente o a través de instrumentos directamente conectados al paciente. Otras superficies eléctricamente conductivas que puedan tener contacto adicional al paciente, o instrumentos que pueden conectarse al paciente, se convierten entonces en posibles fuentes de corriente eléctrica que pudiera pasar a través de su cuerpo. Los riesgos se incrementan al asociar más equipos o dispositivos con el paciente y, por tanto, se necesitan incrementar las precauciones. El control de los riesgos de descargas eléctricas requieren limitar el flujo de corriente eléctrica que pudiera recorrer un circuito eléctrico que envuelva el cuerpo del paciente mediante el aumento de la resistencia del circuito conductivo que incluya al paciente o mediante el aislamiento de las superficies expuestas que podrían energizarse, en adición a la reducción de la diferencia de potencial que pueda aparecer entre superficies conductivas expuestas en las cercanías del paciente, o por combinación de los anteriores métodos. Se presenta un problema especial con el paciente en una trayectoria conductiva directa desde el exterior hasta el músculo del corazón. El paciente puede resultar electrocutado por niveles de corriente eléctrica que son tan bajos que se requiere protección adicional en el diseño de artefactos o dispositivos, el aislamiento del catéter y en el control de la práctica médica.

**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 señalen en este Artículo.

**517-13. Conexión de puesta a tierra de receptáculos y equipo eléctrico fijo**

**a) Áreas de atención a pacientes.** En las áreas utilizadas para la atención a pacientes, las terminales de puesta a tierra de todos los receptáculos y todas las superficies no-conductoras de corriente eléctrica de equipo eléctrico fijo que pueden estar energizados que funcionan a más de 100 V y sujetos a contacto con personas, deben ponerse a tierra por medio de un conductor de cobre aislado o desnudo. El conductor de puesta a tierra debe seleccionarse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95, e instalado en canalizaciones metálicas con los conductores del circuito derivado que alimenten a estos receptáculos o al equipo fijo.

***Excepción 1:*** *No se requiere canalización metálica donde se utilicen cables tipo MC o MI que tengan un conductor de puesta a tierra aislado.*

***Excepción 2:*** *Las placas metálicas pueden ser puestas a tierra por medio de tornillos metálicos, los cuales fijan la placa a la caja de salida puesta a tierra o a un dispositivo de alambrado puesto a tierra.*

***Excepción 3:*** *Para aparatos de alumbrado a más de 2,3 m sobre el nivel de piso terminado no se requiere que tenga puesta a tierra por medio de un cable aislado.*

**b) Métodos.** En adición a los requerimientos indicados en 517-13 (a), todos los circuitos derivados que alimenten a las áreas de atención de pacientes deben proveerse de una trayectoria de puesta a tierra para corriente eléctrica de falla a través de un sistema de canalización metálica o cable armado. El sistema de canalización metálica o cable armado debe calificarse como un equipo eficiente de puesta a tierra, de acuerdo con lo indicado en 250-91 (b). Los cables tipo MC y tipo MI deben tener una armadura o cubierta exterior metálica identificada como una eficiente puesta a tierra.

**517-14. Puentes de unión de paneles de alumbrado y control.** Las barras de puesta a tierra de paneles de alumbrado y control, tanto de los circuitos normales como esenciales utilizados en la vecindad del paciente deben interconectarse con conductores de cobre aislados de tamaño nominal no-menor de 5,26 $mm^2$ (10 AWG). Donde haya más de dos tableros que distribuyan energía al mismo lugar, estos conductores deben ser continuos de un panel a otro.

**517-16. Receptáculos con terminal de puesta a tierra aislada.** Los receptáculos con terminal de puesta a tierra aislada permitidos en la Excepción 4 de 250-74, deben ser identificados. Tal identificación debe ser visible después de su instalación.

**NOTA:** Es importante tener cuidado al especificar el sistema de receptáculos con terminal de puesta a tierra aislada, ya que la impedancia de puesta a tierra es controlada solo por medio de los conductores de puesta a tierra y no se beneficia funcionalmente con ningún otro trayecto paralelo de puesta a tierra.

**517-17. Protección por falla a tierra**

**a) Alimentadores.** Cuando los medios de desconexión principal de la acometida están provistos de protección por falla a tierra, se debe proveer por lo menos una o más etapas de protección hacia la carga en cada uno de los alimentadores. Tales protecciones estarán formadas por dispositivos de sobrecorriente o por transformadores de corriente y otro equipo de protección equivalente, que provoque la apertura de los dispositivos de desconexión del alimentador.

Los niveles adecuados de protección por falla a tierra no deben ser aplicados: (1) en el lado de la carga de un desconectador de transferencia de un sistema eléctrico esencial; (2) entre las unidades generadoras del lugar que se describen en 517-35(b) y el desconectador de transferencia del sistema eléctrico esencial (y los retardadores de la

toma de carga), o (3) sobre sistemas eléctricos que no son sistemas en estrella sólidamente puestos a tierra con más de 150 V a tierra, pero no-más de 600 V de fase a fase.

**b) Selectividad.** Las protecciones por falla a tierra para la operación de los medios de desconexión de la acometida y del alimentador deben tener selectividad de manera que la falla a tierra abra el dispositivo del alimentador y no el de la acometida, si la falla está en el lado de la carga del dispositivo del alimentador. Se debe prever una separación de seis ciclos, por lo menos entre las bandas de desconexión de la acometida y de los alimentadores. El tiempo de funcionamiento de los dispositivos de desconexión debe ser considerado al determinar la separación entre las dos bandas, para una precisión de 100% en la selectividad.

> **NOTA:** Véase Nota de 230-95 para transferencia a fuente alterna de energía cuando se utilizan métodos de protección por falla a tierra.

**c) Pruebas.** Cuando se instale el equipo de protección de falla a tierra, debe probarse para asegurarse que cumpla con el inciso (b) de esta Sección.

**517-18 Áreas de atención general**

**a) Circuitos derivados para camas de pacientes.** Cada cama debe ser alimentada por cuando menos dos circuitos derivados, uno del sistema de emergencia y otro del sistema normal. Todos los circuitos derivados del sistema normal deben originarse en el mismo panel de alumbrado y control.

***Excepción 1:*** *Un circuito que alimente solamente a una salida o a un receptáculo para un propósito especial tal como una salida para equipo de rayos x portátil, no se requiere que sea alimentado desde el mismo tablero.*

***Excepción 2:*** *Clínicas, oficinas médicas o dentales, instalaciones de consulta externa, drogadicción, hospitales de rehabilitación, enfermerías y atención limitada deben seguir cuidadosamente los requerimientos indicados en 517-10.*

**b) Receptáculos para camas de pacientes.** Cada cama de paciente debe estar provista como mínimo de cuatro receptáculos, deben ser del tipo sencillo o dúplex o una combinación de éstos. Todos los receptáculos deben ser del tipo "grado hospital" y así identificarlos. Cada receptáculo debe estar puesto a tierra por medio de un conductor de cobre aislado, de tamaño nominal de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95.

***Excepción 1:*** *Los hospitales siquiátricos, de drogadicción y rehabilitación deben reunir los requerimientos de excepción indicados en 517-10.*

***Excepción 2:*** *Los cuartos de seguridad siquiátrica no requieren salidas de receptáculos.*

> **NOTA:** En instalaciones existentes con receptáculos que no sean "grado-hospital", si no se tiene un plan inmediato de reemplazo por receptáculos "grado hospital", cuando se reemplace cada receptáculo se debe preparar dicho reemplazo para receptáculos "grado hospital", cuando se renueve o se requiera alguna modificación.

**c) Áreas de pediatría.** Los receptáculos de 15 y 20 A, 120 o 127 V que alimenten áreas de pediatría deben contar con una protección apropiada que evite peligro a infantes. Para el propósito de esta Sección, un receptáculo con protección apropiada significa que está construido de forma que evite el acceso de cualquier objeto diferente a las espigas de las clavijas a las partes energizadas.

**517-19 Áreas de atención crítica**

**a) Circuitos derivados para camas de pacientes.** Cada cama de paciente debe tener cuando menos dos circuitos derivados, uno o más del sistema de emergencia y uno o más del sistema normal; cuando menos un circuito de emergencia debe alimentar a un receptáculo(s) en esta ubicación de la cama. Todos los circuitos del sistema normal deben partir del mismo panel de alumbrado y control. Los receptáculos del sistema de emergencia deben estar identificados y también deben indicar el panel de alumbrado y control y el número del circuito derivado.

***Excepción 1:*** *Los circuitos derivados que alimentan sólo a receptáculos o a equipo de uso especial pueden estar alimentados por otros tableros.*

***Excepción 2:*** *Áreas de atención crítica que son servidas por dos transferencias independientes del sistema de emergencia, no se requiere que tengan circuitos del sistema normal.*

**b) Receptáculos para camas de pacientes.** Cada zona de cama para paciente debe estar provista con un mínimo de seis receptáculos de los cuales, por lo menos, uno debe conectarse al circuito del sistema normal requerido en 517-19 (a). Estos pueden ser del tipo sencillo o dúplex o una combinación de ellos. Todos los receptáculos deben ser del tipo "grado hospital" y estar así aprobados; cada receptáculo debe contar con puesta a tierra a un punto de referencia por medio de un conductor aislado de cobre.

**c) Línea para puesta a tierra en la vecindad del paciente (opcional).** Se permite un punto de referencia para puesta a tierra en la vecindad del paciente. Este punto puede contener uno o más conectadores preparados para este propósito. Debe utilizarse un conductor del equipo de tamaño nominal no-menor de 5,26 $mm^2$ (10 AWG), para referir a tierra la terminal de puesta a tierra de todos los receptáculos. El conductor de puesta a tierra puede ser radial o en anillo, según convenga.

> **NOTA:** Cuando no sea posible referir a tierra el equipo directamente, es importante que la distancia entre la tierra de referencia y la línea de puesta a tierra sea lo más corta posible, para minimizar cualquier diferencia de potencial.

**d) Puesta a tierra del panel de alumbrado y control.** Cuando se tiene un sistema eléctrico de distribución puesto a tierra y se usa ya sea canalización metálica o cable tipo MC o MI, la puesta a tierra del panel de alumbrado y control o

del tablero de distribución debe asegurarse por una de las siguientes maneras en cada terminal o punto de unión de la canalización o del cable tipo MC y tipo MI.

**1)** Un conectador de puesta a tierra o un puente de unión de cobre dimensionado de acuerdo con lo indicado en 250-95 con el puente de unión conectado a la cubierta o a la barra de puesta a tierra del tablero.

**2)** La conexión de canalizaciones o de cable tipo MC y tipo MI por medio de terminales roscadas.

**3)** Otros accesorios aprobados tales como puentes de unión o conectadores.

**e) Técnicas de protección adicional en áreas de atención crítica (opcional).** En sistemas de energía aislados se puede permitir su uso en áreas de atención crítica. Si se usa equipo de sistemas de energía aislados debe ser aprobado para este propósito y el sistema debe ser diseñado e instalado para estar de acuerdo con lo indicado en 517-60.

***Excepción:*** *Se permite que los indicadores audibles y visibles del monitor de aislamiento de línea se localicen en la estación de enfermeras del área que se alimenta.*

**f) Puesta a tierra del sistema de energía aislado.** Cuando se utilice una fuente de energía aislada no- puesta a tierra y se limite la primera falla de corriente eléctrica a una baja magnitud, se permite que el conductor de puesta a tierra asociado con el circuito secundario esté fuera de la canalización de los conductores de energía del mismo circuito.

> **NOTA:** Algunas veces se permite que se lleve el conductor de puesta a tierra fuera de la canalización, si es seguro que los conductores de energía estén provistos de una protección para una segunda falla a tierra.

**g) Puesta a tierra de receptáculos especiales.** El conductor de puesta a tierra para equipo especial tal como la operación de un equipo móvil de rayos X, debe estar conectado hasta el punto de referencia a tierra del circuito para todas las probables alimentaciones desde los receptáculos. Cuando este circuito se alimente desde un sistema con tierra aislada, el conductor de puesta a tierra no se requiere que vaya con los conductores de energía, ahora bien, la terminal del equipo de puesta a tierra desde un receptáculo especial debe estar conectado al punto de referencia de tierra.

**517-20 Locales húmedos**

**a)** Todos los receptáculos y equipo fijo dentro del local húmedo deben tener una protección para el personal con interruptor de circuito por falla a tierra, si la interrupción de energía bajo condiciones de falla puede ser tolerada; cuando esta interrupción no sea tolerada, la alimentación debe ser por un sistema de energía aislado.

***Excepción:*** *Circuitos derivados que alimenten solamente a equipo de diagnóstico y terapéutico, fijo, y aprobado, podrán alimentarse de un servicio normal puesto a tierra, ya sea monofásico o trifásico siempre que:*

***a.*** *El alambrado para los circuitos aislados y puestos a tierra no ocupen la misma canalización.*

***b.*** *Todas las superficies conductoras del equipo se pongan a tierra.*

**b)** Cuando se use un sistema de energía aislado, el equipo debe estar aprobado para este propósito e instalado de tal manera que cumpla lo requerido en 517-160.

> **NOTA:** Para los requerimientos de la instalación en albercas y tinas terapéuticas, véase la Parte F del Artículo 680.

**517-21 Interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal.** No se requiere protección para personas con interruptor de circuito por falla a tierra en receptáculos instalados en áreas de cuidados críticos, cuando el lavabo se instala dentro del cuarto de paciente.

**C. Sistema eléctrico esencial**

**517-25 Alcance.** El sistema eléctrico esencial para estos lugares comprende un sistema capaz de alimentar energía eléctrica a una cantidad limitada de servicios para alumbrado y fuerza, los cuales son considerados esenciales para la seguridad de la vida y cesan sus funciones como consecuencia de que el servicio eléctrico normal es interrumpido por cualquier razón; por tanto las labores no deben ser suspendidas. Esto incluye clínicas y oficinas médicas y dentales, enfermerías, áreas de atención limitada, hospitales y otras instalaciones para el cuidado de pacientes.

**517-30 Sistema eléctrico esencial**

**a) Aplicación.** Los requerimientos de la Parte C, Secciones 517-30 a 517-35 aplican en hospitales en donde es requerido el sistema eléctrico esencial.

**Figura 517-30 Sistemas eléctricos para hospitales**

**b) Disposiciones generales**

**1)** El sistema eléctrico esencial para hospitales debe estar compuesto por dos sistemas independientes capaces de suministrar una cantidad limitada de energía eléctrica para el servicio de alumbrado y fuerza, considerado esencial para la vida, segura y efectiva durante el tiempo que el servicio eléctrico normal se interrumpe por cualquier razón. Estos dos sistemas deben ser el sistema de emergencia (circuitos para seguridad de la vida, circuitos de carga crítica), circuitos de reserva y el sistema para equipos.

**2)** El sistema de emergencia debe estar limitado a circuitos para la seguridad de la vida y para atención crítica. Estos están designados como circuitos derivados para la "seguridad de la vida" y circuitos derivados para la "carga crítica".

**3)** El sistema debe suministrar energía al equipo eléctrico principal necesario para la atención de pacientes y para la operación básica del hospital.

**4)** El número de desconectadores de transferencia debe estar basado en la confiabilidad, diseño y consideraciones de carga. Cada circuito derivado del sistema eléctrico esencial debe estar alimentado por uno o más desconectadores de transferencia como se muestra en el diagrama de la Figura 517-30. Se permite que un desconectador de transferencia alimente a uno o más circuitos o sistemas eléctricos esenciales.

**5) Otras cargas.** Las cargas alimentadas por el equipo generador no especificadas en 517-33 y 517-34 deben ser alimentadas por su propio desconectador de transferencia de tal forma que:

**a.** El interruptor de transferencia no debe operar si se sobrecarga el equipo generador.

**b.** Debe desconectar automática o manualmente al equipo que genera la sobrecarga.

**c) Requerimientos de alambrado**

**1) Separación de otros circuitos.** Los circuitos derivados de "seguridad de la vida" y los derivados de "carga crítica" del sistema de emergencia deben estar completamente independientes de cualquier otro alambrado o equipo y no deben ocupar las mismas canalizaciones, cajas, receptáculos o gabinetes.

***Excepción 1:*** *Dentro del gabinete del equipo de transferencia.*

***Excepción 2:*** *Dentro de las salidas o luminarias en emergencia que son alimentadas por las dos fuentes.*

***Excepción 3:*** *En una caja de conexiones anexa a la salida de una luminaria en emergencia alimentada de dos fuentes.*

***Excepción 4:*** *Alambrado de dos o más circuitos en emergencia alimentados desde el mismo circuito derivado, se permite el mismo recorrido, conductor, caja o gabinete.*

Está permitido que el alambrado de los equipos ocupe la misma canalización, caja o gabinete de otros circuitos que no sean parte del sistema de emergencia; por ejemplo circuitos de reserva.

**2) Sistema de energía aislado.** Cuando los sistemas de energía aislados estén instalados en algunas de las áreas dadas en 517-33 (a) (1) y (a) (2) cada sistema debe ser alimentado por un circuito individual sin alimentar otra carga.

**3) Protección mecánica del sistema de emergencia.** El alambrado de un sistema de emergencia para un hospital debe estar protegido mecánicamente por una canalización metálica o cable armado tipo MI.

***Excepción 1:*** *Las alimentaciones con cable flexible o armado de equipo conectado al sistema de emergencia no requieren alojarse en canalizaciones metálicas.*

***Excepción 2:*** *Los circuitos secundarios de los transformadores de comunicación o de señalización no se requiere que estén alojados en canalizaciones según se especifica en los Capítulos 7 y 8.*

***Excepción 3:*** *El tubo (conduit) no-metálico cédula 80 está permitido excepto para circuitos derivados en áreas de atención de pacientes.*

***Excepción 4:*** *En donde esté ahogado en concreto no-menos de 51 mm de espesor se permite la utilización de tubo PVC cédula 40 o tubo (conduit) no-metálico excepto en circuitos derivados de áreas de atención de pacientes.*

***Excepción 5:*** *Se permite utilizar cable tipo MI. Los conductores que se instalen en circuitos derivados que sirven para la atención de los pacientes deben cumplir con los requerimientos indicados en 517-13.*

***Excepción 6:*** *Se permiten las canalizaciones metálicas flexibles y cables armados para el uso como conductos para la alimentación a equipo prefabricado o donde sea necesario para una conexión flexible al equipo.*

**NOTA:** Véase 517-13 (b) para requerimientos de conexiones adicionales de puesta a tierra en áreas de cuidados intensivos.

**d) Capacidades del sistema.** El sistema eléctrico esencial debe tener una capacidad adecuada para satisfacer la demanda para la operación de todas las funciones y equipos que se alimenten para cada sistema y para cada circuito derivado.

Los alimentadores deben dimensionarse de acuerdo con lo indicado en los Artículos 215 y 220. El(los) grupo(s) generador(es) debe(n) tener una capacidad suficiente y un alcance adecuado para enfrentar la demanda producida por la carga de los sistemas eléctricos esenciales en cualquier momento.

El cálculo de la demanda para dimensionar el(los) generador(es) se basa en lo siguiente:

**1)** factores prudentes de demanda y datos históricos,
**2)** carga conectada,
**3)** procedimiento de cálculos de alimentadores como se describe en el Artículo 220,
**4)** cualquier combinación de las anteriores.

**517-31 Sistemas de emergencia.** Aquellas funciones de atención de pacientes que dependan del alumbrado o equipos que son conectados al sistema de emergencia, deben estar divididos en dos circuitos obligatorios: El circuito de "seguridad de la vida" y el circuito de "carga crítica", descritos en 517-32 y 517-33.

Los circuitos derivados del sistema de emergencia deben estar instalados y conectados a la fuente alterna de alimentación, de manera que las funciones aquí especificadas para el sistema de emergencia deben ser automáticamente restablecidas para operar dentro de diez segundos después de la interrupción de la fuente normal.

**NOTA:** Los circuitos derivados de reserva (alumbrado, receptáculos y equipos), también se alimentan de esta fuente y se permite que los conductores estén alojados en la misma canalización del sistema normal.

**517-32 Circuito derivado de seguridad de la vida.** Ninguna otra función que la mencionada en los incisos a) al f), debe estar conectada al circuito derivado de seguridad de la vida. El circuito derivado de seguridad de la vida del sistema de emergencia debe alimentar los siguientes conceptos: alumbrado, receptáculos y el siguiente equipo:

**a) Iluminación de los medios de escape.** La iluminación de los medios de escape, tales como el alumbrado requerido para circulaciones, pasillos, escaleras y accesos a puertas de salidas y todas las vías necesarias para llegar a las salidas. Se permite un arreglo de cambios para transferir alumbrado de pasillos de encamados del circuito de alumbrado general al de alumbrado nocturno, siempre que uno de los dos circuitos pueda ser seleccionado y que ambas fuentes de energía no puedan interrumpirse a la vez.

**b) Señalización de salidas.** Señales de salidas y señales hacia las salidas.

**c) Sistemas de alarma y alerta.** Los sistemas de alarma y alerta incluyen:

**1)** Alarmas de incendio.
**2)** Dispositivos de alarma.

**d) Sistemas de comunicación.** Sistemas de comunicación en hospitales, donde se usan para transmitir instrucciones durante condiciones de emergencia.

**e) Local del grupo generador.** Iluminación en el cargador de baterías para las unidades de alumbrado en emergencia alimentados por baterías y receptáculos seleccionados en el local del grupo generador.

**f) Elevadores.** Iluminación en cabinas de elevadores, sistemas de control, señalización y comunicación.

**517-33. Circuito derivado crítico**

**a) Iluminación de áreas de trabajo y receptáculos seleccionados.** El circuito derivado crítico del sistema de emergencia debe abastecer energía para el alumbrado del lugar de trabajo y para equipo fijo y circuitos especiales de alimentación y receptáculos seleccionados que sirvan a las siguientes áreas y tengan funciones relacionadas con la atención de pacientes.

**1)** Áreas de atención crítica que utilicen gases de anestesia, vacío, alumbrado del lugar de trabajo, receptáculos seleccionados y equipo fijo.
**2)** Los sistemas de energía aislados requeridos en ambientes especiales.
**3)** Áreas de atención para el paciente, iluminación del lugar de trabajo y receptáculos seleccionados en:
**a.** Áreas de pediatría
**b.** Áreas de preparación médica
**c.** Farmacias
**d.** Áreas seleccionadas de recién nacidos
**e.** Áreas de camas de siquiatría (omitir los receptáculos)
**f.** Salas de tratamientos (excepto consultorios)

**g.** Estación de enfermeras (a menos que estén adecuadamente iluminadas por luminarias de los corredores)

**4)** Iluminación adicional especial y receptáculos en lugares de atención de pacientes, donde se necesiten.

**5)** Sistema de "llamadas de enfermeras".

**6)** Banco de sangre, de huesos y de tejidos.

**7)** Salas y armarios para centrales telefónicas.

**8)** Iluminación de áreas de trabajo, receptáculos y circuitos especiales de energía para:

**a.** Camas de atención general (al menos un receptáculo doble por cada cuarto de pacientes)

**b.** Laboratorios angiográficos

**c.** Laboratorios de cateterización cardiaco.

**d.** Unidad de atención coronaria.

**e.** Áreas o salas de hemodiálisis.

**f.** Áreas de tratamientos en salas de urgencias (seleccionados).

**g.** Laboratorios de fisiología humana.

**h.** Unidad de terapia intensiva.

**i.** Salas de recuperación postoperatoria (seleccionados).

**9)** Iluminación adicional del lugar de trabajo, receptáculos y circuitos especiales de alimentación necesarios para la efectiva operación del hospital. Los motores de ventiladores de extracción monofásicos fraccionarios, los cuales están interconectados con motores trifásicos en el equipo, se permiten que estén conectados al circuito derivado crítico.

**b) Subdivisión del circuito derivado crítico.** Está permitido dividir el circuito derivado crítico en dos o más circuitos derivados.

**NOTA:** Es importante analizar las consecuencias de alimentar un área solamente con un circuito derivado. Se permite en consecuencia utilizar otro circuito derivado.

**517-34. Conexión del sistema de equipo a la fuente alterna de energía.** El sistema de equipo debe ser instalado y conectado a la fuente alterna de energía, de tal manera que el equipo descrito en 517-34 (a) sea puesto automáticamente en operación en un intervalo de tiempo apropiado, siguiente a la energización del sistema de emergencia. Estos arreglos también proveen la conexión subsecuente del equipo descrito en 517-34 (b).

**a) Conexión para equipo de retardo automático.** El siguiente equipo debe estar arreglado para una conexión de retardo automático a la fuente alterna de energía.

**1)** Sistema central y equipo distribuidor para el acondicionamiento del aire. Este equipo está permitido en los circuitos derivados críticos.

**2)** Las bombas de desagüe u otro equipo cuya operación sea requerida para la seguridad de aparatos mayores, incluyen sus sistemas asociados de control y alarma.

**3)** Sistemas de aire medicinal que sirvan a funciones quirúrgicas y médicas, incluyen controles.

**4)** Control de humos y sistema de presurización de escaleras.

**5)** Equipo de campanas de estufas o sistemas de salidas de humos requeridos para operar durante un incendio en o abajo de la campana.

***Excepción.*** *Los estudios de ingeniería deben definir la conexión secuencial automática previendo una sobrecarga en el generador.*

**b) Conexión para equipo de retardo automático o manual.** El siguiente equipo debe proveerse de conexión, bien sea de retardo automático o manual a la fuente alterna de energía:

**1)** Equipo para calefacción en salas de cirugía, de expulsión (parto), de laboratorio, de recuperación, de terapia intensiva y coronaria, de pediatría, cuartos de aislamiento por infección, urgencias, áreas de tratamiento de urgencias y salas generales de pacientes.

***Excepción:*** *En los cuartos de pacientes y habitaciones de aislamiento por infecciones, durante las interrupciones del suministro de la fuente normal, no se requerirá calefacción en las condiciones siguientes:*

***a.*** *Si la temperatura externa de diseño es mayor de 0 °C.*

***b.*** *Si la temperatura externa de diseño es menor que 0 °C, pero se dispone de un(os) local(es) para cubrir las necesidades médicas de todos los pacientes hospitalizados, entonces solamente este(os) local(es) necesita(n) calefacción.*

***c.*** *Las instalaciones que cuentan con doble fuente de energía como se describe en 517-35 (c) NOTA.*

**2)** Los elevadores seleccionados para proporcionar servicios a pacientes entre salas de cirugía, salas de expulsión (parto) y planta baja durante una interrupción de una fuente normal.

En los casos de una interrupción tal que la fuente normal provoque un paro de elevadores entre pisos se debe proveer de desconectadores de transferencia que permitan el funcionamiento temporal de cualquier elevador para poder sacar a los pacientes u otras personas que hayan quedado atrapadas.

**3)** Sistema de suministro de ventilación y extracción para salas de cirugía, salas de expulsión, pediatría, terapia intensiva y coronaria, enfermerías, salas de aislamiento de cuarentena, áreas de tratamiento de urgencias y las campanas de ventilación de los laboratorios, áreas de medicina nuclear en donde se use material radiactivo, evacuación de óxido etileno y de anestesia, y unidades de terapia intensiva especial.

**4)** Locales de servicios hiperbáricos.

**5)** Locales de servicios hipobáricos.

**6)** Puertas operadas automáticamente.

**7)** Un mínimo de autoclaves que funcionen eléctricamente puede ser arregladas por cualquier conexión automática o manual a la fuente alterna de energía.

**8)** Otros equipos seleccionados pueden ser alimentados por el sistema de equipo.

**517-35. Fuentes de energía**

**a) Dos fuentes de energía independientes.** Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes de energía independientes. Una fuente normal que generalmente alimente a todo el sistema eléctrico y una o más fuentes alternas para uso cuando el servicio normal sea interrumpido.

**b) Fuente alterna de energía.** La fuente alterna de energía debe estar formada por uno o varios grupos de generadores asociados por alguna clase de fuerza motriz y ubicados en las instalaciones del usuario.

***Excepción:*** *Donde la fuente normal esté formada por unidades generadoras ubicadas en las instalaciones del usuario, la fuente alterna de energía puede ser otro grupo generador interno o un servicio de energía eléctrica externo.*

**c) Ubicación 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 fuerzas naturales comunes en el área (por ejemplo: tormentas, inundaciones, terremotos y riesgos creados por estructuras o actividades contiguas).

También debe considerar la posible interrupción de los servicios eléctricos normales, como resultado de causas similares, 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 energía normal estén alimentadas por dos o más acometidas de los servicios públicos tienen mayor confiabilidad en su servicio eléctrico normal que aquéllas que tengan una sola acometida. Tal fuente doble de energía normal puede consistir en dos o más acometidas de servicios eléctricos alimentados desde grupos de generación independientes o por una red de distribución de energía que tengan múltiples fuentes de alimentación y estén mecánica y eléctricamente separadas de tal manera que una falla entre las instalaciones de la compañía suministradora y las fuentes generadoras tenga pocas probabilidades de provocar la interrupción de más de una de las acometidas.

**517-40. Sistemas eléctricos esenciales para enfermerías y de atención limitada**

**a) Aplicación.** Los requisitos de la Parte C, Secciones 517-40 (c) a 517-44, se aplican a enfermerías e instalaciones de atención limitada.

***Excepción:*** *Edificios independientes que se usen como enfermerías e instalaciones de atención limitada, previendo:*

***a*** *Que se apoyen con políticas de admisión, permitiendo la atención para cualquier paciente que necesite ser atendido con equipo eléctrico de soporte a la vida.*

***b.*** *Que no ofrezca un tratamiento quirúrgico que necesite anestesia general.*

***c.*** *Que provea sistema(s) automático(s) operado por baterías o equipo que sea efectivo al menos por 1,5 horas y esté por otro lado de acuerdo con lo indicado en 700-12, y que sea capaz de ofrecer iluminación para salidas, circulaciones, escaleras, estaciones de enfermeras, áreas de preparación médica, cuarto de calderas y áreas de comunicación. Este sistema también deberá proveer energía para funcionamiento de todos los sistemas de alarma.*

**b) Centro de hospitalización.** Las enfermerías e instalaciones de atención limitada que proporcionen servicios de hospitalización deben cumplir con lo requerido en la Parte C, Secciones 517-30 a 517-35.

**c) Instalaciones adyacentes a hospitales.** A las enfermerías y a las instalaciones de atención limitada que estén adyacentes a un hospital les es permitido tener un sistema eléctrico esencial alimentado por el equipo instalado en el hospital.

**517-41. Sistemas eléctricos esenciales**

**a) Disposiciones generales.** Los sistemas eléctricos esenciales para enfermerías e instalaciones de atención limitada deben estar formados por dos circuitos derivados separados capaces de suministrar energía a una carga limitada de alumbrado y fuerza, la cual es considerada esencial para la protección y la seguridad de la vida, así como para la operación efectiva de la instalación durante el tiempo en el cual el servicio normal de energía se interrumpa por cualquier razón. Estos dos circuitos separados deben ser, el “circuito derivado de seguridad de la vida” y el “circuito derivado crítico”.

**b) Desconectadores de transferencia.** El número de desconectadores de transferencia por usar debe basarse en la confiabilidad, el diseño y las consideraciones de carga. El sistema eléctrico esencial debe estar alimentado por un desconectadores de transferencia como se muestra en el diagrama de la Figura 517-30. Se permite que el desconectador de transferencia sirva a uno o a más circuitos derivados o sistemas.

**c) Capacidad del sistema.** El sistema eléctrico esencial debe tener una capacidad adecuada para la operación de todos los servicios y equipos que sean alimentados por cada circuito derivado a un mismo tiempo.

**d) Separación de otros circuitos.** El circuito derivado de seguridad de la vida debe estar totalmente independiente de otros equipos, y no ocupar la misma canalización, cajas o gabinetes de otros alambrados, excepto en los casos siguientes:

**1)** En desconectadores de transferencia.

**2)** En luminarias de emergencia o salidas alimentadas desde dos fuentes.

**3)** En cajas de conexiones comunes a luminarias de emergencia o salidas alimentadas desde dos fuentes.

**4)** Circuitos de reserva

Al alambrado del circuito derivado crítico se le permite ocupar las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes de otros circuitos que no sean parte del circuito derivado de seguridad de la vida.

**517-42 Conexión automática al circuito derivado de seguridad de la vida.** El circuito derivado de seguridad de la vida debe ser instalado y conectado a una fuente alterna de energía de manera que todas las operaciones de los servicios especificados en este Artículo se restablezcan automáticamente para su funcionamiento en un lapso menor de diez segundos después de la interrupción de la fuente normal. El circuito derivado de seguridad de la vida debe suministrar energía para alumbrado, receptáculos y equipos de la siguiente manera:

**a) Iluminación de los medios de evacuación del edificio.** La iluminación de los medios de evacuación, tal como el alumbrado requerido para circulaciones, pasillos, escaleras, pistas de aterrizaje y acceso a puertas de salida y de las vías necesarias para llegar a las salidas. Se permite un arreglo para transferir el alumbrado de pasillos de encamados a los circuitos generales de alumbrado, siempre que uno de los dos circuitos se seleccione y que ambas fuentes de energía no puedan interrumpirse a la vez.

**b) Señalización de salidas.** Señales de salidas y avisos direccionales.

**c) Sistemas de alarma y alerta.** Los sistemas de alarma y alerta incluyen:

**1)** Alarmas de incendio.

**2)** Alarmas requeridas por los sistemas de distribución de gases medicinales no inflamables.

**d) Sistemas de comunicación.** Los sistemas de comunicación, cuando éstos se usen para transmitir instrucciones durante las situaciones de emergencia.

**e) Comedores y áreas de recreación.** Iluminación suficiente en comedores y áreas de recreación para proveer iluminación en las vías de salida.

**f) Local del grupo generador.** El alumbrado y receptáculos seleccionados en el lugar destinado para el grupo generador.

**g) Elevadores.** Iluminación de la cabina, sistemas de control, comunicación y señalización.

**517-43 Conexión a un circuito derivado crítico.** El circuito derivado crítico debe instalarse y conectarse a la fuente alterna de energía, de forma que el equipo citado en 517-43 (a) se restablezca automáticamente a intervalos de tiempo apropiados siguiendo la secuencia de restablecimiento del circuito derivado de seguridad de la vida. Su arreglo debe contemplar la conexión adicional del equipo mencionado en 517-43 (b), ya sea mediante operación manual o automática con retardo.

**a) Conexión automática con retardo.** El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado crítico y adecuarse para una conexión automática con retardo a la fuente alterna de energía.

**1) Áreas de atención de pacientes.** Iluminación de trabajo y receptáculos seleccionados en:

**a.** Áreas de preparación de medicamentos.

**b.** Áreas de despacho en farmacias.

**c.** Estaciones de enfermeras (a menos de que se encuentren adecuadamente iluminadas por las luminarias del corredor).

**2)** Bombas y otro equipo requerido para la seguridad de la vida con aparatos principales y asociados con alarmas y sistemas de control.

**3)** Sistemas de control de humos y presurización en las escaleras.

**4)** Sistemas de campanas de cocinas y extracción de humos, que requieran operar durante un incendio en o bajo la campana.

**b) Conexión manual o automática con retardo.** El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado crítico 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 de cuartos 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 a 0 °C.*

***b.*** *La temperatura exterior de diseño es menor de 0 °C y existe(n) un(os) local(es) seleccionado(s) para las necesidades de pacientes confinados, y sólo tal local necesita calefacción.*

***c.*** *La instalación está alimentada por una fuente doble de energía como la descrita en 517-44 (c).*

**2) Elevador de servicio.** 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 requerimientos de alumbrado de la cabina del elevador, control y sistemas de señalización, véase 517-42 (g).

**3)** Se permite la conexión solamente al circuito derivado crítico, de iluminación, receptáculos y equipo adicional.

**517-44. Fuentes de energía**

**a) Dos o más fuentes independientes de energía.** Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes independientes de energía: una fuente normal generalmente alimentando al sistema eléctrico total y una o más fuentes alternas para su uso cuando la fuente normal se interrumpe.

**b) Fuente alterna de energía.** La fuente alterna de energía debe ser un generador accionado por cualquier forma de primo-motor(es) y localizado en las instalaciones del usuario.

***Excepción 1:*** *Cuando la fuente normal consiste en unidades generadoras de energía en el mismo inmueble la fuente alterna puede ser cualquier otra unidad generadora de energía o un suministro externo.*

***Excepción 2:*** *Los sanatorios o clínicas privadas que cumplan los requisitos indicados en la Excepción de 517-40 (d), pueden usar un sistema de baterías o una batería integral autocontenida dentro de cada equipo.*

**c) Ubicación de los componentes de sistemas eléctricos esenciales.** Se debe considerar cuidadosamente la ubicación de los lugares destinados a los componentes del sistema eléctrico esencial para minimizar las interrupciones por siniestros propios del área (por ejemplo, tormentas, inundaciones, terremotos o peligros creados por estructuras o movimientos colindantes). Se debe considerar la posible interrupción de los servicios eléctricos normales que resulten por causas similares, así como posibles interrupciones del suministro normal debido a fallas del equipo y del alambrado interno.

> **NOTA:** Las instalaciones alimentadas por dos o más centrales de distribución o doble acometida tienen una confiabilidad mayor a aquéllas con un solo servicio o acometida. Tal fuente doble de suministro normal puede consistir en dos o más servicios alimentados por transformadores, generadores separados o redes de distribución con múltiples fuentes de suministro conectadas y dispuestas para proveer separación eléctrica o mecánica de tal forma que una falla entre la instalación y las fuentes de generación no cause la interrupción de más de una acometida de servicio.

**517-45. Sistemas eléctricos esenciales para centros ambulatorios de la atención a la salud**

**a) Aplicación.** Los requerimientos de esta sección se deben aplicar a las instalaciones de la atención a la salud descrita en 517-45.

**b) Conexiones.** El sistema eléctrico esencial debe proporcionar energía para:

**1)** Iluminación para actividades relacionadas con la seguridad de la vida, las cuales son necesarias para el paro seguro de las labores en proceso.

**2)** Todos equipo de anestesia y recuperación utilizado en las áreas en donde la inhalación de anestésicos es administrada a los pacientes, incluyendo dispositivos de alarma y alerta.

**3)** Todos equipo electromédico en las áreas donde se lleven a cabo actividades de apoyo a la vida de los pacientes.

**c) Fuentes alternas de energía**

**1) Fuente de energía.** La fuente alterna de energía para el sistema debe estar diseñada específicamente para este propósito y puede ser un grupo generador, un sistema de baterías o una batería autocontenida en el equipo.

***Excepción:*** *Si hay áreas de atención crítica presentes en la instalación, el sistema eléctrico esencial, debe estar de acuerdo con lo indicado en 517-30 a 517-35.*

**2) Capacidad del sistema.** La fuente alterna de energía debe estar separada e independiente de la fuente normal y debe tener una capacidad que sostenga las cargas conectadas por un mínimo de 1,5 horas después de la interrupción de la fuente normal.

**3) Operación del sistema.** El sistema debe estar arreglado de tal manera que en caso de una falla de la fuente normal, la fuente alterna de energía se conecte a la carga dentro de los siguientes diez segundos.

**517-50. Sistemas eléctricos esenciales para clínicas, oficinas médicas y dentales, consulta externa y otras áreas de atención de la salud no consideradas en 517-30, 517-40 y 517-45**

**a) Aplicación.** Los requerimientos de esta sección se aplican a las instalaciones de atención de la salud descrita en 517-50.

**b) Conexiones.** El sistema eléctrico esencial debe suministrar energía a:

**1)** La iluminación de trabajo relacionado con la seguridad de la vida, el cual es necesario para el paro seguro de las labores en proceso.

**2)** Todo equipo de anestesia y recuperación usado en áreas donde la inhalación de anestésicos se administre a pacientes incluyendo los dispositivos de alarma y alerta.

**c) Fuentes alternas de energía**

**1) Fuente de energía.** La fuente alterna de energía para el sistema debe estar diseñada específicamente para este propósito y puede ser, ya sea un grupo generador, un sistema de baterías, o una batería integrada y autocontenida en el equipo.

***Excepción:*** *Si se requiere de equipo electromédico para el apoyo a la vida, el sistema eléctrico esencial debe estar de acuerdo con lo indicado en 517-30 a 517-35.*

**2) Capacidad del sistema.** La fuente alterna de energía debe estar separada y ser independiente de la fuente normal y tener una capacidad para sostener las cargas conectadas por un mínimo de 1,5 horas tras la pérdida de la fuente normal.

**3) Operación del sistema.** El sistema debe disponerse de tal forma que en caso de falla en el suministro normal de energía, la fuente alterna de energía se conecte automáticamente a la carga dentro de los siguientes diez segundos de la pérdida de energía.

**D. Locales para anestesia por inhalación**

**517-60. Clasificación de locales de anestesia**

**NOTA:** Si a cualquiera de los siguientes locales para anestesia se le designa como un lugar húmedo, véase 517-20.

**a) Áreas peligrosas (clasificadas)**

**1)** En un local donde se utilicen anestésicos inflamables, el área entera debe considerarse como área Clase 1, División 1, la cual se considera a un nivel de 1,52 m por encima del piso. El volumen remanente hasta la estructura del techo se considera que está encima de un área clasificada como peligrosa.

**2)** Cualquier sala o local en el cual se almacenen anestésicos inflamables o agentes desinfectantes volátiles inflamables se deben considerar área Clase 1, División 1, de piso a techo.

**b) Áreas distintas a las peligrosas (clasificadas).** Cualquier local para anestesia por inhalación diseñado para el uso exclusivo de agentes anestésicos no-inflamables se debe considerar distinto al área peligrosa (clasificada).

**517-61 Alambrado y equipo**

**a) Dentro de áreas clasificadas como peligrosas de anestesia**

**1)** Excepto como se permite en 517-160, cada circuito de energía, dentro o parcialmente dentro, de un área de anestesia inflamable como se refiere en Sección 517-60, debe aislarse de cualquier sistema de distribución mediante el uso de un sistema de energía aislado.

**2)** El equipo del sistema de energía aislado debe estar aprobado para este propósito y el sistema debe estar diseñado e instalado para cumplir las condiciones de la Parte G.

**3)** En las áreas clasificadas como peligrosas referidas en 517-60, todo el alambrado y equipo fijo y todo equipo portátil incluyendo luminarias y otros equipos que operen a más de 10 V entre conductores debe cumplir con los requisitos indicados en 501-1 a 501-15 y en 501-16 (a) y (b) para áreas Clase 1, División 1. Todo este equipo debe estar aprobado específicamente para las atmósferas peligrosas en cuestión.

**4)** Donde una caja, accesorio o envolvente, se encuentre parcial pero no totalmente dentro de un área peligrosa (clasificada), el área peligrosa incluirá a toda la caja, accesorio o envolvente.

**5)** Los receptáculos y clavijas en el área peligrosa (clasificada) deben estar aprobados para uso en áreas peligrosas (clasificadas) Clase 1, Grupo C, y contemplar la conexión de un conductor de puesta a tierra.

**6)** Los cordones flexibles utilizados en áreas peligrosas (clasificadas) para la conexión de equipo portátil, incluso lámparas que funciones a más de 8 V entre conductores, deben estar aprobados para uso extra rudo de acuerdo con lo indicado en la Tabla 400-4, e incluir un conductor adicional de puesta a tierra.

**7)** Se debe incluir un dispositivo para alojar al cordón flexible, y no debe someter al cordón a dobleces de un radio menor a 76 mm.

**b) Arriba de locales de anestesia clasificados como peligrosos**

**1)** El alambrado por arriba de áreas peligrosas (clasificadas) descritas en 517-60 debe instalarse en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado, cable tipo MI o cable tipo MC con una cubierta continua y metálica sellada al paso de vapores.

**2)** El equipo instalado que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, desconectadores, desconectadores, generadores, motores u otros equipos con escobillas 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 receptáculos instalados en los muros arriba de 1,66 m del área clasificada como peligrosa en locales de anestésicos inflamables no requieren estar totalmente resguardados o sus aberturas cubiertas o protegidas para prevenir la dispersión de partículas.*

**3)** Las luminarias quirúrgicas y otras, deben cumplir con lo establecido en 501-9 (b).

***Excepción 1:*** *Las limitaciones de temperatura superficial expuestas en 501-9 (b) (2) no se aplican.*

***Excepción 2:*** *Los desconectadores integrados o colgantes localizados arriba de y que no pueden ser bajados al área peligrosa (clasificada) no requieren ser a prueba de explosión.*

**4)** Los sellos de canalizaciones y cables aprobados deben colocarse de acuerdo con lo indicado en 501-5 y 501-5 (a) (4), a los límites tanto horizontales como verticales del área peligrosa (clasificada).

**5)** Los receptáculos y clavijas localizados por arriba del área peligrosa (clasificada) de anestesia, deben estar aprobados para su uso en hospitales para los servicios prescritos de tensión eléctrica, frecuencia, capacidad, número de conductores con la previsión para la conexión de un conductor de puesta a tierra. Este requisito se debe aplicar a los receptáculos y clavijas de dos polos, tres hilos del tipo con puesta a tierra para una fase, 120 o127 V de c.a.

**6)** Las clavijas y receptáculos de 208 o 220 V nominales, para la conexión de equipo médico de 50 y 60 A de c.a. para su uso por arriba de áreas clasificadas como peligrosas, deben seleccionarse de forma que el receptáculo de 60 A reciba indistintamente clavijas de 50 o 60 A. Los receptáculos de 50 A deben seleccionarse

para no aceptar clavijas de 60 A. Las clavijas deben ser de dos polos, tres hilos con conexión para el conductor aislado del tipo de puesta a tierra del sistema eléctrico.

**c) Otros locales de anestesia distintos a los peligrosos (clasificados)**

**1)** El alambrado que sirve a otras áreas distintas a las clasificadas como peligrosas, como se define en 517-60, debe instalarse en canalización metálica o cable armado metálico. La canalización o cable armado metálico debe estar aprobado como un equipo eficiente de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-91(b). Los cables tipo MC deben tener una armadura o cubierta exterior metálica identificada para una eficiente puesta a tierra.

***Excepción:*** *Los receptáculos colgantes que empleen cuando menos cordones flexibles tipo SJO o equivalente suspendidos a no-menos de 1,85 m del piso.*

**2)** Los receptáculos y clavijas instalados y usados en áreas distintas a las peligrosas (clasificadas) deben estar aprobados para uso en hospital para servicios prescritos de tensión eléctrica, frecuencia, capacidad y número de conductores con previsión para conectar un conductor de puesta a tierra. Este requisito se debe aplicar a los tipos de dos polos, tres hilos con puesta a tierra, para una fase a 120, 127, 208 o 220 V nominales de c.a.

**3)** Las clavijas y receptáculos de 208 o 220 V nominales, para la conexión de equipo médico de 50 y 60 A de c.a. para su uso dentro de áreas peligrosas (clasificadas), deben seleccionarse de forma que el receptáculo de 60 A reciba indistintamente clavijas de 50 o 60 A. Los receptáculos de 50 A deben diseñarse para no aceptar clavijas de 60 A. Las clavijas deben ser de dos polos, tres hilos con conexión para el conductor aislado de puesta a tierra del sistema eléctrico.

**517-62. Puesta a tierra.** En cualquier área de anestesia, todas las canalizaciones metálicas y cables con pantallas metálicas y todas las partes conductoras no-portadoras de corriente eléctrica de equipo eléctrico fijo, deben ser puestos a tierra. La puesta a tierra en locales Clase 1, debe cumplir con lo indicado en 501-16.

***Excepción:*** *El equipo que opere a no-más de 10 V entre conductores no requiere ser puesto a tierra.*

**517-63. Sistemas de energía puestos a tierra en locales de anestesia**

**a) Circuitos de alumbrado de uso general.** En cada sala de cirugía debe instalarse un circuito de alumbrado de uso general conectado al suministro normal puesto a tierra.

***Excepción:*** *Cuando está conectado a cualquier fuente alterna permitida en 700-12 que se encuentre separada de la fuente que alimenta al sistema de emergencia.*

**b) Alambrado de circuitos derivados.** Los circuitos derivados que alimenten sólo a equipo de diagnóstico y de terapia fijo y aprobado, permanentemente instalado dentro de áreas clasificadas como peligrosas y en otras áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), puede alimentarse de un servicio normal puesto 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 puestas a tierra.

**3)** El equipo (excepto los tubos de rayos X confinados y las terminales de dichos tubos) se localice al menos a 2,45 m por arriba del piso o fuera del local de anestesia.

**4)** Los desconectadores para el circuito derivado puesto a tierra se localicen fuera del área clasificada como peligrosa.

***Excepción:*** *Las Secciones 517-63 (b) (3) y (b) (4) no aplican a áreas distintas a las clasificadas como peligrosas.*

**c) Circuitos derivados para luminarias fijas.** Los circuitos derivados que alimenten solamente luminarias fijas, pueden tomarse desde un suministro normal puesto a tierra, siempre que:

**1)** Las luminarias se ubiquen al menos a 2,45 m por encima del piso.

**2)** Todas las superficies conductoras de las luminarias estén puestas a tierra.

**3)** El alambrado de los circuitos que alimenten a las luminarias no ocupe la misma canalización o cable de los circuitos aislados de energía.

**4)** Los desconectadores sean del tipo montaje en pared y se ubiquen dentro de las áreas clasificadas como peligrosas.

***Excepción:*** *lo indicado en 517-63 (c) (1) (c) (4) no aplica a áreas distintas a las clasificadas como peligrosas.*

**d) Estaciones de control remoto.** Las estaciones de control remoto montadas en pared para desconectadores de control remoto que operen a 24 V o menos, pueden instalarse en cualquier local de anestesia.

**e) Ubicación de sistemas de energía aislados.** Un centro de carga aislado aprobado para este propósito y su alimentador primario con puesta a tierra pueden ubicarse en un local de anestesia, siempre que se instale arriba de un área peligrosa (clasificada) o fuera de ésta.

**f) Circuitos en locales de anestesia.** Excepto como se permite en Secciones anteriores, cada circuito de energía dentro, o parcialmente dentro, de un local de anestesia inflamable como se refiere en 517-60, debe aislarse de cualquier sistema de distribución que alimente otros locales diferentes de los de anestesia.

**517-64. Equipo e instrumentos de baja tensión**

**a) Requerimientos para equipo.** El equipo de baja tensión que esté frecuentemente en contacto con el cuerpo de personas o tengan elementos descubiertos que lleven corriente eléctrica, deben:

**1)** Operar a potenciales eléctricos de 10 V 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 suministrada a equipo de baja tensión debe ser suministrada desde:

**1)** Un transformador de aislamiento portátil (no se debe usar autotransformadores) conectado a un receptáculo de un circuito aislado por medio de un cordón y clavija apropiados.

**2)** Un transformador de aislamiento común de baja tensión, instalado en un área clasificada como no peligrosa.

**3)** Baterías secas individuales.

**4)** Baterías comunes, compuestas por celdas de almacenamiento, colocadas en un área clasificada como no-peligrosa.

**c) Circuitos aislados.** Los transformadores de aislamiento que suministren energía a circuitos de baja tensión deben:

**1)** Tener medios apropiados de aislamiento entre el circuito primario y el secundario.

**2)** Tener el núcleo y el chasis puestos a tierra.

**d) Controles.** Se permite el uso de resistencias o de impedancias para controlar equipo de baja tensión, pero éstos no deben ser usados para limitar la tensión eléctrica máxima disponible para el equipo.

**e) Artefactos con baterías.** Los artefactos operados por baterías no pueden ser recargados mientras estén en operación, a menos que en el circuito de carga se incorpore un transformador de aislamiento integral.

**f) Receptáculos o clavijas.** Los receptáculos 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 eléctrica.

> **NOTA:** Se sabe que cualquier interrupción del circuito, aun en circuitos de tensión eléctrica tan baja como 10 V provocada por algún desconectador o conexiones flojas o defectuosas en cualquier punto del circuito, puede producir una chispa suficiente para encender agentes anestésicos inflamables.

## E. Instalaciones para rayos X

Nada de lo dicho para esta Parte debe ser interpretado como protección contra el rayo útil o radiación dispersada de rayos X.

### 517-71. Conexión al circuito de alimentación

**a) Equipo fijos y estacionarios.** El equipo de rayos X, fijo y estacionario debe estar conectado a la fuente de alimentación por medio de un método de alambrado que cumpla con los requisitos generales de esta NOM.

***Excepción:*** *Equipo debidamente alimentado por un circuito derivado cuya capacidad especificada no exceda los 30 A, puede alimentarse a través de un conector apropiado y un cordón para servicio pesado.*

**b) Equipo portátil, móvil y transportable.** Para equipo portátil, móvil, transportable y equipo médico de rayos X, no se requiere circuito derivado individual cuando su capacidad no excede de 60 A.

**c) Suministro con tensión eléctrica superior a 600 V.** El equipo y circuitos que operan con tensiones eléctricas superiores a 600 V, deben cumplir con el Artículo 710.

### 517-72. Medios de desconexión

**a) Capacidad.** El circuito alimentador debe contar con un medio de desconexión de adecuada capacidad de 50% como mínimo del régimen momentáneo o de 100% del régimen prolongado del equipo de rayos X, cualquiera que sea mayor.

**b) Ubicación.** El medio de desconexión debe ser operable desde un lugar accesible fácilmente desde el control del equipo de rayos X.

**c) Equipo portátil.** Para equipo conectado a circuitos derivados de 120 o 127 V y 30 A o menos, se permite el uso de receptáculos y clavijas del tipo de puesta a tierra de capacidad apropiada como medio de desconexión.

### 517-73. Capacidad de conducción de corriente de los conductores y de la protección por sobrecorriente

**a) Equipo de diagnóstico**

**1)** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de un circuito derivado y de los dispositivos de protección por sobrecorriente no debe ser inferior a 50% de la capacidad de corriente eléctrica de régimen momentáneo o de 100% del régimen prolongado, escogiendo el mayor de estos valores.

**2)** La capacidad conducción de corriente de los conductores y de los dispositivos de protección por sobrecorriente de los alimentadores para dos o más circuitos derivados que alimenten unidades de rayos X no debe ser menor de 50% de la corriente eléctrica de régimen momentáneo del equipo más grande de rayos X, más 25% de la corriente eléctrica de régimen momentáneo de la siguiente unidad más grande, más 10% de la demanda momentánea de los otros equipos de diagnóstico médico de rayos X. Cuando se lleven a cabo exámenes simultáneos por extensión del plano radiológico con unidades de rayos X, los conductores de alimentación y los dispositivos de protección por sobrecorriente deben ser de 100% del régimen momentáneo de la capacidad de corriente eléctrica de cada unidad 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 especifica tamaños mínimos de transformadores de distribución y conductores, capacidad de corriente eléctrica de los medios de desconexión y de la protección por sobrecorriente.

**b) Equipo terapéutico.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores y de los dispositivos de sobre-corriente no debe ser menor de 100% de la capacidad de corriente eléctrica del equipo de rayos X para terapia médica.

**NOTA:** La capacidad de los conductores de circuito derivado, de los medios de desconexión y de las protecciones de sobrecorriente de los equipos de rayos X, normalmente es establecida por el fabricante para la instalación específica.

**517-74. Conductores del circuito de control**

**a) Número de conductores alojados en una canalización.** El número de conductores de control alojados en una canalización debe ser determinado de acuerdo con lo indicado en 300-17.

**b) Tamaño nominal mínimo de los conductores.** Se permite el uso de conductores de tamaño nominal de 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) o de 1,307 $mm^2$ (16 AWG), como se especifica en 725-16, y cordones flexibles para el control y el circuito de operación del equipo de rayos X y equipo auxiliar, donde la protección por sobrecorriente no sea mayor a 20 A.

**517-75. Instalación de equipo.** Todo equipo para nuevas instalaciones de rayos X, y todo los equipo de rayos X usado, reacondicionado para trasladarlo a nuevos locales, deben ser del tipo aprobado.

**517-76. Transformadores y capacitores.** Los transformadores y capacitores que formen parte de un equipo de rayos X, no están obligados a cumplir con lo establecido en los Artículos 450 y 460. Los capacitores deberán estar montados en cubiertas de material aislante o de metal puesto a tierra.

**517-77. Instalación de cables de media tensión para equipo de rayos X.** Los cables con pantalla puesta a tierra para conexión de tubos de rayos X para intensificadores de imagen, se permiten que sean instalados en soportes para cables tipo charolas o en conducto, junto con los conductores de control y de fuerza sin requerir de barreras que separen el alambrado.

**517-78. Protección y puesta a tierra.**

**a) Partes de media tensión.** Todas las partes de media tensión eléctrica, incluyendo los tubos de rayos X, deben montarse en cubiertas puestas a tierra. Se podrá usar aire, aceite, gas u otra sustancia aislante apropiada para aislar la alta tensión de la cubierta puesta a tierra. La conexión desde el equipo de alta tensión a los tubos de rayos X y otros componentes de alta tensión, deberá hacerse con cables de alta tensión con pantalla.

**b) Cables de baja tensión.** Los cables de baja tensión que conectan unidades que no estén completamente selladas, tales como transformadores, condensadores, enfriadores de aceite, y desconectadores de alta tensión, deben tener aislamiento de tipo resistente al aceite.

**c) Partes metálicas que no llevan corriente eléctrica.** Las partes metálicas que no llevan corriente eléctrica del equipo asociado a rayos X (controles, mesas, soportes de tubo de rayos X, tanque de transformadores, cables blindados, cabezales para tubo de rayos X, etc.), deben ser puestos a tierra tal como se especifica en el Artículo 250 y en 517-13 (a) y (b).

***Excepción:*** *El equipo que opera con baterías.*

**F. Sistemas de comunicaciones, señales, de información, de señalización de protección contra incendio y para tensiones eléctricas menores a 127 V**

**517-80. Áreas para atención de pacientes.** El aislamiento equivalente y necesario para sistemas de distribución eléctrica en áreas para atención de pacientes se debe proporcionar para los sistemas de comunicaciones, sistemas de señalización, sistemas de la información, sistemas de señalización contra incendio y sistemas con tensión eléctrica nominal menor a 127 V.

**NOTA:** Un medio aceptable alterno para proporcionar el aislamiento para el sistema de llamado paciente-enfermera es mediante el uso de señales no-eléctricas, comunicación, o dispositivos de control sostenidos por el paciente o que estén al alcance del paciente.

**517-81. Otras áreas de atención al paciente.** En otras áreas de atención al paciente, las instalaciones deben estar de acuerdo con las disposiciones apropiadas indicadas en los Artículos 725, 760 y 800.

**517-82. Transmisión de señales entre aparatos eléctricos**

**a) General.** Para la instalación permanente del alambrado para señales desde un aparato eléctrico en un lugar del paciente a un aparato remoto, debe emplearse un sistema de transmisión de señales que prevenga la conexión peligrosa de puesta a tierra de los aparatos.

**NOTA:** Véase 517-13 (b).

**b) Sistema común de puesta a tierra para cables de señales.** Se permite usar un sistema común de puesta a tierra (por ejemplo, un chasis puesto a tierra para terminales de transmisión), entre aparatos eléctricos localizados en la vecindad del paciente, siempre que se pongan a tierra al mismo punto de referencia.

**G. Sistemas de energía aislados**

**517-160. Sistemas de energía aislados**

**a) Instalaciones**

**1)** Cada circuito de energía aislado debe controlarse por un desconectador que tenga un polo para la desconexión en cada conductor de circuito aislado, para interrumpir simultáneamente toda la energía. El aislamiento puede lograrse por medio de uno o más transformadores que no tengan conexión eléctrica entre los devanados primario y secundario; por medio de conjuntos motor generador, o por medio de un sistema aislado de baterías.

**2)** Los circuitos que alimenten los primarios de los transformadores de aislamiento deben operar a no más de 600 V entre conductores y deben tener una apropiada protección por sobrecorriente. La tensión eléctrica

secundaria de tales transformadores no debe exceder de 600 V entre conductores de cada circuito. Todos los circuitos alimentados desde tales secundarios no deben ser puestos a tierra, y deben tener un dispositivo de protección por sobrecorriente aprobado de valor nominal adecuado para cada conductor. Los circuitos alimentados directamente desde las baterías o del conjunto motor generador no deben ser puestos a tierra, y deben protegerse por 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)** Los transformadores de aislamiento, los conjuntos motor generador, las baterías y cargadores de baterías y los dispositivos de sobrecorriente asociados al primario o secundario, no deben instalarse en áreas peligrosas (clasificadas). El alambrado del circuito secundario aislado que se extiende a áreas peligrosas (clasificadas) de anestesia, debe instalarse de acuerdo con lo indicado en 501-4.

**4)** Un circuito derivado aislado que alimenta a un área de anestesia, no debe alimentar otros lugares.

**5)** Los conductores de circuitos aislados deben identificarse como sigue:

Conductor aislado 1 - naranja.

Conductor aislado 2 - café.

Para sistemas de energía aislados trifásicos, el tercer conductor deberá identificarse con el color amarillo.

**6)** No deben usarse compuestos para el alambrado que incrementen la constante dieléctrica, en los conductores secundarios del suministro de energía aislado.

**NOTA 1**: Es recomendable limitar el tamaño del transformador de aislamiento a 10 kVA o menos y usar aislamiento de conductores con baja corriente eléctrica de fuga que satisfagan los requisitos de impedancia.

**NOTA 2**: Minimizar la longitud de los conductores del circuito derivado y utilizar aislamientos de conductores con una constante dieléctrica menor que 3,5 y una resistencia de aislamiento constante mayor a 6100 MΩ-.m (a 16 °C) reduce la corriente eléctrica de fuga de la línea a tierra, reduciendo la corriente peligrosa del monitor.

**b) Monitor de aislamiento de línea**

**1)** Además de los dispositivos de control y de protección de sobrecorriente, cada sistema de energía aislado debe proveerse con un monitor de aislamiento de línea que opere continuamente para indicar las posibles fugas o fallas de corriente eléctrica de cada conductor aislado de tierra. El monitor debe estar diseñado de tal manera que una lámpara señalizadora de color verde, pueda verse fácilmente por las personas en cada área de anestesia, permanecer iluminada cuando el sistema esté adecuadamente aislado de tierra; una lámpara roja señalizadora y una alarma audible (remota si se desea) debe 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 mA, bajo condiciones de tensión eléctrica normal. El monitor no debe sonar para valores menores a 3,7 mA o para una corriente total peligrosa de menos de 5 mA.

***Excepción:*** *Se permite el diseño de un sistema para operar a un valor menor al límite de la corriente total de peligro. En un monitor de aislamiento de línea para tal sistema se permite reducir el valor, pero no debe ser menor a 35% del correspondiente límite de la corriente total de peligro, y la corriente de peligro del monitor consecuentemente debe reducirse a no-más de 50% del valor de alarma de la corriente total de peligro.*

**2)** El monitor de aislamiento de línea debe ser diseñado para tener suficiente impedancia interna de tal manera que, cuando se conecte apropiadamente al sistema aislado, la corriente máxima interna que pueda circular a través del monitor de aislamiento de línea, cuando cualquier punto del sistema aislado sea puesto a tierra, debe ser de 1 mA.

***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 punto del sistema aislado sea puesto a tierra, no exceda dos veces el valor de alarma para un periodo que no exceda de 5 ms.*

**NOTA:** La reducción de corriente de peligro del monitor prevé que esta reducción resulte en un incremento de valores de “no-alarma” para la corriente de peligro de falla, por lo que puede incrementar la capacidad de circuito.

**3)** Se debe conectar un amperímetro calibrado en el sistema de corriente de peligro total en un lugar plenamente visible sobre el monitor de aislamiento de línea con la “zona de alarma” al centro de la escala aproximadamente.

***Excepción:*** *El monitor de aislamiento de línea puede operar como una unidad compuesta, con una sección sensible alambrada a una sección separada del tipo panel y carátula en la cual la alarma o las funciones de prueba estén localizadas.*

**NOTA:** Es recomendable localizar el amperímetro de tal manera que sea muy visible para las personas que están en el área de anestesia.

## ARTÍCULO 518 - LUGARES DE REUNIÓN

**518-1. Alcance.** Este Artículo cubre requisitos para todos los inmuebles o parte de ellos o estructuras diseñados para reuniones de 100 o más personas.

**518-2. Clasificación general.** Los lugares de reunión incluirán, pero no están limitados a:

- Auditorios
- Auditorios en:

  - Establecimientos de negocios
  - Establecimientos comerciales
  - Escuelas
  - Otras instalaciones
- Bares, cantinas y discotecas
- Boliches y billares
- Capillas funerarias
- Comedores
- Cuarteles
- Gimnasios
- Iglesias y templos
- Mercados
- Museos
- Pistas de patinaje
- 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
- Salas de albercas
- Teatros y cines

La ocupación de 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, deberá 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.

Cuando una plataforma o saliente de una estructura de un edifico o parte del mismo se destina para escenario, o para representaciones teatrales o musicales, ya sea fija o portátil, el alambrado de esta área y todo el equipo usado en ésta, así como el equipo portátil y la instalación para uso en producciones musicales que no esté conectado en forma permanente, debe cumplir con 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 temporal.** En salas de exhibición, de conferencias y de exposiciones, el alambrado temporal se debe instalar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 305.

***Excepción 1:*** *Se permite el uso de cables y cordones flexibles aprobados para uso rudo o extra-rudo para instalarse sobre pisos cuando estén protegidos del contacto con el público en general.*

***Excepción 2:*** *No se aplican los requerimientos del interruptor de circuito por falla a tierra indicado en 305-6.*

**c) Sistema de energía aislado de emergencia.** El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con lo establecido en el Artículo 700.

**518-4. Métodos de alambrado.** Los métodos fijos de alambrado deben ser en canalizaciones metálicas o en canalizaciones no-metálicas embebidas en concreto con un espesor no-menor de 50 mm, empleando conductores con aislamiento resistente a la propagación de incendios, de baja emisión de gas ácido halogenado y de baja emisión de humos, o con cables tipos MC o MI.

> **NOTA**: Los conductores clasificados como LS cumplen con las características de resistencia a la propagación de incendio; de baja emisión de gas ácido halogenado y de baja emisión de humos.

***Excepción 1:*** *El cable con cubierta no-metálica, el cable tipo AC, el tubo (conduit) no-metálico tipo ligero o tipo pesado, se pueden instalar en aquellos inmuebles o parte de ellos donde no se requiera de construcción a prueba de fuego por las disposiciones reglamentarias de construcción aplicables.*

> **NOTA:** La construcción clasificada contra fuego, es la misma clasificación de resistencia al fuego usada en los Reglamentos de Construcción.

***Excepción 2:*** *Como se establece en el Artículo 640: equipos de grabación de sonido y similares, en el Artículo 800:c circuitos de comunicación, en el Artículo 725: circuitos de control remoto y señalización Clases 2 y 3, y en el Artículo 760: circuitos de señalización para protección contra el fuego.*

***Excepción 3:*** *Se permite el uso de tubo (conduit) no-metálico tipo ligero y pesado en restaurantes, salas de conferencias y de juntas en hoteles o moteles, comedores y capillas de iglesias cuando:*

> ***a.*** *El tubo (conduit) no-metálico tipo ligero o pesado es instalado encerrado dentro de paredes, pisos y techos cuando éstos proporcionan una barrera térmica de material que tiene al menos una capacidad*

*nominal de resistencia al fuego de quince minutos en el acabado, como los identificados en ensambles aprobados y listados contra el fuego.*

***b.** El tubo (conduit) no-metálico tipo ligero o pesado es instalado sobre techos falsos cuando el techo proporciona una barrera térmica de material que tiene al menos una capacidad nominal de resistencia al fuego de valor de quince minutos en el acabado, como los identificados en ensambles aprobados y listados contra el fuego.*

*El tubo (conduit) no-metálico tipo ligero o pesado no es reconocido para utilizarse en otros espacios utilizados para aire acondicionado como se indica en 300-22(c).*

**518-5. Suministro.** Los tableros de distribución portátiles y el equipo portátil de distribución deben alimentarse solamente desde una salida de potencia con suficiente valor nominal de corriente y tensión eléctricas. Dicha salida debe protegerse con dispositivos contra sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecorriente y las salidas de potencia no deben estar accesibles al público en general. Se debe tener disposiciones para la conexión de un conductor de puesta a tierra. El neutro de los alimentadores para un suministro con atenuadores de luz de estado sólido de tres fases cuatro hilos, se debe considerar como un conductor portador de corriente eléctrica.

## ARTÍCULO 520 - TEATROS, ÁREAS DE AUDIENCIA EN CINES Y ESTUDIOS DE TELEVISIÓN Y LUGARES SIMILARES

### A. Disposiciones generales

**520-1. Alcance.** Este Artículo aplica a todos los edificios o parte de ellos, diseñados o usados para representaciones teatrales, musicales, proyecciones cinematográficas, o usos similares y áreas específicas para audiencias dentro de estudios de cine y televisión.

**520-2 Definiciones**

**Agrupados.** Cables o conductores ubicados adyacentes uno a otro, pero no en contacto continuo entre ellos.

**Atado.** 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 receptáculos.** Un ducto metálico que contiene receptáculos empotrados o colgantes.

**Caja colgante de receptáculos.** Una caja que contiene receptáculos colgantes o empotrados sujetos a un cable multiconductor o a un conectador múltiple.

**Candileja.** Es una batería de lámparas montadas al nivel de piso a lo largo del frente del escenario.

**Derivador doble.** Un cable adaptador que contiene una clavija y dos receptáculos usado para conectar dos cargas a un circuito derivado.

**Equipo portátil.** Equipo alimentado con cordones o cables portátiles destinado a ser movido de un lugar a otro.

**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 proveer iluminación general en el escenario o en el auditorio.

**Proscenio.** La pared y el arco que separan el escenario del auditorio.

**Unidad de distribución de potencia portátil.** Una caja de distribución de potencia que contiene receptáculos y dispositivos de protección contra sobrecorriente.

**520-3. Proyectores de cine.** El equipo proyector de cine, su instalación y uso deben cumplir con lo establecido en el Artículo 540.

**520-4. Reproducción de sonido.** Los equipos de reproducción de sonido y su instalación deben cumplir con lo establecido en el Artículo 640.

**520-5. Métodos de alambrado.** Los métodos fijos de alambrado deben ser en canalizaciones metálicas o en canalizaciones no-metálicas embebidas en concreto con un espesor no-menor a 50 mm, empleando conductores con aislamiento resistente a la propagación de incendios, de baja emisión de gas ácido halogenado y de baja emisión de humos, o con cables tipos MC o MI.

> **NOTA**: Los conductores clasificados como LS cumplen con las características de resistencia a la propagación de incendio; de baja emisión de gas ácido halogenado y de baja emisión de humos.

***Excepción 1:** Se permite el alambrado de tableros de distribución portátiles, iluminación del escenario, efectos del escenario, y otros alambrados no-fijos en locaciones, con cables y cordones flexibles aprobados como se prevé en este Artículo. No se permite la fijación de los cables y cordones mediante clavos o grapas no-aisladas.*

***Excepción 2:** Como se indica en el Artículo 640 para grabación de sonido, en el Artículo 800 para circuitos de comunicación, en el Artículo 725 para circuitos de control remoto y señalización Clase 2 y Clase 3 control remoto y circuitos de señalización, y en el Artículo 760 para circuitos de alarma contra incendio.*

***Excepción 3:** Se permite el uso de cable con cubierta no-metálica, de cable tipo AC, de tubo (conduit) no-metálico tipo ligero o pesado para instalarse en aquellos inmuebles o parte de ellos donde no se requiera construcción a prueba de fuego por las disposiciones reglamentarias de construcción aplicables.*

**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 para circuitos en los bordes o cavidades del escenario, o para conductores de control remoto 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 20% del área de la sección transversal del ducto o del canal auxiliar. La limitación de treinta conductores indicada en 362-5 y 374-5 no es aplicable.

**520-7 Encierro y protección de partes vivas.** Las partes vivas deben encerrarse o protegerse para prevenir el contacto accidental por personas u objetos. Todos los desconectadores deben ser del tipo externamente operable. Los atenuadores, incluyendo reóstatos, deben ser colocados en envolventes 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 receptáculos, puede alimentar al alumbrado del escenario. El valor nominal de tensión eléctrica de los receptáculos no debe ser menor que la tensión eléctrica del circuito. El valor nominal de corriente eléctrica de los receptáculos y la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado, no debe ser menor que el valor nominal de corriente eléctrica de la protección contra sobrecorriente del circuito derivado. No aplica la Tabla 210-21(b)(2).

**520-10. Equipo portátil.** Se permite el uso de equipo portátil para escenarios y para alumbrado de estudios y equipo de distribución de energía para 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.

**B. Tableros de distribución para escenarios fijos**

**520-21. Frente muerto.** Los tableros de distribución para escenarios deben ser del tipo de frente muerto y deben cumplir con la Parte D del Artículo 384, a menos que estén aprobados como tableros de distribución para escenarios.

**520-22. Protección de la parte posterior de los tableros de distribución.** Los tableros de distribución para escenarios que tengan partes vivas expuestas en la parte posterior, deben encerrarse por las paredes del edificio, mallas de alambre, o por cualquier otro dispositivo aprobado. El acceso a este recinto debe ser por medio de una puerta de autocierre.

**520-23. Control y protección contra sobrecorriente de circuitos de receptáculos.** Se deben proveer los medios de protección contra sobrecorriente en el tablero de distribución de iluminación del escenario, al cual se conectan los circuitos de carga de los circuitos derivados de alumbrado del escenario, incluyendo los circuitos derivados que alimenten a los receptáculos del escenario y del auditorio, usado para el equipo del escenario con cordón y clavija. Se permite que cuando el tablero de distribución contenga atenuadores para el control de la iluminación que no sea parte del escenario, los dispositivos de protección contra sobrecorriente se ubiquen en el tablero de distribución del escenario.

**520-24. Cubierta metálica.** Un tablero de distribución de escenario que no esté completamente encerrado, de frente o fondo muerto o que no esté empotrado en una pared, debe estar provisto con una cubierta metálica que cubra toda su longitud para proteger a todo el equipo instalado de objetos que puedan caer.

**520-25. Atenuadores.** Los atenuadores deben cumplir lo siguiente:

**a) Desconexión y protección contra sobrecorriente.** Cuando los atenuadores se instalen en conductores activos, cada atenuador debe tener una protección contra sobrecorriente no-mayor a 125% del valor nominal del atenuador, y deben desconectarse todos los conductores activos cuando el desconectador principal o individual o interruptor automático que lo alimenta, se encuentre en posición de abierto.

**b) Atenuadores de resistencia o reactivo.** Los atenuadores tipo de resistencia o reactivo en serie se pueden instalar en un conductor del circuito puesto o no a tierra. Cuando se diseñen para abrir cualquier circuito alimentador del atenuador o del circuito controlado por ellos, el atenuador debe entonces cumplir con lo indicado en 380-1. Los atenuadores tipo de resistencia o reactivo en serie instalados en el conductor neutro puesto a tierra del circuito, no deben abrir el circuito.

**c) Atenuadores tipo autotransformador.** El circuito que alimente a un atenuador del tipo autotransformador no debe exceder de 150 V entre conductores. El conductor puesto a tierra debe ser común a los circuitos de entrada y salida.

**d) Atenuadores de estado sólido.** El circuito que alimente a un atenuador de estado sólido no debe exceder de 150 V entre conductores, a menos que el atenuador esté específicamente aprobado para operar a una tensión eléctrica mayor. Cuando un conductor puesto a tierra alimente a un atenuador, este debe ser común a los circuitos de entrada y salida. El chasis del atenuador debe estar conectado al conductor de puesta a tierra del equipo.

**NOTA:** Véase 210-9 para circuitos derivados de autotransformadores.

**520-26. Tipo de tablero de distribución.** Los tableros de distribución de escenario deben ser cualquiera o una combinación de los siguientes tipos:

**a) Manual.** Los atenuadores e desconectadores son operados mediante palancas acopladas a los dispositivos de control.

**b) Controlados remotamente.** Los dispositivos se operan eléctricamente desde un tablero o consola de control del tipo piloto. Las consolas de control piloto deben ser parte del panel de distribución o estar ubicados en cualquier otro lugar.

**c) Intermedio.** Un tablero de distribución de escenario con circuitos interconectados, es un tablero de distribución secundario (provisional) o un panel remoto al tablero de distribución primario de escenario. Este debe contener una protección contra sobrecorriente. Cuando la protección contra sobrecorriente del circuito derivado requerida, es proveída en la consola de atenuadores, se permite omitir esta protección del tablero de distribución intermedio.

**520-27. Alimentadores de tableros de distribución de escenarios**

**a) Tipo de alimentador.** Los alimentadores de tableros de escenarios deben ser uno de los siguientes:

**1) Alimentador individual.** Un alimentador individual desconectado por un dispositivo de desconexión individual. El neutro de los alimentadores de sistemas de atenuación de estado sólido de tres fases, cuatro hilos, debe considerarse un conductor portador de corriente eléctrica.

**2) Alimentadores múltiples de tableros de distribución de escenario intermedios (tablero provisional).** Se permiten alimentadores múltiples en cantidad ilimitada, siempre que todos ellos sean parte de un solo sistema. Cuando se combinen, los conductores neutros en una canalización dada deben tener la suficiente capacidad de conducción de corriente para llevar la máxima corriente eléctrica de desbalanceo de los conductores alimentadores múltiples en la misma canalización, pero no necesariamente mayor que la capacidad de conducción de corriente del neutro alimentador del tablero de distribución primario de escenario. Los conductores neutros en paralelo deben cumplir con lo indicado en 310-4. El neutro de los alimentadores de un sistema atenuador de estado sólido de tres fases cuatro hilos, debe considerarse como un conductor portador de corriente eléctrica.

**3) Alimentadores separados para tableros de distribución de escenario primarios individuales (banco de atenuadores).** Las instalaciones con alimentadores separados a tableros de distribución de escenario primarios individuales deben tener un medio de desconexión para cada alimentador. El tablero de distribución de escenario primario debe tener una marca o etiqueta permanente y visible estableciendo el número y localización de los medios de desconexión. Si los medios de desconexión están ubicados en más de un tablero de distribución, el tablero de distribución de escenario primario debe proveerse con medios de identificación que correspondan a estas distintas ubicaciones. El conductor neutro de alimentadores a sistemas de atenuación de estado sólido de tres fases cuatro hilos, se considera un conductor portador de corriente eléctrica.

**b) Capacidad de alimentación.** Con el propósito de calcular la capacidad de alimentación a 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 al tablero de distribución estén protegidos con un dispositivo contra sobrecorriente con un valor nominal no-mayor a la capacidad de conducción de corriente del alimentador.

**2)** La apertura del dispositivo contra sobrecorriente no debe afectar la operación apropiada de las salidas o de los sistemas de iluminación de emergencia.

**NOTA:** Para calcular las cargas de los alimentadores para los tableros de distribución de escenario, véase 220-10.

### C. Equipo fijo para escenarios

**520-41. Cargas de los circuitos.** Los circuitos derivados que alimenten candilejas, batería de lámparas suspendida y luces laterales del proscenio, deben tener un arreglo tal que ningún circuito derivado que alimente tal equipo exceda a una carga de 20 A.

***Excepción:*** *Cuando se usen solamente portalámparas del tipo de servicio pesado, tales circuitos deben cumplir con el Artículo 210 para circuitos de portalámparas tipo servicio pesado.*

**520-42. Aislamiento de conductores.** Las candilejas, batería de lámparas suspendidas, baterías de lámparas y baterías de receptáculos, deben alambrarse con conductores que tengan un aislamiento adecuado a la temperatura a la cual los conductores van a ser operados, pero no-menor a 125 °C. La capacidad de conducción de corriente de los conductores de 125 °C debe ser la correspondiente de los conductores de 60 °C. Todas las bajadas de las baterías de receptáculos debe ser de conductor de 90 °C dimensionado a la capacidad de conducción de corriente de cordones de 60 °C y cables no-mayores a 15 cm de la extensión del conductor dentro de la batería de receptáculos. El Artículo 310, Nota 8(a), correspondiente de las tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, no aplica.

**NOTA:** Véase Tabla 310-13 para tipos de conductores.

**520-43. Candilejas**

**a) Construcción de canal metálico.** Si para las candilejas se usa una construcción de canal metálico, éste debe ser de lámina no-menor a 0,91 mm de espesor, tratada para prevenir la oxidación. Las terminales de los portalámparas deben estar a no menos de 13 mm del canal. Los conductores del circuito deben soldarse a las terminales de los portalámparas.

**b) Otras construcciones diferentes al canal metálico.** Cuando no se utilice el canal metálico especificado en la Sección 520-43(a), las candilejas deben contener salidas individuales, con portalámparas alambradas con tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, o tipo ligero, o tubo *(conduit)* metálico flexible, o cable Tipo MC, o cable con 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 tener un arreglo de manera que el suministro de corriente eléctrica se desconecte automáticamente, cuando las luces se oculten en el nicho designado para tal efecto.

**520-44. Batería de lámparas suspendida y luces laterales del proscenio**

**a) Disposiciones generales.** 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) diseñarse de manera que las pestañas 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) Cables para batería de lámparas suspendida.** Los cables para alimentar la batería de lámparas suspendidas deben ser aprobados y listados para uso extra rudo. Los cables deben soportarse adecuadamente. Tales cables

deben emplearse únicamente cuando sean necesarios conductores flexibles. La capacidad de conducción de corriente de los conductores debe ser la que se indica en 400-5.

***Excepción:*** *Los cordones de uso extra rudo multiconductor aprobados que no estén en contacto directo con equipo que contenga elementos productores de calor, puede tener la capacidad de conducción de corriente determinada en la Tabla 520-44. La máxima corriente eléctrica de carga en cualquier conductor no debe exceder los valores de la Tabla 520-44.*

**Tabla 520-44. Capacidad de conducción de corriente permitida para cordones de uso extra rudo aprobados y listados con una capacidad térmica de 75 °C y 90 °C**

| Tamaño nominal | | Capacidad de conducción de corriente del cordón en función de su capacidad térmica* | | Máxima capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente A |
|---|---|---|---|---|
| $mm^2$ | AWG | 75 °C A | 90 °C A | |
| 2,08 | 14 | 24 | 28 | 15 |
| 3,31 | 12 | 32 | 35 | 20 |
| 5,26 | 10 | 41 | 47 | 25 |
| 8,37 | 8 | 57 | 65 | 35 |
| 13,30 | 6 | 77 | 87 | 45 |
| 21,15 | 4 | 101 | 114 | 60 |
| 33,60 | 2 | 133 | 152 | 80 |

*La capacidad de conducción de corriente indicada es la capacidad permitida para cordones multiconductores donde únicamente tres conductores de cobre son portadores de corriente eléctrica. Si la cantidad de conductores portadores de corriente eléctrica en un cordón se excede de tres, y el factor de diversidad de carga es de un mínimo de 50%, la capacidad de conducción de corriente de cada conductor debe reducirse como se muestra en la siguiente tabla.

| Cantidad de conductores | Capacidad de conducción de corriente por ciento |
|---|---|
| 4 a 6 | 80 |
| 7 a 24 | 70 |
| 25 a 42 | 60 |
| 43 en adelante | 50 |

Nota: Temperatura máxima del aislamiento. En ningún caso los conductores deben asociarse entre sí con respecto a la clase de circuito, al método de alambrado usado, o al número de conductores, de tal forma que el límite de temperatura de los conductores sea excedido.

**520-45. Receptáculos.** Los receptáculos para equipo eléctrico o para luminarias en el escenario deben llevar marcado su valor en A.

Los conductores que alimentan estos receptáculos deben cumplir con los Artículos 310 y 400.

**520-46. Batería de receptáculos, cajas colgantes, receptáculos empotrados en el suelo y otros receptáculos.** Los receptáculos para la conexión de equipo portátil de alumbrado de escenario deben ser colgantes o montados bajo un rebaje de protección adecuada o envolventes y cumplir con lo indicado en 520-45. Los cables de alimentación para receptáculos y las cajas colgantes de receptáculos deben ser como se especifica en 520-44(b).

**520-47. Lámparas en los fosos del escenario.** Las lámparas instaladas en los fosos de los escenarios deben ubicarse y protegerse de daño físico y proveerse con un espacio de aire no-menor a 50 mm entre las lámparas y cualquier material combustible.

***Excepción:*** *Lámparas decorativas instaladas en el escenario.*

**520-48. Máquinas para cortinas.** Las máquinas para cortinas deben estar aprobadas y listadas.

**520-49. Control de ventiladores de humo.** Cuando los ventiladores de humo del escenario estén abiertos o liberados mediante un dispositivo eléctrico, el circuito que accione al dispositivo debe ser tipo normalmente cerrado y controlarse por lo menos por dos desconectadores accionados externamente; uno colocado en un lugar accesible fácilmente en el escenario y el otro ubicado donde lo designe la Autoridad en materia de construcción. El dispositivo debe diseñarse a plena tensión eléctrica del circuito al cual se conecta, sin insertar ninguna resistencia. El dispositivo debe ubicarse en la galería arriba del escenario y encerrarse en una caja metálica adecuada que sea hermética y con puerta de cierre automático.

**D. Tableros portátiles en el escenario**

**520-50. Tablero de conexión para espectáculo ambulante (un tipo de tablero provisional).** Un tablero diseñado para el espectáculo ambulante que permita la conexión de tableros portátiles del escenario a salidas de iluminación fijas mediante circuitos suplementarios permanentemente instalados. El tablero, los circuitos suplementarios y las salidas deben cumplir con los incisos siguientes:

**a) Circuitos de carga.** Los circuitos deben terminar en entradas con puesta a tierra y polarizadas, de valor nominal de corriente y tensión eléctricas que sean igual a las del receptáculo de carga fija.

**b) Transferencia de circuitos.** En los circuitos que se transfiere entre tableros fijos y portátiles, deben ser transferidos todos los conductores del circuito simultáneamente.

**c) Protección contra sobrecorriente.** Los dispositivos que alimenten a estos circuitos suplementarios deben protegerse con dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuito derivado. El circuito suplementario individual dentro del teatro y del tablero de conexión de un espectáculo ambulante, debe protegerse con dispositivos contra sobrecorriente de circuito derivado de capacidad de conducción de corriente adecuada, instalados dentro del tablero de conexión del espectáculo ambulante.

**d) Tablero.** La construcción del tablero debe ajustarse a lo establecido en el Artículo 384.

**520-51. Alimentación.** Los tableros de distribución portátiles deben alimentarse únicamente de salidas de energía de suficiente valor nominal de tensión y de corriente eléctricas. Tales salidas de energía deben incluir desconectadores de fusibles o interruptores automáticos en envolventes de accionamiento externo montados en el escenario, o en el tablero de distribución permanente en lugares de fácil acceso desde el piso del escenario. Se deben proveer preparaciones para la conexión de un conductor de puesta a tierra del equipo. El neutro de alimentadores del sistema de atenuación de estado sólido de tres fases cuatro hilos, debe ser considerado un conductor portador de corriente eléctrica.

**520-52. Protección contra sobrecorriente.** Los circuitos de los tableros de distribución portátiles que alimenten directamente equipo que contenga lámparas incandescentes no-mayores a 300 W, deben estar protegidos mediante dispositivos con ajuste no-mayor a 20 A. Se permiten circuitos para portalámparas de más de 300 W, cuando la protección contra sobrecorriente cumpla con lo establecido en el Artículo 210.

**520-53. Construcción y alimentadores.** Los tableros portátiles y alimentadores para uso en escenarios deben cumplir con lo siguiente:

**a) Envolvente.** Los tableros de distribución portátiles deben colocarse dentro de una envolvente de construcción adecuada, el cual debe tener un arreglo tal que la envolvente esté abierta durante la operación. Las envolventes de madera deben estar completamente forradas con una lámina metálica de espesor no-menor a 0,63 mm, tropicalizada, galvanizada, esmaltada o adecuadamente recubierta para prevenir la corrosión, o ser de un material resistente a la corrosión.

**b) Partes energizadas.** No debe haber partes energizadas expuestas dentro de la envolvente.

***Excepción:*** *Para placas de atenuadores como se condiciona en (e) adelante.*

**c) Desconectadores e interruptores automáticos.** Todos los desconectadores e interruptores automáticos, deben ser del tipo cerrado y de operación externa.

**d) Protección de circuitos.** Se debe proveer dispositivos contra sobrecorriente en cada conductor activo de cada circuito alimentado a través del tablero de distribución. Se debe proveer envolventes para todos los dispositivos contra sobrecorriente además de la envolvente del tablero de distribución.

**e) Atenuadores.** Las terminales de los atenuadores deben proveerse con cubiertas, y las placas de los atenuadores deben acomodarse de tal manera que no pueda provocarse un contacto accidental con los contactos de la placa.

**f) Conductores interiores.** Todos los conductores que no sean barras colectoras, dentro de las envolventes del tablero de distribución deben trenzarse. Los conductores deben estar aprobados para una temperatura de operación al menos igual a la temperatura de operación de los dispositivos atenuadores usados en el tablero de distribución, y en ningún caso menor que los siguientes: (1) atenuadores tipo de resistencia, 200 °C, o (2) atenuadores tipo reactivo, autotransformador y estado sólido, 125 °C. Todo el alambrado de control debe cumplir con lo establecido en el Artículo 725.

Cada conductor debe tener una capacidad de conducción de corriente no-menor al valor nominal del desconectador, interruptor automático o fusible del que esté alimentado. La corriente de interrupción y la coordinación de protecciones deben cumplir con lo indicado en 110-9 y 110-10. Los tableros con un inadecuado valor nominal para soportar un cortocircuito deben protegerse del lado de la línea mediante dispositivos limitadores de corriente eléctrica. La corriente de interrupción de cortocircuito se debe marcar sobre el tablero distribución.

***Excepción:*** *Se permite que los conductores para circuitos de lámparas piloto con una protección contra sobrecorriente no-mayor a 20 A, tengan una capacidad de conducción de corriente menor que el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente.*

Los conductores deben ir en canalizaciones metálicas o estar debidamente asegurada su posición y cuando pasen a través de paredes metálicas debe ser mediante monitores.

**g) Lámparas piloto.** Se debe proveer una lámpara piloto dentro de la cubierta y debe ser conectada al circuito que alimenta al tablero, de manera que la apertura del desconectador principal no corte el suministro a la lámpara. Esta lámpara debe estar en un circuito derivado individual con una protección contra sobrecorriente ajustada a no-más de 15 A.

**h) Conductores de alimentación.** La alimentación a un tablero de distribución portátil debe ser mediante cordones o cables aprobados y listados para uso extra rudo. Los cordones o cables de alimentación deben terminar dentro de la envolvente del tablero, en un desconectador principal con fusibles o en un interruptor automático operado externamente o en un montaje de conectadores identificados para el propósito. Los cables o cordones de

alimentación (y montaje de conectadores) deben tener la suficiente capacidad de conducción de corriente para llevar la carga total conectada al tablero de distribución y deben protegerse mediante dispositivos contra sobrecorriente.

Los juegos de cables de alimentación monopolares portátiles deben ser de un tamaño nominal no-menor de 33,62 $mm^2$ (2 AWG). El conductor de puesta a tierra del equipo debe ser de tamaño nominal no-menor de 13,3 $mm^2$ (6 AWG). Los cables conductores monopolares de alimentación deben ser de la misma longitud, tipo, tamaño y agrupados ente 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 250-95. Los conductores puestos a tierra (neutros) y de puesta a tierra de equipo, deben identificarse de acuerdo con lo indicado en 200-6, 250- 57(b), y 310-12. Se permite que los conductores puestos a tierra se identifiquen con marcas al menos en los primeros 15 cm en ambos extremos de cada tramo con color blanco o gris claro. Se permite que los conductores de puesta a tierra del equipo se identifiquen con marcas al menos los primeros 15 cm en ambos extremos de cada tramo del conductor con color verde o verde con franjas amarillas. Cuando exista más de una tensión eléctrica nominal dentro del mismo predio, cada conductor del sistema activo se debe identificar por sistema.

***Excepción 1:*** *Conductores de alimentación no-mayores a 3 m de longitud. En los casos donde los conductores de alimentación no excedan de 3 m de longitud entre la alimentación y el tablero de distribución o entre la alimentación y un subsecuente dispositivo de protección contra sobrecorriente, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación debe ser al menos una cuarta parte del valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente de la alimentación, cuando se reúnan todas las condiciones siguientes:*

***a.*** *Los conductores de alimentación deben terminar en un dispositivo de protección contra sobrecorriente único que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación. Este dispositivo contra sobrecorriente debe permitir alimentar dispositivos adicionales contra sobrecorriente en su lado de carga.*

***b.*** *Los conductores de alimentación no deben penetrar paredes, pisos o techos, o correr a través de puertas y áreas de tráfico. Los conductores de alimentación deben protegerse adecuadamente contra daño físico.*

***c.*** *Los conductores de alimentación deben ser rematados adecuadamente de manera aprobada.*

***d.*** *Los conductores deben ser continuos sin empalmes o conectadores.*

***e.*** *Los conductores no deben atarse.*

***f.*** *Los conductores deben soportarse sobre el piso de manera adecuada.*

***Excepción 2:*** *Conductores de alimentación no-mayores a 6 m de longitud. En los casos donde los conductores de alimentación no exceden 6 m de longitud entre la alimentación y el tablero de distribución o entre la alimentación y un subsecuente dispositivo de protección contra sobrecorriente, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación debe ser de cuando menos la mitad del valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente de la alimentación, cuando se reúnan las condiciones siguientes:*

***a.*** *Los conductores de alimentación deben terminar en un dispositivo de protección contra sobrecorriente único que limite la carga a la capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación. Este dispositivo contra sobrecorriente debe permitir alimentar a dispositivos contra sobrecorriente adicionales en sus lados de carga.*

***b.*** *Los conductores de alimentación no deben penetrar paredes, pisos o techos, o correr a través de puertas o áreas de tráfico. Los conductores de alimentación deben protegerse adecuadamente contra daño físico.*

***c.*** *Los conductores de alimentación deben rematarse adecuadamente de manera aprobada.*

***d.*** *Los conductores de alimentación deben soportarse de manera aprobada al menos a 2 m sobre el piso, excepto en las terminales.*

***e.*** *Los conductores de alimentación no deben atarse.*

***f.*** *Los conductores de derivación deben ser continuos.*

**i) Arreglo de cables.** Los cables deben protegerse por accesorios (monitores) cuando atraviesen cubiertas y deben arreglarse de modo que la tensión mecánica del cable no se transmita a las conexiones. Cuando los conductores de energía pasen a través de paredes metálicas, se deben aplicar los requerimientos establecidos en 300-20.

**j) Número de conexiones en la alimentación.** Cuando se usen conectadores en un conductor de alimentación, debe haber un máximo de tres conexiones (juegos de pares de conectadores) cuando la longitud total de la alimentación al tablero de distribución no exceda de 30,5 m. En los casos donde la longitud total desde la alimentación al tablero de distribución exceda de 30,5 m, se permite una conexión adicional por cada 30,5 m adicionales del conductor de alimentación.

**k) Conectadores separables monopolares.** Cuando se usen conectadores monopolares de cable portátiles, éstos deben ser aprobados y del tipo con seguro. Cuando el uso de juegos en paralelo de conectadores monopolares separables, portadores de corriente eléctrica sea proveído como dispositivos de entrada, deben ser prominentemente marcados con una indicación de precaución indicando la presencia de conexiones paralelas internas. El uso de tales conectadores debe cumplir con al menos una de las siguientes condiciones:

**1)** La conexión y desconexión de los conectadores sólo debe ser posible cuando los conectadores de alimentación estén interbloqueados con la fuente, de manera que no sea posible conectar o desconectar los conectadores cuando la alimentación esté energizada.

**2)** Los conectadores en línea deben estar aprobados y ser del tipo interbloqueo secuencial de manera que los conectadores de carga deban conectarse en la siguiente secuencia:

**a.** Conexión del conductor de puesta a tierra del equipo.

**b.** Conexión del conductor del circuito puesto a tierra, si existe.

**c.** Conexión del conductor activo, y que la desconexión deba darse en orden inverso.

**3)** Una nota de precaución debe ser proveída y adyacente a los conectadores de línea, indicando que la conexión de la clavija debe ser en el siguiente orden:

**a.** Conexión del conductor de puesta a tierra de equipo.

**b.** Conexión del conductor neutro, si existe.

**c.** Conexión del conductor activo, y que la desconexión deba darse en orden inverso.

**l) Protección de los conductores de alimentación y conectadores.** Todos los conductores de alimentación y los conectadores deben protegerse contra daño físico por un medio aprobado. Esta protección no tiene que ser necesariamente una canalización.

**m) Entradas biseladas de superficie.** Las entradas biseladas de superficie (clavijas empotrables) que se usen para recibir energía debe tener marcada su capacidad nominal de corriente eléctrica en A.

**n) Terminales.** Las terminales a las cuales los cables del escenario son conectados, deben estar de forma que permitan un acceso conveniente a las terminales.

**o) Terminal neutra de alimentación.** En equipo de tableros de distribución portátiles diseñado para usarse con tres fases cuatro hilos con alimentación con puesta a tierra, la terminal neutra de alimentación, su barra colectora asociada, o alambrado equivalente, o ambas, deben tener capacidad de conducción de corriente por lo menos dos veces la capacidad de conducción de corriente de la mayor terminal de alimentación de fase. Las líneas de alimentación de energía para tableros portátiles deben dimensionarse considerando al neutro como un conductor portador de corriente eléctrica. Cuando se usen cables alimentadores monopolares, no instalados en canalizaciones, en circuitos polifásicos, el conductor neutro puesto a tierra debe tener una capacidad de conducción de corriente de no-menor a 130% la de los conductores activos del circuito que alimenten al tablero portátil.

***Excepción.*** *Cuando el equipo del tablero de distribución portátil esté específicamente construido e identificado para ser modificado internamente en campo, de manera aprobada, de una alimentación balanceada de tres fases cuatro hilos con puesta a tierra a una monofásica balanceada de tres hilos con puesta a tierra, la terminal del neutro de la alimentación y su barra colectora asociada, alambrado equivalente, o ambas, deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la terminal más grande de fase de la alimentación monofásica.*

**p) Personal calificado.** El tendido de conductores de alimentación portátiles, el armado y desarmado de los conectadores de alimentación y otras conexiones de alimentación, y la energización y desenergización de los servicios de alimentación deben ser realizadas por personal calificado, y los tableros portátiles deben ser así marcados, indicando este requisito de manera permanente y clara.

***Excepción:*** *La conexión de un tablero de distribución portátil a una salida de receptáculo instalada permanentemente, donde la salida de receptáculo de alimentación esté protegida para su capacidad de conducción de corriente por un dispositivo contra sobrecorriente no-mayor a 150 A, y donde la salida de receptáculo, conexión y tablero de distribución cumplan además con lo siguiente:*

***a.*** *Empleen conectadores multipolares aprobados y listados para el propósito de cada conexión de la alimentación.*

***b.*** *Prevengan el acceso del público en general a toda conexión de la alimentación.*

***c.*** *Empleen cables o cordones multiconductores de uso extra-rudo aprobados y listados, con una capacidad de conducción de corriente adecuada para el tipo de carga y no-menor al valor nominal de corriente eléctrica de los conectadores.*

**E. Equipo portátil del escenario**

**520-61. Luminarias con lámparas de arco eléctrico.** Las luminarias con lámparas de arco eléctrico, incluyendo sus envolventes y balastros asociados, deben estar aprobadas y listadas. Los juegos de cordones de conexión, y los cables y cordones de conexión deben ser del tipo de uso extra rudo y aprobados y listados.

**520-62. Unidades de distribución de potencia portátiles.** Las unidades de distribución de potencia portátiles deben cumplir con lo siguiente:

**a) Envolventes.** La construcción debe ser de forma que ninguna parte portadora de corriente eléctrica esté expuesta.

**b) Receptáculos y protección contra sobrecorriente.** Los receptáculos 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 receptáculos colgantes deben estar aprobados y listados para uso extra rudo.

**c) Barras colectoras y terminales.** Las barras colectoras deben tener una capacidad de conducción de corriente igual a la suma de los valores nominales de corriente eléctrica de todos los circuitos conectados a la barra colectora. Se deben proveer zapatas para la conexión del cable principal.

**d) Entradas biseladas de superficie.** En las entradas biseladas de superficie (clavijas empotradas) que se usen para conexiones, se debe indicar su capacidad admisible en A.

**e) Arreglo de cables.** Los cables deben estar adecuadamente protegidos cuando pasen a través de envolventes y arreglados de manera que la tensión mecánica en el cable no se transmita a las terminales.

**520-63. Alambrado de luminarias sostenidas por piezas de montaje**

**a) Alambrado de la pieza de montaje.** Las piezas de montaje usadas sobre la escenografía deben alambrarse internamente, y el vástago de la luminaria debe llevarse a la parte trasera de la escenografía donde se coloca una boquilla o monitor al final del vástago.

***Excepción:*** *Se permite que las piezas de montaje u otras luminarias sean alambradas externamente, cuando se alambren con cordones para uso rudo que se extiendan a través de la escenografía y sin ninguna unión o empalme en el dosel de la parte posterior de la luminaria, y terminen en un conectador del escenario del tipo aprobado, localizado, cuando sea posible, a no-más de 45 cm de la luminaria.*

**b) Montaje.** Las luminarias 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). El cable de alimentación debe protegerse con boquillas o monitores cuando pase a través de paredes metálicas y debe arreglarse 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:** Véase la Excepción 2 de 520-68(a), para los tipos de aislamiento requeridos para conductores monoconductores.

**520-65. Guirnaldas.** Las uniones en el alambrado de guirnaldas deben ser escalonadas o alternadas. Las lámparas encerradas en linternas o dispositivos similares de material combustible, deben equiparse con guardas.

**520-66. Efectos especiales.** Los dispositivos eléctricos usados para simular relámpagos, caídas de agua, y efectos similares, deben construirse y ubicarse de manera que las flamas, chispas y partículas calientes no puedan entrar en contacto con material combustible.

**520-67. Conectadores de cable de circuito derivado multipolar.** Los conectadores 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 conectador hembra debe colocarse del lado de carga del cable o del cordón de alimentación. El conectador debe tener su valor marcado en A y diseñado de manera que otros dispositivos con un valor nominal diferente no puedan ser conectados. Los conectadores multipolares de c.a. deben ser polarizados y cumplir con lo indicado en 410-56(f) y 410-58.

**NOTA:** Véase 400-10 para jalado en terminales.

**520-68. Conductores para equipo portátil**

**a) Tipo de conductor.** Los conductores flexibles, incluyendo las extensiones, usados para alimentar equipo portátil del escenario deben ser cordones o cables aprobados y listados para uso extra rudo.

***Excepción 1:*** *Se permite el cordón reforzado para alimentar lámparas de pedestal cuando el cordón no esté sujeto a daño físico severo, y esté protegido por un dispositivo contra sobrecorriente con un valor nominal no-mayor a 20 A.*

***Excepción 2:*** *Se permite usar un montaje especial de conductores en una manga no-mayor a 1 m en lugar de un cordón flexible, si los alambres individuales están trenzados y tienen una clase térmica no-menor a 125 °C, y la manga exterior es de fibra de vidrio con un espesor de pared de cuando menos 0,635 mm.*

***Excepción 3:*** *Si en equipo portátil de escenario requiere conductores de alimentación flexibles con mayor valor nominal de temperatura cuando una terminal se conecte permanentemente al equipo, se permite usar conductores adecuados alternos, que estén probados para este fin.*

***Excepción 4:*** *Se permite cordones de uso rudo aprobados y listados, en ensambles de puenteo, cuando se reúnan las condiciones siguientes:*

***a.*** *Los cordones son utilizados para conectarse entre un conectador multipolar simple que contiene dos o más circuitos derivados y conectadores múltiples de dos polos tres hilos.*

***b.*** *La longitud del cordón en el ensamble de puenteo no excede 6 m.*

***c.*** *El ensamble de puenteo es protegido de daño físico al fijarlo en toda su longitud a una tubería, andamio, armadura, torre u otra estructura de soporte firme.*

***d.*** *Toda alimentación de circuitos derivados al ensamble de puenteo es protegida por dispositivos contra sobrecorriente con un marcado de valor nominal no-mayor a 20 A.*

**b) Capacidad de conducción de corriente del conductor.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores debe ser la que se especifica en 400-5, excepto para cordones portátiles multiconductores aprobados y listados para uso extra rudo, que no estén en contacto directo con el equipo que contenga elementos productores de calor, se permite que tengan su capacidad de conducción de corriente determinada en la Tabla 520-44. La corriente eléctrica de carga máxima en cualquier conductor, no debe exceder los valores de la Tabla 520-44.

***Excepción:*** *Donde las Excepciones 2 y 3 de 520-68(a) permitan el uso de conductores alternos, su capacidad de conducción de corriente debe ser la indicada en las tablas correspondientes de esta NOM para los tipos de cables utilizados.*

**520-69. Adaptadores.** Los adaptadores, derivadores dobles, y otros dispositivos de salida de circuitos simples o múltiples deben cumplir con lo siguiente:

**a) Sin reducción de valor nominal de corriente eléctrica.** Cada receptáculo y su cable correspondiente deben tener los mismos valores nominales de tensión y de corriente eléctricas que su clavija de alimentación. No se debe utilizar en un circuito de escenario con un valor nominal de corriente eléctrica mayor.

**b) Conectadores.** Todos los conectadores deben alambrarse de acuerdo con lo indicado en 520-67 y 520-68(a).

**F. Camerinos**

**520-71. Portalámparas colgantes.** No deben instalarse portalámparas colgantes en los camerinos.

**520-72. Guardas para lámparas.** Toda lámpara incandescente expuesta en los vestidores a menos de 2,4 m del piso, debe equiparse con guardas abiertas remachadas a la cubierta de la caja de salida, o de otra manera sellada o asegurada en su lugar.

**520-73. Desconectadores requeridos.** Todas las salidas para alumbrado y receptáculos en los camerinos deben ser controlados por desconectadores de pared instalados en el camerino. Cada desconectador que controle un receptáculo debe estar provisto con una lámpara piloto que indique cuando el receptáculo esté energizado.

**G. Puesta a tierra**

**520-81. Puesta a tierra.** Todas las canalizaciones metálicas y cables con cubierta metálica deben ser puestos a tierra. Las estructuras y envolventes metálicas de todos el equipo, incluyendo las baterías de lámparas suspendidas y luminarias portátiles, deben ser puestas a tierra. La puesta a tierra se debe hacer conforme con lo indicado en el Artículo 250.

## ARTÍCULO 525 - CARNAVALES, CÍRCOS, FERIAS Y EVENTOS SIMILARES

**A. Disposiciones generales**

**525-1. Alcance.** Este Artículo cubre la instalación de equipo y alambrado portátil para carnavales, circos, exhibiciones, ferias, atracciones turísticas y eventos similares, incluyendo el alambrado en o sobre todas las estructuras.

**525-3. Otros Artículos**

**a) Estructuras permanentes.** Los Artículos 518 y 520 deben ser aplicados al alambrado de estructuras permanentes.

**b) Alambrado portátil y equipo.** Cuando los requerimientos de otros Artículos de esta NOM y el Artículo 525 difieran, los requerimientos del Artículo 525 deben aplicarse al alambrado y al equipo portátil.

**525-6. Protección del equipo eléctrico.** El equipo eléctrico y los métodos de alambrado de juegos mecánicos, concesiones u otras unidades deben estar provistos con protección mecánica cuando tal equipo o métodos de alambrado estén sujetos de daño físico.

**B. Instalación**

**525-10. Fuentes de alimentación**

**a) Acometida.** La acometida debe estar instalada de acuerdo con los requerimientos aplicables del Artículo 230, y además cumplir con lo siguiente:

**1) Guardas.** El equipo de acometida no debe estar instalado en un lugar que sea accesible a personas no-calificadas, a menos que el equipo esté encerrado bajo llave.

**2) Montaje y lugar.** El equipo de acometida debe estar montado sobre un soporte sólido e instalado de tal manera que esté protegido de la intemperie, a menos que su construcción sea a prueba de intemperie.

**b) Sistemas derivados separados**

**1) Transformadores.** Los transformadores deben cumplir con los requerimientos aplicables indicados en 240-3(a), (b), (c) y (d), en 250-26 y en el Artículo 450.

**2) Generadores.** Los generadores deben cumplir con los requerimientos del Artículo 445.

**525-12. Claros de conductores aéreos**

**a) Claros verticales.** Los conductores deben tener un claro vertical a tierra de acuerdo con 225-18.

**b) Claros a juegos mecánicos y atracciones.** Los juegos mecánicos y atracciones deben estar mantenidos a no-menos de 4,6 m en cualquier dirección, de conductores aéreos que operen a 600 V o menos, a excepción de los conductores que los alimenten. Los juegos mecánicos o atracciones no deben estar ubicados bajo o dentro de 4,6 m medidos horizontalmente de conductores que operen a más de 600 V.

**525-13. Métodos de alambrado**

**a) Tipo.** A menos que otra cosa se indique en este Artículo, los métodos de alambrado deben cumplir con los requerimientos aplicables de los Capítulos 1 al 4 de esta NOM. Cuando se usen cables o cordones flexibles, deben estar aprobados y listados para uso extra rudo, para lugares mojados y deben indicar ser resistentes a la luz solar.

**b) Monoconductores.** Se permite el uso de cables monoconductores de tamaño nominal de 33,62 $mm^2$ (2 AWG) o mayor.

**c) Conductores desnudos.** Los conductores desnudos están prohibidos excepto que formen parte de un ensamble aprobado y listado 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. Los conectadores de los cordones no deben estar colocados sobre el piso.

**e) Soporte.** El alambrado de un juego mecánico no debe estar soportado por otro juego.

**f) Protección.** Los cordones o cables flexibles que corran sobre el piso, donde sean accesibles al público, deben estar cubiertos con rejillas no-conductoras aprobadas. Las rejillas y los cables deben estar dispuestos de tal manera que no provoquen tropiezos peligrosos al público.

**525-14. Cajas y accesorios.** Una caja o accesorio debe estar instalado en cada punto de conexión, salida, punto de interrupción o de unión.

**525-15. Cajas de distribución portátiles o cajas terminales.** Las cajas de distribución portátiles o cajas terminales deben cumplir con lo siguiente:

**a) Construcción.** Las cajas deben estar diseñadas para que ninguna parte viva quede expuesta a contacto accidental. Cuando se hagan las instalaciones en exteriores, las cajas deben ser a prueba de intemperie y montadas de forma que el fondo de la envolvente no se encuentre a menos de 15 cm del piso.

**b) Barras colectoras y terminales.** Las barras colectoras deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor al dispositivo de sobrecorriente del alimentador que a su vez alimente a la caja. Cuando los conductores terminen directamente en la barra colectora se deben proveer sus conectadores.

**c) Receptáculos y protección contra sobrecorriente.** Los receptáculos deben tener una protección contra sobrecorriente instalada dentro de la caja. La protección contra sobrecorriente no debe exceder la capacidad de corriente del receptáculo, a excepción de lo permitido por el Artículo 430 para cargas de motores.

**d) Conectores monopolares.** Cuando se usen conectadores monopolares, deben cumplir con lo indicado en 530-23.

**525-16. Protección contra sobrecorriente.** La protección contra sobrecorriente de equipo y conductores debe proveerse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240.

**525-17. Motores.** Los motores y equipo asociado deben estar instalados de acuerdo con lo indicado en el Artículo 430.

**525-18 Protección por interruptor de circuito por falla a tierra.** Los requerimientos del interruptor de circuito por falla a tierra de la Sección 305-6 no son aplicables a este Artículo.

### C. Puesta a tierra y puenteo

**525-20. Generalidades.** Todo sistema y equipo de puesta a tierra debe cumplir con lo indicado en el Artículo 250.

**525-21. Equipo.** El siguiente equipo conectado a la misma fuente debe estar puenteado:

**1)** Canalizaciones metálicas y cables con cubierta metálica.

**2)** Envolventes metálicas de equipo eléctrico.

**3)** Estructuras metálicas y parte metálicas de juegos mecánicos, puestos de diversión, camiones y tractocamiones, u otro equipo que contenga o soporte de equipo eléctrico.

**525-22. Conductor de puesta a tierra de equipo.** Todo equipo que requiera estar puesto a tierra, debe estarlo por medio de un conductor de tipo y tamaño reconocido en 250-91(b) e instalado de acuerdo con el Artículo 250. El conductor de puesta a tierra de equipo debe estar puenteado 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 generador o en el primer medio de desconexión principal suministrado para el generador. El conductor del circuito puesto a tierra no debe estar conectado al conductor de puesta a tierra de equipo en el lado de la carga de los medios de desconexión de la acometida o en el lado de la carga de los medios de desconexión del sistema derivado separado.

### D. Medios de desconexión

**525-30. Tipos y ubicación.** Cada juego mecánico o de diversiones deben estar provisto con un desconectador de fusibles o un interruptor automático localizado de manera visible y a no-más de 1,8 m de la estación del operador. Los medios de desconexión deben ser de fácil acceso al operador, incluso cuando el juego o diversión se encuentre en operación. Cuando estén accesibles a personas no-calificadas, la envolvente del desconectador de fusibles o el interruptor automático debe ser del tipo con cerradura o con candado. Un dispositivo de disparo de derivación que abra al fusible de desconexión o al interruptor automático cuando un desconectador localizado en la consola del operador del juego es cerrado, puede ser un método permitido de apertura del circuito.

## ARTÍCULO 530 - ESTUDIOS DE CINE, TELEVISIÓN Y LUGARES SIMILARES

### A. Disposiciones generales

**530-1. Alcance.** Los requerimientos de este Artículo aplican a estudios de cine y televisión que usen ya sea cámaras de película o electrónicas, a excepción de las indicadas en 520-1, y estaciones de cambio, fábricas, laboratorios, escenarios o partes de un edificio donde se expongan películas o cintas de más de 22 mm de ancho, impresas, cortadas, editadas, enrolladas, reparadas o almacenadas.

**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 conectadores monopolares para barras colectoras.

**Caja de receptáculos.** Un dispositivo de c.c. que consiste en uno o más receptáculos de dos polos, dos hilos, no-polarizados ni con dispositivo de puesta a tierra, diseñados para usarse en circuitos de c.c. exclusivamente.

**Conector separable monopolar.** Un dispositivo que es instalado al final de cables portátiles, flexibles y monoconductores que es usado para establecer la conexión o desconexión entre dos cables o un cable y un conectador separable, monopolar y montado en tablero.

**Efectos de escenario (efectos especiales).** Una pieza eléctrica o electromecánica de equipo usada para simular un efecto visual o auditivo, tales como máquinas de viento, simuladores de rayos o destellos, proyectores de sol y similares.

**Equipo portátil**. Equipo diseñado para ser movido de un lugar a otro.

**Estudio de televisión o escenario cinematográfico.** Edificio o parte de un edificio usualmente aislado de ruidos externos y de la luz natural, usado por la industria del entretenimiento con el propósito de producir películas, programas de televisión o comerciales.

**Estudio cinematográfico.** Un edificio o grupo de edificios y otras estructuras diseñadas, construidas o permanentemente modificadas para ser usadas por la industria del entretenimiento con el propósito de producir películas o programas de televisión.

**Interruptor de extensiones.** Un desconectador de seguridad montado en pared y que se puede operar externamente, el cual puede o no contener protección contra sobrecorriente, que es diseñado para la conexión de cables y cordones portátiles.

**Lámparas 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 proveer iluminación general en el estudio o escenario.

**Locación.** Un lugar fuera de un estudio cinematográfico donde una producción o parte de ella es filmada o grabada.

**Puesta de escena.** Un área específica constituida de escenografía temporal y utilería, diseñada y arreglada para una escena particular en una producción cinematográfica o de televisión.

**Tablero de distribución de c.a.** Un centro distribuidor de c.a. que contiene uno o más receptáculos polarizados puestos a tierra, que puede incluir dispositivos de protección contra sobrecorriente.

**Tablero de locación.** Equipo portátil que contiene un contactor de alumbrado o contactores con protección contra sobrecorriente, diseñado para el control remoto del alumbrado del escenario.

**Utilería de escenario.** Artículo u objeto usado como un elemento visual en una producción de cine o televisión, a excepción de escenografías pintadas y vestuario.

**530-6. Equipo portátil.** Un escenario portátil y equipo de alumbrado de estudio y el equipo portátil de distribución de potencia, se permite para uso temporal en exteriores, si el equipo provisto es supervisado por personal calificado, el cual lo energiza y protege del público en general.

**B. Escenario o estudio**

**530-11. Alambrado permanente.** El alambrado permanente debe ser con cable tipo MC, o en canalizaciones aprobadas.

***Excepción:*** *Los circuitos de comunicación, circuitos de grabación y reproducción de sonido, de control remoto Clase 2 y Clase 3, o circuitos de señalización y circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada, se permite que sean alambrado de acuerdo con lo indicado en los Artículos 640, 725, 760 y 800.*

**530-12. Alambrado portátil.** El alambrado del alumbrado del escenario, efectos de escenario y equipo eléctrico usados como utilería del escenario, y otros alambrados no-fijos como en locaciones, debe estar hecho con cables y cordones flexibles aprobados. Se permiten los empalmes y derivaciones en los cordones flexibles usados para alimentar la utilería del escenario, siempre que tales empalmes se hagan con dispositivos aprobados y que el circuito esté protegido a no-más de 20 A. Tales cables y cordones no deben fijarse con clavos o grapas.

**530-13. Alumbrado del escenario y control de efectos.** Los desconectadores usados para el alumbrado del escenario y efectos (en el escenario y locaciones) deben ser del tipo de operación externa. Cuando se usen contactores como medio de desconexión para fusibles, un desconectador de operación externa individual, tal como un desconectador de palanca, para el control de cada contactor, debe estar localizado a no-más de 1,8 m del mismo, además de desconectadores de control remoto.

***Excepción:*** *Se permite usar un solo desconectador de operación externa para desconectar simultáneamente todos los contactores en cualquier tablero de locación, cuando se localicen a una distancia no-mayor a 1,8 m del tablero de locación.*

**530-14. Cajas de receptáculos.** Todas las cajas de receptáculos de c.c. deben tener una capacidad nominal no-menor a 30 A.

**530-15. Protecciones y guardas de partes vivas**

**a) Partes vivas.** Las partes vivas deben estar encerradas o resguardadas para prevenir cualquier contacto accidental con personas y objetos.

**b) Desconectadores.** Todos los desconectadores deben ser tipo de operación externa.

**c) Reóstatos.** Los reóstatos deben colocarse en gabinetes o marcos que encierren todas las partes vivas, teniendo solamente las manijas de operación expuestas.

**d) Partes portadoras de corriente.** Las partes portadoras de corriente de desconectadores de extensiones, tableros de locación, arañas y cajas de receptáculos deben estar encerradas, resguardadas, o localizadas de forma que las personas no puedan accidentalmente entrar en contacto con ellas o llevar materiales conductores que entren en contacto con ellas.

**530-16. Lámparas portátiles.** Las lámparas portátiles y luces de trabajo deben estar equipadas con cordones flexibles, portalámparas de porcelana cubierta con metal y provistas con guardas sólidas.

***Excepción:*** *Las lámparas portátiles usadas como utilería en un escenario de cine o televisión, o en un estudio o en una locación.*

**530-17. Luminarias portátiles con lámpara de arco**

**a) Lámparas portátiles de arco de carbón.** Las lámparas portátiles de arco de carbón deben ser de construcción sólida. El arco se debe producir en una envolvente diseñada para evitar la salida de chispas y carbones, y para prevenir que personas o materiales entren en contacto con el arco o con partes vivas desnudas. Las envolventes deben estar ventiladas. Todos los desconectadores deben ser del tipo de operación externa.

**b) Lámparas portátiles por arco eléctrico no de carbón.** Las lámparas portátiles de descarga que no sean de carbón, incluidas las de arco eléctrico cerrado y balastros asociados, deben estar aprobadas y listadas. Los juegos de cordones y cables de conexión deben ser tipo uso extra-rudo y estar aprobados y listados.

**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 (f) siguientes. La máxima capacidad de conducción de corriente permitida en un conductor dado, cable o cordón de cierto tamaño debe ser el indicado 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% de la capacidad de conducción de corriente dada en las Tablas aplicables de los Artículos 310 y 400.

**b) Alimentadores.** En edificaciones usadas fundamentalmente para producción cinematográfica y los alimentadores de las subestaciones a los escenarios deben protegerse con dispositivos contra sobrecorriente (generalmente localizados en la subestación) que tengan una capacidad de conducción de corriente adecuada. Se permite que los dispositivos contra sobrecorriente puedan ser multipolares o monopolares de operación simultánea. No se requiere un dispositivo contra sobrecorriente en el conductor neutro. El ajuste del dispositivo contra sobrecorriente de cada alimentador no debe exceder 400% de la capacidad de conducción de corriente del alimentador, como se indica en las Tablas aplicables del Artículo 310.

**c) Tableros de locación.** Debe proveerse protección contra sobrecorriente (fusibles o interruptores automáticos) en los tableros de locación. Los fusibles en los tableros de locación deben tener una capacidad de corriente no-mayor a 400% la capacidad de conducción de corriente de los cables entre los tableros de locación y las cajas tomacorriente.

**d) Cajas tomacorriente.** Los cables y cordones alimentados a través de las cajas tomacorriente deben ser de cobre. Los cables y cordones menores a 8,367 $mm^2$ (8 AWG) deben sujetarse a la caja para clavijas mediante una clavija que contenga dos cartuchos fusibles o un interruptor automático de dos polos. La capacidad de los fusibles o el ajuste del interruptor automático no debe ser mayor a 400% la capacidad de conducción de corriente de los cables y cordones dada en las tablas aplicables de los Artículos 310 y 400. Las cajas tomacorriente no se permiten en sistemas de c.a.

**e) Cajas de distribución de potencia c.a.** Las cajas de distribución potencia de c.a. usadas en los escenarios y en lugares de filmación deben tener receptáculos del tipo polarizado y de puesta a tierra.

**f) Alumbrado.** Las luces de trabajo, lámparas de pedestal y luminarias de 1000 W o menos, conectados a cajas para tomacorriente de c.c. se deben hacer mediante clavijas con dos fusibles de cartucho no- mayores de 20 A, o pueden conectarse a salidas especiales en circuitos protegidos por fusibles o interruptores automáticos de valor nominal no-mayor a 20 A. Los fusibles de tapón no se deben usar a menos que estén en el lado de la carga del fusible o del interruptor automático en los tableros de locación.

**530-19. Selección del tamaño nominal de los 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 locación.

**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 (VA) | Factor de demanda del alimentador (Por ciento) |
|---|---|
| Primeros 50000 o menos | 100 |
| De 50001 a 100000 | 75 |
| De 100001 a 200000 | 60 |
| Excedente a 200000 | 50 |

**b) Alimentadores portátiles.** Se permite aplicar un factor de demanda de 50% de la máxima carga posible conectada para todos los alimentadores portátiles.

**530-20. Puesta a tierra.** Los cables tipo MC, las canalizaciones metálicas y todas las partes metálicas no- portadoras de corriente de los aparatos, dispositivos y equipo, deben estar puestos a tierra como se especifica en el Artículo 250.

Esto no se aplica a lámparas colgantes y portátiles, a la iluminación del escenario ni al equipo de sonido del escenario, ni a cualquier otro equipo portátil o especial que opere a no-más de 150 V a tierra en c.c.

**530-21. Clavijas y receptáculos**

**a) Capacidad.** Debe indicarse la capacidad de las clavijas y de los receptáculos en términos de A. La tensión eléctrica nominal de las clavijas y de los receptáculos no debe ser menor que la tensión eléctrica del circuito. La corriente nominal de las clavijas y de los receptáculos para circuitos de c.a., no debe ser menor que la del alimentador, o de la corriente nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado. La Tabla 210-21(b)(2) no es aplicable.

**b) Intercambiabilidad.** Se permite que las clavijas y receptáculos usados en equipo profesional portátil cinematográfico o de televisión, se intercambien para utilizarse en c.a. o c.c. siempre y cuando estén aprobados y listados para usarse en ambos tipos de corriente y sean marcados de manera adecuada para identificar el sistema al cual están conectados.

**530-22. Conectadores separables monopolares.** Cuando se usen conectadores para cables portátiles monopolares de C.A. deben estar aprobados y listados y ser del tipo con seguro. Cuando se provean juegos en paralelo de conectadores separables monopolares portadores de corriente como dispositivos de entrada, deben estar prominentemente marcados con una indicación precautoria indicando la presencia de conexiones en paralelo internas. El uso de los conectadores debe cumplir cuando menos una de las siguientes condiciones:

**1)** La conexión y desconexión de tales conectadores sólo es posible cuando los conectadores de alimentación son interconectados a la fuente de alimentación y no es posible conectarlos o desconectarlos cuando la alimentación esté energizada.

**2)** Los conectadores de línea deben ser del tipo interbloqueo en secuencia aprobado y listado 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 es provisto.

**c.** Conexión del conductor de fase y la desconexión en orden inverso.

**3)** Se debe colocar una nota de advertencia en los conectadores de línea indicando que la conexión de clavijas debe seguir el siguiente orden:

**a.** Conectadores del conductor de puesta a tierra de equipo.

**b.** Conectadores del conductor del circuito puesto a tierra, si es provisto.

**c.** Conectadores del conductor de fase, y la desconexión debe estar en orden inverso.

**530-23. Circuitos derivados.** Un circuito derivado de cualquier tamaño que alimente a uno o más receptáculos, puede alimentar cargas de alumbrado de la puesta de escena.

**C. Camerinos**

**530-31. Camerinos.** Debe estar instalado alambrado fijo en los camerinos de acuerdo con los métodos de alambrado cubiertos en el Capítulo 3. El alambrado de camerinos portátiles debe estar aprobado.

**D. Mesas de presentación, corte y montaje**

**530-41. Lámparas en las mesas.** En las mesas de presentación, corte y montaje se deben usar únicamente portalámparas sin apagador de material compuesto o cubierta metálica, porcelana, baquelita, o equipadas con medios adecuados para proteger a las lámparas de daño físico, de las películas y recortes de películas.

**E. Bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa**

**530-51. Lámparas en bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa.** Estas lámparas en bóvedas 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 desconectador que tenga un polo en cada conductor activo. Este desconectador debe localizarse fuera de la bóveda, y estar provisto con una lámpara piloto que indique si el desconectador está encendido o apagado. Este desconectador debe desconectar de cualquier fuente de alimentación a todos los conductores activos que terminen en cualquier salida o receptáculo dentro de la bóveda.

**530-52. Motores y otros equipos en las bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa.** Excepto como se permite en 530-51, ningún receptáculo, salida, motores eléctricos, calentadores, luces portátiles o cualquier otro equipo portátil, debe estar ubicado dentro de las bóvedas de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa.

**F. Subestaciones**

**530-61. Subestaciones.** El alambrado y equipo de más de 600 V nominales, deben cumplir con el Artículo 710.

**530-62. Tableros de baja tensión.** Los tableros de 600 V nominales o menos, deben cumplir con el Artículo 384.

**530-63. Protección contra sobrecorriente de generadores de c.c.** Los generadores de c.c. de tres hilos deben protegerse con dispositivos contra sobrecorriente cuya capacidad o ajuste esté de acuerdo con la corriente nominal del generador. Se permiten dispositivos contra sobrecorriente de uno o dos polos, y no es necesario instalar ningún dispositivo en el neutro (aun si está o no puesto a tierra).

**530-64. Espacio de trabajo y resguardo.** Los espacios para trabajo y resguardo en las subestaciones fijas permanentes deben cumplir con lo indicado en 110-16 y 110-17.

**NOTA:** Para el resguardo de partes vivas de motores y generadores, véanse 430-11 y 430-14.

***Excepción:*** *Los tableros de no-más de 250 V de c.c. entre conductores no requieren ser de frente muerto, cuando se encuentren en subestaciones o en cuartos de tableros de distribución accesibles únicamente a personal calificado.*

**530-65. Subestaciones portátiles.** El alambrado y el equipo en subestaciones portátiles deben cumplir con las secciones aplicables de instalaciones en subestaciones fijas permanentes, pero debido a lo limitado del espacio disponible, se permite que los espacios para trabajo se reduzcan, siempre que el equipo se disponga de forma que el operador pueda trabajar con seguridad y que otro personal en la vecindad no pueda accidentalmente entrar en contacto con partes portadoras de corriente, o llevar objetos que entren en contacto con ellas, cuando estén energizadas.

**530-66. Puesta a tierra en subestaciones.** Las partes metálicas no portadoras de corriente deben estar puestas a tierra de acuerdo con el Artículo 250.

***Excepción:*** *Las estructuras y armazones de los interruptores automáticos de c.c. en tableros de distribución.*

**G. Sistemas derivados separados con 60 V a tierra**

**530-70. Generalidades.** Se permite el uso de un sistema derivado separado a 120 o 127 V, monofásico de tres hilos con 60 V en cada uno de los dos conductores activos a un conductor neutro puesto a tierra, con el propósito de reducir ruido inconveniente en lugares de producción de audio y video u otro equipo electrónico de sensibilidad similar, siempre que su uso sea restringido a equipo electrónico únicamente y que se reúnan todos los requerimientos indicados en 530-71 a la 530-73.

**530-71 Métodos de alambrado**

**a) Paneles de y control y protección contra sobrecorriente.** Se permite el uso de paneles de alumbrado y control monopolares estándar y de equipo de distribución con una capacidad y tensión eléctrica nominal mayor. El sistema debe estar claramente marcado en la cara del panel o en el interior de las puertas del mismo. Los interruptores automáticos de dos polos de disparo común, que estén identificados para la operación a la tensión eléctrica del sistema, deben proveerse para ambos conductores activos en todos los alimentadores y circuitos derivados.

**b) Cajas de empalme.** Todas las cubiertas de las cajas de empalme deben estar claramente marcadas para indicar el panel de distribución y la tensión eléctrica del sistema.

**c) Código de colores.** Todos los conductores alimentadores y de circuitos derivados instalados de acuerdo con esta Sección, deben estar identificados como parte del sistema en todos los empalmes y terminales por un color, ya sea marcado, rotulado o con medios igualmente efectivos. Los medios de identificación deben estar pegados o fijados en cada panel de alumbrado y control, de cada circuito derivado y en los medios de desconexión del edificio.

**d) Caída de tensión.** La caída de tensión eléctrica en cualquier circuito derivado no debe exceder 1,5%. La caída de tensión eléctrica combinada del alimentador y de los conductores del circuito derivado no debe exceder de 2,5%.

**530-72. Puesta a tierra**

**a) Generalidades.** El sistema debe estar puesto a tierra como se indica en 250-26 como un sistema derivado separado monofásico de tres hilos.

**b) Conductores de puesta a tierra requeridos.** El equipo de utilización alambrado permanentemente y los receptáculos, deben estar puestos a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipo, que vaya con los conductores del circuito a una barra de puesta a tierra de equipo marcada claramente con la leyenda “Tierra de equipo técnico” en el panel de alumbrado y control donde se origina el circuito derivado. La barra de puesta a tierra debe estar conectada al conductor puesto a tierra en el lado de la línea de los medios de desconexión del sistema derivado separado. El conductor de puesta a tierra no debe ser menor al especificado en la Tabla 250-95 y debe ir con los conductores alimentadores. La barra de puesta a tierra de equipo técnico no necesita puentearse a la envolvente del panel.

***Excepción:*** *Otros métodos de puesta a tierra aprobados en otras Partes de esta NOM, son permitidos cuando la impedancia de la trayectoria de retorno de puesta a tierra no excede la impedancia de los conductores de puesta a tierra del equipo, siempre que sea calculado el tamaño nominal del conductor y sean instalados de acuerdo con lo indicado en la Parte G de este Artículo.*

> **NOTA 1:** Véase 250-95 para los requerimientos de tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipos, donde los conductores del circuito son ajustados en su tamaño para compensar la caída de tensión.
>
> **NOTA 2:** Estos requerimientos limitan la impedancia de la trayectoria de falla a tierra, cuando únicamente 60 V son aplicados a una condición de falla en lugar de los usuales 120 o 127 V.

**530-73. Receptáculos**

**a) Generalidades.** Cuando se usen receptáculos como medio de conexión de equipo, deben cumplir las siguientes condiciones:

**1)** Las salidas para receptáculos de 15 A y 20 A deben estar protegidas con un Interruptor de circuito por falla a tierra.

**2)** Los multicontactos, adaptadores, cubiertas para receptáculos y placas de datos deben estar marcadas como se indica a continuación:

**PRECAUCIÓN - EQUIPO TÉCNICO**

**No conectar a equipos de iluminación**
**Para uso exclusivamente de equipo electrónico 60/120 o 127 V c.a., 1 fase**
**Circuito con interruptor por falla a tierra**

**3)** Un receptáculo con capacidad de 15 o 20 A, monofásico a 120 o 127 V que tenga uno de sus polos portadores de corriente conectado a un conductor de circuito puesto a tierra, debe estar ubicado a no-más de 1,8 m de todo receptáculo del sistema de potencia técnica instalado permanentemente, de 60/120 o 127 V y capacidad de 15 o 20 A.

**4)** Todos los receptáculos de 120 o 127 V usados para equipo técnico de 60/120 V deben estar configurados e identificados para su uso únicamente en ese tipo de equipos.

***Excepción:*** *Una salida para receptáculo con capacidad de 15 o 20 A, monofásico a 127 V y sus clavijas que estén identificadas para usarse con conductores de circuito puesto a tierra, se permiten en cuartos de máquinas, cuartos de control, cuartos de equipo, bastidores de equipo y otros lugares similares que son para uso exclusivo de personal calificado.*

**b) Receptáculos con terminal de puesta a tierra aislada.** Se permiten receptáculos con terminal de puesta a tierra aislada como se describe en la Excepción 4 de 250-74; sin embargo, el conductor de puesta a tierra de equipo del circuito derivado debe estar terminado como se indica en 530-72(b).

## ARTÍCULO 540 - PROYECTORES DE CINE

### A. Disposiciones generales

**540-1. Alcance.** Los requerimientos de este Artículo se aplican a las cabinas de proyección cinematográficas, a los proyectores cinematográficos y al equipo asociado del tipo profesional o no-profesional que use fuentes luminosas incandescentes, de arco de carbón, de xenón, o de cualquier otro equipo que genere gases, polvos o radiaciones peligrosas.

### B. Definiciones

**540-2. Proyector profesional.** El proyector profesional es el que usa película de 35 o 70 mm con un ancho mínimo de 35 mm, y tiene en cada borde 5,4 perforaciones por cada 25,4 mm, o el que usa fuentes luminosas de arco de carbón, xenón u otro equipo que genere gases, polvos o radiaciones peligrosas.

**540-3. Proyectores no profesionales.** Los proyectores no profesionales son aquellos tipos diferentes a los descritos en la Sección 540-2.

### C. 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 el cual se localiza la cabina de proyección. Todas las ventanillas de proyección, de proyectores de luz concentrada, 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 clasificadas como peligrosas como se define en el Artículo 500.

**540-11. Localización de equipo eléctrico asociado**

**a) Moto-generadores, transformadores, rectificadores, reóstatos y equipo similar**. Los moto-generadores, transformadores, rectificadores, reóstatos y equipo similar para el suministro o control de corriente para equipo de proyección o equipo de proyectores de luz concentrada, se debe localizar si es posible, en un local separado. Cuando se encuentren en la cabina de proyección, deben localizarse o resguardarse de manera que no puedan entrar en contacto con la película arcos o chispas, y los moto-generadores deben tener las terminales del conmutador protegidas como se indica en 520-48.

**b) Desconectadores, dispositivos contra sobrecorriente u otros equipos.** No se deben instalar en las cabinas de proyección desconectadores, dispositivos contra sobrecorriente, u otros equipos que no sean necesarios normalmente para el funcionamiento de los proyectores cinematográficos, equipos de audio, lámparas de efectos especiales o proyectores de luz concentrada.

***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 iluminación, cortinas, 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:*** *Desconectadores de control remoto para el control de las luces del auditorio, o desconectadores para el control de motores que operan cortinas o cubiertas de la pantalla de proyección cinematográfica.*

**c) Sistemas de emergencia.** El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con el Artículo 700, sistemas de emergencia.

**540-12. Espacio de trabajo.** Cada proyector cinematográfico, proyector de luz difusa, proyector de luz concentrada o equipo similar, debe tener un espacio libre de trabajo no-menor a 76 cm a cada lado y de la parte posterior.

***Excepción:*** *Se permite un espacio similar entre dos piezas adyacentes de equipo.*

**540-13. Tamaño nominal del conductor.** Los conductores que alimenten salidas para proyectores de arco y xenón del tipo profesional deben ser de un tamaño nominal de 8,367 $mm^2$ (8 AWG) o mayor, y debe tener el tamaño nominal

suficiente para el proyector empleado. Los conductores para proyectores del tipo incandescente deben ajustarse a los requerimientos normales 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 a 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 equipo portátil debe usar cordones aprobados para uso rudo como se indica en la Tabla 400-4.

**540-20. Aprobación.** Los proyectores y cubiertas para lámparas de arco, xenón e incandescentes, y 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 eléctrica y la corriente para las cuales estén diseñados de acuerdo con lo indicado en 110-21.

**D. Proyectores no-profesionales**

**540-31. Cabina de proyección cinematográfica no requerida.** 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. Aprobación.** El equipo de proyección debe estar aprobado.

**E. Equipos de grabación y reproducción de sonido**

**540-50. Grabación y reproducción de sonido.** El equipo de grabación y reproducción de sonido 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. Otros Artículos.** En los casos en que los requisitos de otros Artículos de esta NOM difieran de los que establece el Artículo 545, se deben aplicar los requerimientos del Artículo 545.

**545-3. Definiciones**

**Edificio prefabricado:** Cualquier edificio de construcción cerrada que sea manufacturado o ensamblado en fábrica, dentro o fuera del sitio de la obra, o ensamblado e instalado en el sitio previsto para el edificio, y que no es una casa prefabricada, vivienda móvil, remolque ni vehículo de recreo.

**Componentes de un edificio:** Cualquier subsistema, subconjunto u otro sistema de diseñado para usarse dentro, integrarse o formar parte de una estructura, la cual puede incluir sistemas estructurales, mecánicos, hidrosanitarios, eléctricos, de protección contra incendios y contra otros agentes que afecten la salud y la seguridad.

**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, hidrosanitarios, 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.

**Construcción cerrada:** Cualquier edificio, componente de un edificio, conjunto, o sistema prefabricado de forma que ninguna de las partes ocultas en el proceso de fabricación no puedan inspeccionarse antes de su instalación en el sitio de la obra, sin desarmar, dañar o destruir.

**545-4. Métodos de alambrado**

**a) Métodos permitidos.** Todos los métodos de alambrado y canalización incluidos en esta NOM y aquellos otros sistemas de alambrado específicamente diseñados y aprobados 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 use un conductor de tamaño nominal 5,26 $mm^2$ (10 AWG) o menor y estén protegidos contra daño físico según se establece en 300-4.

**545-5. Conductores de entrada de acometida.** Los conductores de entrada de acometida deben reunir los requerimientos del Artículo 230. Se deben proveer los medios para canalizar a los conductores de entrada de acometida desde el equipo de acometida hasta el punto de conexión a la acometida exterior.

**545-6. Instalación de los conductores de entrada de acometida.** Los conductores de entrada de acometida se deben instalar después del ensamble en el sitio de la obra.

***Excepción:*** *Cuando se conoce el punto de conexión de la acometida 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(a).

**545-8. Protección de conductores y equipos.** Se debe proveer la protección para conductores y equipo expuestos durante los procesos de fabricación, embalaje, transporte y ensamble en el sitio de la obra.

**545-9. Cajas**

**a) Otras dimensiones.** Se permite el uso de cajas de dimensiones diferentes a aquéllas requeridas en la Tabla 370-16(a), cuando estén probadas, identificadas y aprobadas según las normas aplicables.

**b) Hasta 1640 cm3.** Cualquier caja de hasta 1640 $cm^3$, diseñada para instalarse en construcción cerrada, debe fijarse con anclajes o abrazaderas para que la instalación sea rígida y segura.

**545-10. Receptáculo o desconectador con envolvente integral.** Se permite instalar un receptáculo o desconectador con envolvente integral y sus medios de montaje, cuando estén identificados y aprobados según las normas aplicables.

**545-11. Puenteado y puesta a tierra.** Los tableros prealambrados y los componentes de un edificio deben tener previsión para puenteo y para puesta a tierra de todas las partes metálicas expuestas que puedan quedar energizadas, de acuerdo con el Artículo 250, Partes E, F y G.

**545-12. Conductor del electrodo de puesta a tierra.** El conductor del electrodo de puesta a tierra debe reunir los requerimientos del Artículo 250, Parte J. Se deben hacer las previsiones necesarias para el paso del conductor del electrodo de puesta a tierra, desde el equipo de acometida hasta el punto de conexión al electrodo de puesta a tierra.

**545-13. Conexión de los componentes.** Se permite el uso de accesorios y conectadores que se destinen a quedar ocultos en el momento del ensamble en la obra, cuando estén aprobados según normas aplicables, para la conexión de módulos u otros componentes del inmueble. Tales accesorios y conectadores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto al aislamiento, elevación de temperatura, y corrientes de falla nominales, 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 las construcciones agrícolas o partes de construcciones agrícolas o a aquella parte de un edificio o áreas adyacentes de naturaleza similar o parecida, según se especifica a continuación:

**a) Polvo excesivo y polvo con agua.** Las construcciones agrícolas en las que se pueda acumular polvo excesivo o polvo con agua, incluyendo todas las áreas de las aves de corral, ganado y sistemas de confinamiento de peces, donde pueda acumularse polvo esparcido o polvo de alimento, incluyendo partículas de alimento mineral.

**b) Atmósfera corrosiva.** Construcciones agrícolas donde existan atmósferas corrosivas. Tales construcciones incluyen áreas donde (1) el excremento de las aves y los animales puede causar vapores corrosivos; (2) partículas corrosivas pueden combinarse con agua; (3) el área es húmeda y mojada por razones de lavado periódico para limpieza y saneamiento con agua y agentes limpiadores, (4) existencia de condiciones similares.

**547-2. 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.

**547-3. 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.

**547-4. Métodos de alambrado.** En construcciones agrícolas como las que se describen en 547-1(a) y (b), se debe utilizar métodos de alambrado basados en cables tipo UF, NMC, de cobre SE u otros cables o canalizaciones adecuadas para el lugar, con accesorios terminales aprobados. Los métodos de alambrado de los Artículos 320 y 502 están permitidos para lo indicado en 547-1(a). Se permiten los métodos de alambrado del Artículo 347 y del Artículo 351, Parte B. Todos los cables deben estar asegurados a una distancia no-mayor a 20 cm de cada gabinete, caja o accesorio. Para las construcciones cubiertas por este Artículo no se requiere del espacio de aire de 6,35 mm para cajas, tubo *(conduit)* y accesorios no-metálicos según la Sección 300-6(c).

> **NOTA:** Véanse 300-7 y 347-9 para la instalación de sistemas de canalización expuestos a temperaturas notablemente diferentes.

**a) Cajas, accesorios y dispositivos de alambrado.** Todas las cajas y accesorios deben cumplir con lo indicado en 547-5.

**b) Conexiones flexibles.** Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, se deben usar conectores flexibles herméticos al polvo, tubo *(conduit)* flexible hermético a líquidos, o cordones flexibles aprobados e identificados para uso rudo. Todos deben ser usados con accesorios de tipo aprobado y listado.

**547-5. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores y fusibles.** Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores y fusibles, incluyendo estaciones de botones, relés y dispositivos similares usados en construcciones como las descritas en 547-1(a) y (b), deben estar provistos con envolventes como se especifica a continuación:

**a) Polvo excesivo y polvo con agua.** Para las construcciones descritas en 547-1(a) se deben utilizar envolventes a prueba de polvo y a prueba de agua.

**b) Atmósfera corrosiva.** Para las construcciones descritas en 547-1(b) se deben utilizar envolventes adecuados para las condiciones de la aplicación.

> **NOTA 1:** Véase la Tabla 430-91 para designaciones del tipo de envolventes apropiados.
>
> **NOTA 2:** El aluminio fundido y el acero magnético pueden corroerse en medios agrícolas.

**547-6. Motores.** Los motores y otras máquinas eléctricas rotativas deben estar totalmente cerrados o diseñados de manera que se reduzca al mínimo la entrada de polvo, humedad o partículas corrosivas.

**547-7. Luminarias.** Las luminarias instaladas en las construcciones agrícolas descritas en 547-1 deben cumplir con lo siguiente:

**a) Reducir la entrada de polvo.** Las luminarias deben estar instaladas para reducir 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 guarda 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 hermética al agua.

**547-8. Puesta a tierra, puenteo y nivel equipotencial**

**a) Puesta a tierra y puenteo.** La puesta a tierra y el puenteo deben cumplir con el Artículo 250.

***Excepción 1:*** *El puente de unión principal no se requiere en el panel de distribución dentro o sobre edificios para alojar ganado o aves de corral cuando se reúnen las condiciones siguientes:*

***a.*** *Los edificios y el alambrado de la instalación del usuario pertenecen a una sola propiedad.*

***b.*** *Un conductor de puesta a tierra de equipo es instalado con los conductores de alimentación y es del mismo tamaño nominal que el conductor más grande del circuito de alimentación si es del mismo material, o es ajustado en su tamaño nominal equivalente de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95, si es de material diferente.*

***c.*** *Están provistos medios de desconexión de la acometida en el punto de distribución para la alimentación de esos inmuebles.*

***d.*** *El conductor de puesta a tierra de equipo es puenteado al conductor puesto a tierra del circuito en el equipo de acometida o en la fuente de un sistema derivado separado.*

***e.*** *Un electrodo de puesta a tierra es provisto y conectado al conductor de puesta a tierra de equipo en el panel de distribución.*

***Excepción 2:*** *Un sistema de tubería de agua del tipo metálico interior u otro sistema metálico interior u otro sistema de tubería metálica interior de una construcción agrícola al cual el equipo eléctrico requiere estar puesto a tierra, no está unido o en contacto eléctrico, se permite que sea puenteado a la envolvente del equipo de acometida, al conductor puesto a tierra de la acometida o a la barra terminal de puesta a tierra de equipo en un panel de alumbrado y control que alimente al edificio por medio de un dispositivo de impedancia aprobado y listado para tal fin, si cumple con las condiciones siguientes:*

***a.*** *El dispositivo debe tener la capacidad de soportar un cortocircuito de cuando menos 10000 A.*

***b.*** *El conductor de puenteo debe ser de cobre aislado y de tamaño nominal de 8,367 $mm^2$ (8 AWG) o mayor y estar instalado sin empalmes.*

***c.*** *El conductor de puenteo debe instalarse en una canalización apropiada para las condiciones existentes.*

***d.*** *El conductor de puenteo debe conectarse al sistema de tubería metálica u otro sistema metálico, por medio de un conectador de presión aprobado y listado para las condiciones existentes o por medio de soldadura exotérmica.*

**b) Elementos embebidos en concreto.** Una malla de alambre u otros elementos conductores, deben estar instalados en el piso de concreto de áreas de confinamiento para animales, y estar puenteadas al sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio, para proporcionar un nivel equipotencial que tenga un gradiente de tensión en entradas y salidas. El conductor de puenteo debe ser de cobre, aislado, cubierto o desnudo, de tamaño nominal no-menor a 8,367 $mm^2$ (8 AWG). Los medios de puenteo a la malla de alambre o a los elementos conductores debe ser a través de conectadores de presión, grapas de bronce, cobre, aleación de cobre, o un medio aprobado sustancialmente equivalente.

**Nivel equipotencial.** Un nivel equipotencial es un área donde una malla de alambre u otro elemento conductor son embebidos en concreto, puenteado a todo equipo conductor adyacente, estructuras o superficies y conectados al sistema eléctrico de puesta a tierra para prevenir una diferencia de potencial eléctrico que pudiera aparecer en esa área.

> **NOTA:** Si una malla de alambre u otra red conductora es embebida en un piso de concreto o en una plataforma, y si esa red es puenteada a la barra de puesta a tierra del sistema eléctrico, el ganado que haga contacto entre el piso de concreto o plataforma y la estructura metálica o el equipo, debe ser menos probable que quede expuesto a un nivel de tensión eléctrica que pueda alterar su conducta o su productividad.

**c) Conductor separado de puesta a tierra del equipo.** En construcciones agrícolas como se describe en 547-1(a) y (b), las partes metálicas no-portadoras de corriente de equipo, canalizaciones y otras envolventes, cuando requieran estar puestas a tierra, deben estarlo con un conductor de cobre, instalado entre el equipo y los medios de desconexión del edificio. Si se instala bajo tierra, el conductor de puesta a tierra del equipo debe estar aislado o cubierto.

> **NOTA:** La resistencia de un sistema de electrodos de puesta a tierra menor que la estipulada en el Artículo 250, Parte H, puede reducir las diferencias de potencial eléctrico en las instalaciones para ganado.

**547-10. Protección física.** Todo el alambrado y el equipo eléctrico deben estar protegidos de daño físico en las áreas definidas en 547-1(a) y (b).

## ARTÍCULO 550 - CASAS MÓVILES, CASAS PREFABRICADAS Y SUS ESTACIONAMIENTOS

### A. Disposiciones generales

**550-1. Alcance.** Las disposiciones de este Artículo cubren a los conductores y equipo eléctrico instalados dentro o sobre casas móviles, 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 entrada de acometida, o cuando no exista, al equipo de acometida de la casa móvil.

**550-2. Definiciones**

**Aparato eléctrico estacionario.** Un aparato eléctrico que no se puede trasladar fácilmente de un lugar a otro, en uso normal.

**Aparato eléctrico fijo.** Un aparato eléctrico que está sujeto o asegurado por otros medios en un sitio determinado.

**Aparato eléctrico portátil.** Un aparato eléctrico que se mueve o que puede ser trasladado de un lugar a otro en uso normal.

> **NOTA:** Para los propósitos de este Artículo, los siguientes aparatos eléctricos diferentes a los integrados en la casa móvil se consideran portátiles si se conectan por medio de cordón: refrigeradores, estufas a gas 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 usada 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.** 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 usada como vivienda, con cimentación permanente aceptable por el reglamento de construcciones aplicable, cuando está conectada a los servicios necesarios y tiene instalaciones de plomería, calefacción, aire acondicionado y eléctricas.

**Conjunto de alimentación.** Los conductores de alimentación aéreos o en una canalización, 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 suministrar energía desde la fuente de alimentación eléctrica al panel de distribución colocado dentro de la casa móvil.

**Edificio o estructura auxiliar para casas móviles.** Cualquier toldo, cabaña, enramada, gabinete para depósito, techo para vehículos, cerca, pórtico o vestíbulo construido para el uso del ocupante de la casa móvil sobre un lote destinado para casas móviles.

**Equipo de acometida para casas móviles.** Equipo que contiene los medios de desconexión, dispositivos de protección contra sobrecorriente y los receptáculos u otros medios para conectar el conjunto de alimentación 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 y sus construcciones o estructuras accesorias, para uso exclusivo de sus ocupantes.

**Panel de distribución.** Véase la definición de panel de alumbrado y control en el Artículo 100.

**Sistema de alambrado eléctrico del estacionamiento.** Todo el alambrado eléctrico, luminarias, equipos y accesorios, relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de un estacionamiento para casas móviles, incluyendo el equipo de acometida de la casa móvil.

**550-3. Otros Artículos.** Cuando los requisitos establecidos en otros Artículos de esta NOM y el Artículo 550 difieran, se deben aplicar los del Artículo 550.

**550-4. Requisitos generales**

**a) Casas móviles no destinadas para vivienda.** Las casas móviles no destinadas para vivienda, como por ejemplo, las equipadas con dormitorios únicamente, 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 requerimientos de este Artículo relativos al número y capacidad de los circuitos requeridos. Sin embargo, deben cumplir con todos los demás requerimientos aplicables de este Artículo si están provistas de una instalación eléctrica destinada a estar energizada con un sistema de alimentación de c.a. de 120 o 127 V, o 120/240 V o 220Y/127, según el caso. Cuando se requiera una tensión eléctrica diferente por cualquier diseño o disponibilidad del sistema de alimentación, se deben efectuar ajustes de acuerdo con otros Artículos y Secciones para la tensión eléctrica utilizada.

**b) Estacionamiento en sitios diferentes a los destinados 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 con tensión eléctrica de 120/240 V o 220Y/127 V nominales, de tres hilos en c.a. con un conductor neutro puesto a tierra.

**d) Aprobado y listado.** Todos los materiales eléctricos, dispositivos, aparatos, accesorios y otros equipos deben estar aprobados y listados y estar conectados de manera aprobada cuando sean instalados. Véase 110-2.

**B. Casas móviles**

**550-5. Suministro de energía**

**a) Alimentador.** El suministro de energía a la casa móvil debe ser con un conjunto alimentador consistente de no-más de un cordón de alimentación aprobado y listado para casas móviles de 50 A, con una clavija conectada firmemente o moldeada integralmente, o un alimentador instalado permanentemente.

***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 y listado de 40 A de capacidad.*

***Excepción 2:*** *Casas prefabricadas construidas de acuerdo con lo indicado en la Excepción 2 de 550-23(a).*

**b) Cordón de suministro de energía.** Si la casa móvil tiene un cordón de suministro de energía, éste debe estar permanentemente conectado al panel de distribución o a una caja de empalme permanentemente conectada al panel de distribución, con el extremo libre del cordón flexible terminado en una clavija.

Los cordones con adaptadores o terminales flexibles, extensiones, y similares no deben instalarse o enviarse con la casa móvil.

Una abrazadera adecuada o su equivalente debe proveerse en el tapón desprendible del panel 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 maneja de la manera prevista.

El cordón utilizado debe ser aprobado y listado con cuatro conductores, uno de los cuales debe estar identificado con color verde continuo o verde con una o más franjas amarillas, para ser usado como conductor de puesta a tierra.

**c) Clavija.** La clavija debe ser de tres polos cuatro hilos, con conexión de puesta a tierra, para 220Y/127 V, con una capacidad de 50 A, con una configuración como la indicada en la Figura 550-5(c), y diseñada para usarse con un receptáculo de 220Y/127 V, 50 A, con una configuración como la mostrada en la Figura 550-5(c). La clavija debe estar aprobada y listada 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. 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.

**Figura 550-5 (c)**

**d) Longitud total del cordón de suministro de energía.** La longitud total del cordón de suministro de energía, medido desde el final del cordón, incluyendo sus terminales, hasta el frente de la clavija, no debe ser menor de 6,4 m y no debe exceder de 11,13 m, 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 a 6,1 m.

**e) Marcado.** El cordón de suministro de energía debe tener el siguiente marcado: "Para uso en casas móviles - 40 A" o "Para uso en casas móviles - 50 A".

**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 monitores 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 nominal no-mayor a 35 mm, instalada desde el panel del circuito derivado hasta la parte inferior del piso de la casa móvil.

**h) Protección contra la corrosión y contra daños mecánicos.** Se deben realizar provisiones permanentes para la protección contra la corrosión y daños mecánicos de la clavija del cordón de suministro de energía y cualquier conjunto del cordón conectador o receptáculo, si tales dispositivos se sitúan en un lugar exterior mientras la casa móvil esté en tránsito.

**i) Mufa para acometida aérea o canalización.** Cuando la carga calculada exceda de 50 A, o cuando se use un alimentador permanente, la alimentación debe hacerse por medio de:

**1)** Una acometida aérea con mufa instalada de acuerdo con el Artículo 230, que contenga cuatro conductores continuos aislados, con conductores alimentadores codificados en color, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra del equipo.

**2)** Una canalización metálica o un tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado desde los medios de desconexión de la casa móvil hasta al parte inferior de la misma, con previsión para ser unida a una caja de empalme adecuada o a un accesorio a la canalización en la parte inferior de la casa móvil (con o sin conductores, según se indica en 550-5(i)(1)).

**550-6. 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 esté diseñada como un panel de distribución. Si se usa un panel de distribución con fusibles, la máxima capacidad de los fusibles principales debe estar marcada claramente con letras de por lo menos 6 mm de altura, en un lugar visible, cuando se requiera un cambio de los fusibles.

Cuando se usen fusibles de tapón, sus portafusibles deben ser del tipo S, a prueba de manipulación indebida y deben estar dentro de un panel de fusibles de frente muerto. Los paneles 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 estar provista de un medio de desconexión único ya sea con interruptor automático o desconectador de seguridad con 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 marcados con la palabra "Principal". Este equipo debe tener un conectador 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 conectador de la barra del neutro de los conductores puestos a tierra debe estar aislada de acuerdo con lo indicado en 550-11(a). El equipo de desconexión debe tener la capacidad adecuada para la carga conectada. El equipo de distribución, ya sea del tipo interruptor automático o con fusibles, debe estar localizado a un mínimo de 61 cm, medidos desde la parte inferior de tales equipos hasta el nivel del piso de la casa móvil.

**NOTA:** Véase 550-15(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 panel de distribución debe tener por lo menos una capacidad de 50 A y debe emplear un interruptor automático bipolar de 40 A para un cordón de alimentación de 40 A, o, respectivamente, de 50 A para un cordón de alimentación de 50 A. Si el panel de distribución emplea un desconectador con fusibles, debe ser de 60 A y debe tener un solo portafusibles de dos polos a 60 A, con fusibles principales de 40 o 50 A para cordones de suministro de 40 o 50 A, respectivamente. El exterior del panel de distribución debe estar marcado visiblemente con la capacidad del fusible.

El panel de distribución se debe colocar en un lugar accesible; pero no se debe colocar ni en baños ni en armarios de ropa. Se debe proveer un espacio libre de trabajo de por lo menos 80 cm de ancho por 76,2 cm en el frente del panel de distribución. Este espacio debe extenderse desde el piso hasta la parte superior del panel.

**b) Equipo de protección de los circuitos derivados.** En cada casa móvil se debe instalar un panel 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 a la de los conductores del circuito, y (2) no-mayor a 150% el valor nominal de un solo aparato eléctrico con capacidad de 13,3 A o mayor, que esté alimentado por un circuito derivado individual, pero (3) no-superior a la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del tipo marcado en aparatos eléctricos de aire acondicionado u otro aparato eléctrico accionado por motor.

Se permite un receptáculo múltiple de 15 A cuando es conectado a un circuito de lavandería de 20 A.

**c) Interruptores automáticos bipolares.** Cuando se provean interruptores automáticos para la protección de los circuitos derivados de 220 V, deben estar protegidos por interruptores automáticos bipolares de disparo común o simultáneo o dos unidades monopolares 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 alimentación es para el suministro de (120/240) 220Y/127 V, tres polos cuatro hilos, 60 Hz, _____ A". La capacidad de corriente eléctrica adecuada se debe indicar en el espacio en blanco.

**550-7. Circuitos derivados.** El número de circuitos derivados requeridos debe estar determinado de acuerdo con lo siguiente:

**a) Alumbrado.** Se toma como base la carga unitaria de 32,26 VA/m², valor que se multiplica por el área de la casa móvil (se consideran las dimensiones exteriores y se excluye el enganche), y se divide entre 120 o 127 V para determinar el número de circuitos derivados de 1m5 A o de 20 A, es decir:

$$\frac{32,26 \text{ X largo X ancho}}{127 \text{ X } 15 \text{ (o } 20)} = \text{Número de circuitos de } 15 \text{ a } 20 \text{ A}$$

Se permite que los circuitos de alumbrado puedan alimentar hornos de gas interconstruidos que contengan únicamente dispositivos eléctricos tales como: lámparas, relojes, temporizadores o unidades trituradoras de basura conectados por un cordón aprobado y listado.

**b) Aparatos pequeños.** Los circuitos derivados para aparatos eléctricos pequeños se deben instalar de acuerdo con lo indicado en 210-52(b).

**c) Aparatos en general.** (Incluidos radiadores, calentadores de agua, cocina y aparato de aire acondicionado central o de habitación o aparato similar). Debe haber uno o más circuitos derivados de capacidad adecuada de acuerdo con lo siguiente:

**NOTA 1:** Para el circuito derivado de lavandería véase 220-4(c).

**NOTA 2:** Para equipo de aire acondicionado central véase el Artículo 440.

**1)** La corriente eléctrica nominal de los aparatos fijos no debe ser mayor a 50% de la capacidad del circuito derivado si hay salidas de alumbrado en el mismo circuito (los receptáculos que no sean para la cocina, el comedor y la lavandería, se consideran como salidas de alumbrado).

**2)** Para aparatos eléctricos fijos en un circuito sin salidas de alumbrado, la suma de la corriente eléctrica nominal no debe exceder la capacidad del circuito derivado. Las cargas de motores u otras cargas de servicio continuo, no deben exceder 80% de la capacidad del circuito derivado.

**3)** La capacidad de un aparato eléctrico conectado con un solo cordón y clavija en un circuito que no tenga otras salidas, no debe ser mayor de 80% de la capacidad nominal del circuito.

**4)** La capacidad del circuito derivado de la cocina se debe basar en las demandas especificadas en 550-13(b)(5).

**550-8. Salidas para receptáculos**

**a) Salidas para receptáculos del tipo con terminal de puesta a tierra.** Todas las salidas para receptáculos: (1) deben ser del tipo con terminal de puesta a tierra; (2) deben instalarse de acuerdo con lo indicado en 210-7, y (3) excepto cuando se alimenten aparatos específicos, los receptáculos deben ser de 15 o 20 A, 120 o 127 V, simples o dobles y deben aceptar clavijas de planos paralelos.

**b) Interruptores de circuito por falla a tierra.** Todas las salidas para receptáculo monofásicas de120 o 127 V, 15 y 20 A instaladas en exteriores y en baños, incluyendo los receptáculos para alumbrado, deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas. Estos deben proveerse para cada salida de receptáculo localizado a menos de 1,8 m de cualquier lavamanos o fregadero.

***Excepción:*** *Receptáculos instalados para aparatos en espacios dedicados, tales como lavavajillas, trituradoras de desperdicios, refrigeradores, congeladores, lavadoras y secadoras.*

No se requieren receptáculos en áreas ocupadas por excusados, regaderas, tinas o cualquier combinación de éstas. Si se requiere instalar un receptáculo en tales áreas, éste debe tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas.

Se permite que los alimentadores de los circuitos derivados estén protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra, en lugar de lo previsto para los interruptores aquí especificados.

**c) Aparato eléctrico fijo conectado con cordón.** Se debe proveer una salida para receptáculo del tipo con terminal de puesta a tierra para cada aparato eléctrico fijo conectado con cordón.

**d) Salidas requeridas para receptáculos.** Se deben proveer salidas para receptáculos en todos los cuartos que no sean baños, armarios o estancias, de tal modo que ningún punto a lo largo de una línea recta en el piso, esté a más de 1,8 m medidos horizontalmente, desde cualquier salida en tal espacio. Los espacios ocupados por mostradores y mesas de trabajo deben tener receptáculos a cada 1,8 m. Se permite la medición contigua de la línea del piso y el mostrador o mesa de trabajo, cuando sea medida a partir del receptáculo requerido, en los cuartos que requieran circuitos para aparatos eléctricos pequeños. Las salidas para receptáculos en circuitos de aparatos eléctricos pequeños no se deben incluir en la determinación del espaciamiento de salidas para receptáculos de otros circuitos.

***Excepción 1:*** *Cuando la distancia medida es interrumpida por una puerta interior, fregadero, refrigerador, estufa, horno u otros equipos de cocina, se debe proveer una salida adicional para receptáculo cuando el espacio interrumpido sea cuando menos de 60 cm de ancho en la línea del piso o cuando menos de 30 cm de ancho en la parte superior del mostrador o mesa de trabajo.*

***Excepción 2:*** *Los receptáculos que resulten de difícil acceso debido a aparatos estacionarios, no deben ser considerados como salidas requeridas.*

***Excepción 3:*** *La distancia horizontal a lo largo del piso, ocupada por una puerta totalmente abierta, no se debe incluir para establecer la medida horizontal si el giro de la puerta está limitado a 90° nominales por ese espacio de pared.*

***Excepción 4:*** *Se permite que los requerimientos de receptáculos para mostradores tipo barra y divisiones de cuarto fijas, sean provistas con una salida para receptáculo en la pared en el punto más cercano, cuando la barra o división de cuarto se une a la pared siempre que:*

***a.*** *la división no exceda de 2,5 m de longitud; y*

***b.*** *la división no exceda de 1,2 m de altura, y*

***c.*** *la división se fije al muro solamente en un extremo.*

**e) Salidas para receptáculos en exteriores.** Se debe instalar al menos una salida para receptáculo en el exterior. Una salida para receptáculo instalada en un compartimento accesible desde el exterior de la casa móvil, debe ser considerada como receptáculo exterior. La salida para receptáculo en el exterior se debe proteger según se especifica en 550-8(b).

**f) Salidas para receptáculos no permitidas**

**1) Regaderas y tinas bañera.** No se deben instalar salidas para receptáculos en o dentro de un alcance de 76,2 cm de una regadera o espacio de la tina bañera.

**2) Posición con el frente hacia arriba**. Un receptáculo no debe estar instalado con el frente hacia arriba en cualquier mostrador o mesa de trabajo.

**g) Salidas para cinta calefactora.** La salida para cinta calefactora, si está instalada y ubicada sobre el lado inferior de la casa móvil a una distancia cuando menos de 91,4 cm del borde exterior, no debe ser considerada como salida para receptáculo exterior. Una salida para cinta calefactora, si es instalada, debe estar ubicada a no-más de 61 cm de la toma de agua fría.

**550-9. Luminarias y accesorios**

**a) Fijación de los aparatos en tránsito.** Se deben proveer los medios para asegurar firmemente los aparatos cuando la casa móvil esté en tránsito (véase 550-11 para los requerimientos de puesta a tierra).

**b) Accesibilidad.** Cada aparato eléctrico debe estar accesible para inspección, limpieza, reparación o reemplazo sin que sea necesario quitar cualquier construcción permanente.

**c) Colgantes.** Las luminarias de tipo colgante o cordones de tipo colgante deben estar aprobadas e identificadas para la conexión de los componentes del edificio.

**d) Luminarias en regaderas y tinas bañeras.** Cuando una luminaria se instale sobre una tina bañera o en un compartimento para la regadera, éste debe estar cerrado, con empaques y aprobado para lugares mojados.

**e) Localización de desconectadores.** El desconectador para una luminaria en la regadera y para ventiladores de extracción localizados sobre una tina bañera o compartimento de regadera deben estar localizados fuera del espacio de la tina bañera o de la regadera.

**550-10. 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 usados en casas móviles.

**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 38,1 cm o menos por arriba del piso, si está expuesto, se debe proteger contra daño físico con tablas, bandas de resguardo o canalizaciones. El cable susceptible de ser dañado 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 cm; sin embargo, se deben proteger cuando pasen a través de montantes de 5 x 5 cm o en otros, o marcos en los que el cable o armado, esté a menos de 3,2 cm de la superficie interior o exterior de los montantes, cuando los materiales que cubren la pared estén en contacto con aquéllos. Para proteger al cable se requieren placas de acero a cada lado del cable, o tubo de un espesor de pared no-menor a 1,5 mm. Estas placas o tubos se deben fijar firmemente en su sitio.

**d) Placas metálicas al ras.** Cuando se usen placas metálicas al ras, deben estar puestas a tierra eficazmente.

**e) Requerimientos de instalación.** Si una cocina, secadora de ropa u otros aparatos eléctricos 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 91,4 cm, para permitir el movimiento del aparato eléctrico. El cable o tubo *(conduit)* metálico flexible debe estar asegurado a la pared. Los cables tipo NM o cable tipo SE no deben usarse para conectar una cocina 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 receptáculo de la cocina o la secadora.

**f) Canalizaciones.** Cuando un tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado termine en una caja con una conexión con contratuerca y monitor, se deben proveer dos contratuercas, una en el interior y otra en el exterior de la caja. Se permite el uso de tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado o ligero. Todos los extremos cortados de tubo *(conduit)* deben escarearse o darle un acabado para eliminar los filos cortantes.

**g) Desconectadores.** Los medios de desconexión deben tener las capacidades siguientes:

**1)** Para los circuitos de alumbrado, los medios de desconexión deben tener una capacidad nominal no-menor a 10 A, a 120 o 127 V y en ningún caso menor a la carga conectada.

**2)** Para motores u otras cargas, los desconectadores deben tener una capacidad en corriente eléctrica o potencia, o ambas, adecuada a la carga controlada. (Se permite un desconectador de resorte de uso general en c.a. para controlar un motor de 1492 W (2 CP) o menos con una corriente eléctrica a plena carga no-mayor a 80% del valor nominal en corriente eléctrica del desconectador).

**h) Alambrado bajo el chasis (expuesto a la intemperie)**

**1)** Cuando el alambrado de líneas de tensión eléctrica sea exterior o debajo del chasis (120 V o mayor) y esté expuesto a la humedad o a daño físico, éste debe estar protegido con tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado. Los conductores deben ser adecuados para lugares mojados.

***Excepción:*** *Se permite tubo (conduit) metálico tipo ligero o no-metálico tipo pesado cuando en su recorrido esté apoyado en estructuras y cajas de equipo.*

**2)** Los cables o conductores deben ser de los tipos NMC, TW o equivalente.

**i) Cajas, accesorios y gabinetes.** Las cajas, accesorios y gabinetes deben estar firmemente asegurados en su lugar y deben estar apoyados a un miembro estructural de la casa, directamente o utilizando un refuerzo resistente.

***Excepción:*** *Cajas tipo de fijación por presión. Las cajas que están provistas con soportes especiales para pared o techo falso y los artefactos eléctricos con cajas integrales, que pueden asegurarse firmemente a las paredes o al techo falso, 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 techos falsos para los cuales las cajas y dispositivos son destinados a ser usados.*

**j) Conexiones terminales de aparatos eléctricos.** Los aparatos eléctricos que tengan conexiones terminales de 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 eléctrico.

**2)** Los conductores que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura a que son sometidos, deben ir desde la conexión terminal del aparato eléctrico hasta una caja de salida de fácil acceso, colocada a menos de 30,5 cm del aparato eléctrico. Estos conductores deben estar en una canalización adecuada, la cual se debe extender cuando menos 1,2 m.

**k) Conexión de componentes.** Los conectadores y accesorios destinados a estar ocultos al momento del armado, deben estar aprobados e identificados para la conexión de los componentes del edificio. Los accesorios y conectadores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto a su aislamiento, elevación de temperatura, resistencia a la corriente eléctrica de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes producidos durante el transporte de la casa móvil.

**550-11. 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 panel 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 suministro o del alambrado del alimentador a la puesta a tierra de la acometida, instalado en el equipo de acometida, localizado adyacente al lugar de la casa móvil. Ni la estructura de la casa móvil, ni la carcaza de cualquier aparato eléctrico, deben conectarse al conductor de circuito puesto a tierra (neutro) en la casa móvil.

**a) Neutro aislado**

**1)** 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 neutro en el panel de distribución y en estufas portátiles, secadoras de ropa, cocinas unitarias para mostrador o mesas de trabajo y hornos montados a pared, deben aislarse de las cajas de equipo. Los tornillos, cintas o barras de puenteo en el panel de distribución o en aparatos deben ser retirados y desechados.

**2)** Las conexiones de cocinas portátiles y secadoras de ropa a 120 o 220Y/127 V de tres hilos, se debe hacer con un cordón de cuatro conductores y una clavija 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 equipo**

**1)** El conductor aislado 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 panel de distribución o de los medios de desconexión.

**2)** En el sistema eléctrico, toda parte metálica expuesta, caja, estructura, tapas ornamentales de luminarias y similares, deben estar puenteadas efectivamente a la terminal de puesta a tierra o a la envolvente del panel de distribución.

**3)** 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) Puesta a tierra de partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica**

**1)** Toda parte metálica expuesta no-portadora de corriente eléctrica, y que puede estar energizada debe estar puenteada en forma efectiva a la terminal de puesta a tierra o a la envolvente del panel de distribución. Un conductor de puenteo debe estar conectado entre el panel de distribución y alguna terminal accesible en el chasis.

**2)** Las terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y aprobadas y listadas como conectadores de terminales a presión adecuados para la sección transversal del conductor utilizado. El conductor de puenteo debe ser sólido o trenzado, aislado o desnudo y de cobre de tamaño nominal no-menor a 8,367 $mm^2$ (8 AWG). El conductor de puenteo se debe instalar de tal manera que no quede expuesto a daño físico.

**3)** La tubería metálica de gas, agua, desagüe y los conductos metálicos de circulación de aire se consideran punteados si están conectados a la terminal en el chasis (véase 550-11(c)(1)) para abrazaderas, conectadores sin soldadura o para cintas del tipo de puesta a tierra.

**4)** Cualquier techo metálico o cubierta exterior se considera puenteado si: (a) las láminas metálicas están traslapadas entre sí y están firmemente aseguradas a las partes estructurales de madera o metal con sujetadores metálicos y (b) 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 bandas metálicas por unidad de casa móvil o sección en los extremos opuestos.

El material de la banda de puenteo debe ser de un ancho mínimo de 10 cm y de material equivalente al del techo o de un material de conductividad eléctrica igual o mejor. La banda debe fijarse con un accesorio que penetre la pintura, tal como tornillos o arandelas con puntas en forma de estrella o su equivalente.

**550-12. Pruebas**

**a) Prueba de rigidez dieléctrica.** El alambrado de cada casa móvil debe ser sometido a una prueba de rigidez dieléctrica de 900 V durante un minuto (con todos los desconectadores cerrados), que se aplique entre las partes vivas (incluyendo el neutro) y la tierra de la casa móvil. Alternativamente, se permite que la prueba se ejecute a 1080 V 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 y listados 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:**

**1)** una prueba de continuidad eléctrica para asegurar que todas las partes expuestas eléctricamente conductoras están puenteadas 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 receptáculos para determinar que las conexiones se han realizado apropiadamente.

**550-13. Cálculos.** El siguiente método debe ser empleado para calcular la carga del cordón de suministro y del panel de distribución para cada conjunto alimentador, para cada casa móvil, en lugar del procedimiento indicado en el Artículo 220 y debe basarse en una alimentación de 120/240 o 220Y/127 V, tres hilos, con cargas de 120 o 127 V balanceadas entre dos fases de un sistema de tres hilos.

**a) Carga de alumbrado y de aparatos eléctricos pequeños**

VA para alumbrado: Se consideran 32,2 VA/m2 x longitud x ancho = VA de alumbrado.

VA para aparatos eléctricos pequeños: Se consideran 1500 VA por cada circuito de receptáculos para aparatos eléctricos de 20 A (véase la definición de aparato eléctrico portátil) incluyendo 1500 VA para el circuito de lavandería, es decir:

Número de circuitos x 1500 = VA de aparatos eléctricos pequeños.

Total = VA de alumbrado + VA de aparatos eléctricos pequeños.

Los primeros 3000 VA se consideran a 100% y para el resto de la carga se considera un factor de 35% = _____ VA que se dividen entre 220 V para obtener los A 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 eléctricos pequeños calculada según lo establecido en 550-13(a).

**2)** Los A 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 A, se debe dejar una reserva de 15 A para aire acondicionado por fase.

**3)** 25% de la corriente eléctrica del motor mayor.

**4)** Los A de la placa de datos de un triturador de desperdicios, lavavajillas, calentador de agua, secadora de ropa, horno de pared y las cocinetas.

Cuando el número de estos aparatos es mayor de tres, aplicar un factor de 75% sobre el total.

**5)** Calcular los A para estufas y hornos integrados (distintas a los hornos y cocinetas) al dividir por 220 V los valores indicados a continuación:

| Potencia en la placa de datos (W) | Use (VA) |
|---|---|
| 0 hasta 10000 | 80% de la potencia nominal |
| De 10001 a 12500 | 8000 |
| De 12501 a 13500 | 8400 |
| De 13501 a 14500 | 8800 |
| De 14501 a 15500 | 9200 |
| De 15501 a 16500 | 9600 |
| De 16501 a 17500 | 10000 |

**6)** Si se proveen salidas o circuitos para aparatos eléctricos 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 m y con dos circuitos para aparatos, un calentador de 1000 VA a 220 V, un extractor de aire de 200 VA a 127 V, un lavavajillas de 400 VA a 127 V y una estufa eléctrica de 6000 VA a 220 V.

**Carga para alumbrado y aparatos eléctricos pequeños:**

| | |
|---|---|
| Alumbrado: 20 x 3 x 32,2 VA/m2 | 1932 VA |
| Aparatos eléctricos pequeños 1500 x 2 | 3000 VA |
| Lavandería 1500 x 1 | 1500 VA |
| **Subtotal** | **6432 VA** |
| Los primeros 3000 VA a 100% | 3000 VA |
| Resto a 35% (6432 - 3000) X 0,35 | 1201 VA |
| **Subtotal** | **4201 VA** |

4201 VA / 220 V = 19,09 A por fase

| | Carga por fase (A) | |
|---|---|---|
| | A | B |
| Alumbrado y aparatos eléctricos | 19,09 | 19,09 |
| Calentador 1000 VA / 220 V = | 4,54 | 4,54 |

| | | |
|---|---|---|
| Extractor de aire 200 VA / 127 V = | 1,57 | |
| Lavavajillas 400 VA / 127 V = | | 3,15 |
| Estufa 6000 VA X 0,8 / 220 V = | 21,82 | 21,82 |
| Carga total por fase | 47,02 | 48,60 |

**c) Método opcional para cálculo de la carga para alumbrado y para aparatos eléctricos.** Para casas móviles se permite el método opcional para calcular la carga para alumbrado y aparatos eléctricos mostrado en 220-30 y Tabla 220-30.

**550-14. Conexión de unidades de casas móviles de sección múltiple.** 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 su cimentación de soporte. Las uniones de los circuitos deben estar accesibles para desarmarse cuando la vivienda se prepare para su reubicación.

**550-15. Salidas, luminarias, equipo de enfriamiento de aire y similares en exteriores**

**a) Aprobado y listado para uso en exterior.** Las luminarias y equipo en exteriores deben ser del tipo aprobado y listado para uso en exteriores. Las salidas para receptáculos y otras salidas instaladas en el exterior deben ser del tipo con tapa y empaque, adecuadas para uso en lugares mojados.

**b) Equipos de calefacción y/o de aire acondicionado en exteriores.** Un circuito derivado de una casa móvil para alimentar salidas de 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 y listada, o en un medio de desconexión localizado en el exterior de la casa móvil. Se debe fijar una etiqueta permanentemente adyacente 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 _____ A, PARA _____ V, 60 Hz.**
**LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE DEL CONDUCTOR ES DE _____ A**

Los medios de desconexión deben estar ubicados a la vista del equipo.

En los espacios en blanco se deben indicar los valores nominales de tensión y corriente eléctricas. La etiqueta debe tener un espesor no-menor a 0,5 mm y estar grabada en bronce, acero inoxidable o aluminio anodizado o recubierto o su equivalente. Las dimensiones mínimas de la etiqueta deben ser de 7,6 x 4,5 cm.

### C. Acometida y alimentadores

**550-21. Sistemas de distribución.** El sistema eléctrico secundario de distribución para el estacionamiento de las casas móviles hacia los lotes de las casas móviles debe ser monofásico, de tensión eléctrica nominal de120/240 o 220Y/127 V. Para los fines de esta Parte C, cuando la acometida para el estacionamiento sea mayor a 240 V nominal, los transformadores y los paneles de distribución secundaria deben ser tratados como acometidas.

**550-22. Factores de demanda mínimos permisibles.** Los sistemas eléctricos de alambrado para estacionamientos de casas móviles deben estar calculados (a 220Y/127V) con base en el mayor de: (1) 16000 VA para cada lote de la casa móvil, o (2) la carga calculada de acuerdo con lo indicado en 550-13 para la casa móvil típica más grande que cada lote acepte. Se permite calcular la carga de la acometida o de los alimentadores de acuerdo con la Tabla 550-22. No se permite ningún factor de demanda para cualquier otra carga, con excepción de lo indicado en esta NOM.

Los conductores de la acometida y los alimentadores para una casa móvil deben cumplir con lo establecido en el Artículo 310, Nota 3 de la Tabla de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V.

**Tabla 550 22. 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 |
| más de 60 | 22 |

**550-23. Equipo de acometida de la casa móvil**

**a) Ubicación.** El equipo de acometida de una casa móvil debe estar localizado adyacente a ésta y no instalada dentro o sobre la casa móvil. El equipo de acometida debe colocarse a la vista y a una distancia no-mayor a 10 m de la pared exterior de la casa móvil a la que sirve.

***Excepción 1:*** *Se permite que el equipo de acometida se ubique en cualquier otro lugar si se reúnen las condiciones siguientes:*

***a.*** *Un medio de desconexión adecuado para el equipo de acometida se localiza a la vista y a una distancia no-mayor a 10 m de la pared exterior de la casa a la que sirve.*

***b.*** *El medio de desconexión está puesto a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-24.*

***Excepción 2:*** *Se permite que el equipo de acometida sea instalado en o sobre una casa prefabricada si se reúnen las condiciones siguientes:*

***a.*** *El equipo de acometida lo instala completamente el fabricante de la casa prefabricada.*

***b.*** *La instalación del equipo de acometida cumple con lo establecido en el Artículo 230.*

***c.*** *Se provee un medio para la conexión de un electrodo conductor de puesta a tierra para el equipo de acometida y para su trayectoria en el exterior de la estructura.*

**b) Capacidad nominal.** El equipo de acometida de la casa móvil debe tener una capacidad nominal no- menor a 100 A en 220Y/127 V y estar provisto para la conexión de un conjunto alimentador para casa móvil mediante un método de alambrado permanente. Las salidas de fuerza usadas como equipo de acometida de casas móviles también están permitidas para contener receptáculos hasta de 50 A, con la protección adecuada contra sobrecorriente. Los receptáculos de 50 A deben cumplir con la configuración indicada en la Figura 550-5(c).

**c) Equipo eléctrico adicional en exteriores.** El equipo de acometida de la casa móvil debe también contener los medios para la conexión de un edificio o estructura accesoria de una casa móvil o equipo eléctrico adicional ubicado fuera de la casa móvil mediante un método de alambrado fijo.

**d) Receptáculos adicionales.** Se permiten receptáculos adicionales para la conexión de equipo eléctrico situado fuera de la casa móvil, tales receptáculos deben ser de 120 o 127 V, monofásicos, de 15 y 20 A, y deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

**e) Altura de montaje.** Los medios de desconexión exteriores para las casas móviles deben estar ubicados de forma que las envolventes que los contenga estén a no-menos de 60 cm 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 m sobre el nivel del piso terminado o plataforma de trabajo.

**f) Equipo puesto a tierra.** Cada equipo de acometida de la casa móvil debe estar puesto a tierra según lo dispuesto en el Artículo 250, para equipo de acometida.

**g) Marcado.** Cuando un receptáculo a 120 o 220Y/127 V se use en un equipo de acometida de una casa móvil, éste debe estar marcado con la siguiente leyenda:

**"Desconecte el interruptor automático antes de insertar o retirar la clavija.**
**La clavija debe ser insertada o retirada completamente".**

El marcado debe estar localizado en lugar visible sobre el equipo de acometida, junto al receptáculo.

**550-24. Alimentador**

**a) Conductores alimentadores.** Los conductores alimentadores de la casa móvil deben constar de un cordón aprobado y listado, instalado de fábrica de acuerdo con lo indicado en 550-5(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 310-12. Los conductores de puesta a tierra de equipo no se deben identificar con franjas en el 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 Excepción 1 de 550-23(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 250-24(a).*

**b) Capacidad adecuada del alimentador.** Los conductores del circuito alimentador de un lote para casa móvil, deben tener la capacidad adecuada para las cargas que alimenten y no-menor a 100 A en 120/240 o 220Y/127 V.

## ARTÍCULO 551 - VEHÍCULOS DE RECREO Y SUS ESTACIONAMIENTOS

### A. Disposiciones generales

**551-1 Alcance**. Las disposiciones de este Artículo cubren los conductores y equipos eléctricos instalados dentro o sobre vehículos de recreo, los conductores que conectan vehículos de recreo a una fuente de suministro de electricidad y 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 eléctrico estacionario.** Un aparato eléctrico que no se puede trasladar fácilmente de un lugar a otro en uso normal.

**Aparato eléctrico fijo.** Un aparato eléctrico que está sujeto o asegurado por otros medios en un sitio específico.

**Aparato eléctrico portátil.** Un aparato eléctrico que se mueve o puede ser fácilmente trasladado de un lugar a otro en uso normal.

**NOTA:** Para los propósitos de este Artículo, los siguientes aparatos se consideran portátiles si se conectan por medio de cordón: refrigeradores, cocinas a gas, lavadoras de ropa, lavavajillas sin equipos de secado u otros aparatos similares.

**Baja tensión.** Fuerza electromotriz de 24 V nominal o menos, suministrada desde un transformador, rectificador o batería.

**Casa rodante.** Vehículo diseñado para proveer 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 desde el equipo de acometida del estacionamiento al equipo de acometida del sitio 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 un camión o camioneta de carga (véase Vehículos de recreo).

**Conjunto alimentador.** Los conductores, incluyendo los conductores de fase o los puestos a tierra, y conductores de puesta a tierra de equipo, conectadores, clavijas y todos los demás accesorios, soportes aislantes para cables o dispositivos instalados con el propósito de llevar energía desde la fuente de suministro eléctrico hasta el panel de distribución dentro del vehículo de recreo.

**Estacionamiento para vehículos de recreo.** Un área de terreno sobre la cual dos o más vehículos de recreo se sitúan, establecen o se mantienen para ocupación de vehículos de recreo del público en general como lugar de alojamiento temporal para propósito de recreación o vacaciones.

**Estructura.** Riel de chasis y cualquier aditamento de metal soldado al mismo, con un espesor de 1,5 mm 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 interruptor 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 enfriamiento de aire.** Todo equipo destinado o instalado con el fin de procesar el tratamiento del aire para controlar simultáneamente su temperatura, humedad, limpieza y distribución, con objeto de cumplir con los requerimientos del espacio acondicionado.

**Frente muerto.** (Aplicado a desconectadores, interruptores automáticos, paneles de alumbrado y control y tableros de distribución). Diseñado, construido e instalado de forma que no estén expuestas en el frente las partes que no transporten normalmente corriente eléctrica.

**Medio de desconexión.** Equipo que usualmente consta de un interruptor automático o un desconectador y fusibles y sus accesorios, colocado cerca de la acometida en un vehículo de recreo y destinado a ser el medio de desconexión de la energía del vehículo de recreo.

**Rectificador.** Dispositivo que cambia la energía eléctrica de una forma a otra, como por ejemplo de c.a. a c.c.

**Remolque para acampar.** Vehículos portátiles montados sobre ruedas y construidos 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 arrastrado por un vehículo de motor y que tenga un área para vivienda menor de 29,77 $m^2$ (véase vehículos de recreo).

**Sitio para vehículos de recreo.** Un área de terreno 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.

**Transformador.** Dispositivo que eleva o disminuye la tensión eléctrica en c.a. de la fuente original.

**Panel de distribución.** Un panel o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en un solo panel, incluyendo barras, con o sin dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente para controlar los circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza de pequeñas capacidades individuales o conjuntas; diseñados para colocarse en un gabinete o en una caja para cortacircuitos colocada dentro o contra una pared o división, y accesible únicamente desde el frente.

**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.

**551-3. Otros Artículos.** Cuando los requisitos de otros Artículos de esta NOM y el Artículo 551 difieran, se deben aplicar los requerimientos del Artículo 551.

**551-4. Requisitos generales**

**a) No incluidos.** Un vehículo de recreo que no sea usado para los propósitos definidos en 551-2 no necesita cumplir con las disposiciones de la parte A, 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 c.a. de tensión eléctrica nominal de 120 o 127 V o 120/240 o 127/220 V, debe cumplir con todos los demás requisitos aplicables de este Artículo.

**b) Sistemas.** Este Artículo cubre los sistemas de batería y otros de baja tensión (12 V o menos), combinación de sistemas eléctricos, instalación de generadores y sistemas nominales de 120 V o 127 V o 120/240 o 127/220 V.

**B. Sistemas de baja tensión**

**551-10. Sistemas de baja tensión**

**a) Circuitos de baja tensión.** Los circuitos de baja tensión suministrados e instalados por el fabricante del vehículo de recreo, que no sean los que estén relacionados con el funcionamiento propio del vehículo motorizado o sus extensiones, deben someterse a las disposiciones de esta NOM.

**b) Alambrado de baja tensión**

**1)** Se deben usar conductores de cobre para circuitos de baja tensión.

***Excepción:*** *Se permite utilizar el chasis o estructura de metal como vía de retorno a la fuente de suministro. Las conexiones del chasis o estructura deben estar hechas: (1) en un lugar accesible, (2) por medio de conductores de cobre o terminales de cobre o de aleación de cobre del tipo sin soldadura, identificados para el tamaño del conductor que se usa, y (3) mecánicamente seguros.*

**2)** Los conductores deben cumplir con los requerimientos para conductores del tipo HDT, SGT, SGR, SXL, o deben tener un aislamiento de acuerdo con lo indicado en la Tabla 310-13 o su equivalente. Los conductores de tamaño nominal de 13,3 $mm^2$ (6 AWG) hasta 0,823 $mm^2$ (18 AWG) deben estar aprobados.

**3)** Los conductores individuales para baja tensión deben ser del tipo trenzado.

**4)** Todos los conductores de baja tensión aislados deben estar marcados sobre su superficie a intervalos no-mayores a 1,2 m como sigue:

**a**. Los conductores aprobados y listados deben estar marcados según sea requerido por las normas del producto.

**b.** Los conductores tipo SAE deben estar marcados con el nombre o logotipo del fabricante, la designación, la especificación y el tamaño nominal del conductor.

**c.** Otros conductores deben estar marcados con el nombre o logotipo del fabricante, temperatura de operación, tamaño nominal del conductor, material del conductor y espesor del aislamiento.

**c) Métodos de alambrado para baja tensión**

**1)** Los conductores deben protegerse contra daño físico y deben estar soportados firmemente. Cuando los conductores aislados se fijen con abrazaderas a la estructura, el aislamiento del conductor debe estar reforzado con una cubierta, o una capa de material equivalente, a excepción de los cables con cubierta reforzada, los cuales no necesitan estar protegidos de esta forma. El alambrado debe instalarse lejos de filos cortantes, partes móviles o fuentes de calor.

**2)** Los conductores deben estar unidos o empalmados por medio de dispositivos de empalme que proporcionen una conexión segura, o por soldadura con bronce o un metal o aleación fundible. Los empalmes soldados, primero deben ser unidos o empalmados de manera que sean mecánica y eléctricamente seguros sin soldadura, y luego deben ser soldados. Todas las uniones, empalmes y terminales desnudos de los conductores deben ser cubiertos con un aislamiento equivalente al de los conductores.

**3)** Los circuitos de baterías y de c.c. deben estar separados físicamente de los circuitos alimentados por una fuente de energía distinta por lo menos con 13 mm u otros medios aprobados. Métodos aceptables deben hacerse mediante abrazaderas, selección de trayectoria o medios equivalentes que aseguren una separación permanente. Cuando se crucen circuitos de diferentes fuentes de energía, la envolvente externa de los cables con cubierta no-metálica debe proporcionar una separación adecuada.

**4)** Las terminales de tierra deben estar accesibles para el mantenimiento. La superficie sobre la cual las terminales de puesta a tierra hacen contacto, deben estar limpias y libres de óxido o pintura, o deben ser conectadas eléctricamente a través de roldanas de presión dentadas externa e internamente o terminales de anillo de retén, recubiertos de cadmio, zinc o estaño. Las terminales de tierra conectadas mediante tornillos, remaches o pernos, tuercas y roldanas de presión deben ser de cadmio, de estaño o galvanizadas, pero se permite que los remaches sean de aluminio no anodizado cuando se instalen en estructuras de aluminio.

**5)** La terminal de puesta a tierra del chasis de la batería debe estar conectada al chasis del vehículo con un conductor de cobre de tamaño nominal mínimo de 8,37 $mm^2$ (8 AWG). En caso de que el conductor de energía de la batería exceda el tamaño nominal de 8,37 $mm^2$ (8 AWG), entonces el conductor de conexión debe ser del mismo tamaño nominal.

**d) Instalación 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 mm de la parte superior y del fondo. Las baterías no deben instalarse en compartimentos que contengan equipos que produzcan chispas o flamas, pero se pueden instalar en el compartimento del generador del motor, si la fuente de carga proviene únicamente del generador del motor.

**e) Protección contra sobrecorriente**

**1)** El alambrado del circuito de baja tensión debe estar protegido con dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad que no exceda la capacidad de conducción de corriente de los conductores de cobre, según se indica a continuación.

**Tabla 551- 10(e)1. Protección contra sobrecorriente en baja tensión**

| Tamaño nominal del conductor $mm^2$ AWG | | Capacidad de conducción de corriente (A) | Tipo de conductor |
|---|---|---|---|
| 0,82 | 18 | 6 | Solamente trenzado |
| 1,30 | 16 | 8 | Solamente trenzado |
| 2,08 | 14 | 15 | Trenzado o sólido |
| 3,30 | 12 | 20 | Trenzado o sólido |
| 5,26 | 10 | 30 | Trenzado o sólido |

**2)** Los interruptores automáticos o fusibles deben ser de un tipo aprobado, incluyendo los del tipo automotriz. Los portafusibles deben estar claramente marcados con la capacidad máxima del fusible y protegidos contra cortocircuito y daño físico, por una cubierta o medio equivalente.

**3)** Los dispositivos de alto consumo de corriente eléctrica, aparatos de c.c., 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 desconectadores automáticos o por desconectadores manuales tipo bloqueo deben estar protegidos de acuerdo con lo indicado en 430-32(c).

**4)** El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe instalarse en un lugar accesible del vehículo, a no-más de 45,7 cm del punto donde se conecte el suministro de energía a los circuitos del vehículo. Si se localiza fuera del vehículo de recreo, 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 cm después de entrar al vehículo o después de salir de una canalización metálica.*

**f) Desconectadores.** Los desconectadores deben tener una capacidad en c.c. no-menor que la de la carga conectada.

**g) Luminarias.** Todas las luminarias interiores de baja tensión deben estar aprobadas y listadas.

***Excepción:*** *Luminarias para 4 W o menos que empleen lámparas de 1,2 W nominales o menos.*

**h) Receptáculos para encendedores de cigarros.** Los receptáculos de 12 V que acepten y energicen encendedores para cigarros, deben estar instalados en cajas de salida no combustibles o el ensamble debe estar identificado por el fabricante del producto como térmicamente protegido.

**C. Sistemas eléctricos combinados**

**551-20. Sistemas eléctricos combinados**

**a) Disposiciones generales.** Se permite que el alambrado de vehículos para conexión a una batería o a una fuente de c.c., se conecte a una fuente de 120 V o 127 V, siempre y cuando el sistema completo de alambrado y el equipo tengan la capacidad y cumplan completamente con los requerimientos de las partes A, C, D, E y F de este Artículo, para sistemas eléctricos de 120 V o 127 V.

Los circuitos alimentados en c.a. por un transformador no deben alimentar aparatos de c.c.

**b) Rectificadores (c.a. de 120V o 127 V a c.c. en baja tensión).** El lado rectificador de c.a. de 120 V o 127 V debe estar alambrado en total conformidad con los requerimientos de las partes A, C, D, E y F de este Artículo, para sistemas eléctricos de 120 V o 127 V.

***Excepción:*** *Los rectificadores alimentados como parte integral de un aparato eléctrico aprobado y listado no están sujetos a lo indicado anteriormente.*

Todos los rectificadores y transformadores deben ser aprobados y listados para uso en vehículos de recreo, y diseñados o equipados para proporcionar protección contra altas temperaturas. Para determinar la capacidad nominal de los rectificadores, se debe aplicar la siguiente fórmula a la carga total conectada, incluyendo la tasa promedio de carga de la batería de todos los equipos de 12 V.

Los primeros 20 A de la carga a 100% más los segundos 20 A de la carga a 50%, más toda la carga por arriba de 40 A a 25%.

***Excepción:*** *Un aparato eléctrico de baja tensión que es controlado por un desconectador momentáneo (normalmente abierto) que no tiene medios para mantenerse en la posición de cerrado, no debe ser considerada como una carga conectada cuando se determine la capacidad nominal del rectificador requerido. Los aparatos eléctricos energizados momentáneamente deben estar limitados a aquéllos utilizados para preparar la unidad para su ocupación o traslado.*

**c) Puesta a tierra de la envolvente del rectificador de tensión eléctrica.** La envolvente metálica del rectificador que no está diseñada para transportar corriente eléctrica, debe estar conectada a la estructura de la unidad mediante un conductor de cobre con un tamaño nominal mínimo de 8,367 $mm^2$ (8 AWG). Se permite que el conductor de puesta a tierra para la batería y la envolvente metálica sea el mismo conductor.

**d) Luminarias y aparatos de doble tensión.** Las luminarias y aparatos que tengan conexiones para 120 o 127 V y con conexiones para baja tensión, deben ser del tipo aprobado y listado para doble tensión.

**e) Autotransformadores.** Se prohíbe el uso de autotransformadores.

**f) Receptáculos y clavijas.** Cuando un vehículo de recreo esté equipado con un sistema de c.a. de 120/240 V o 127/220 V, o con un sistema de baja tensión, o ambos, los receptáculos y clavijas del sistema de baja tensión deben diferir en su configuración de los sistemas de 120/240V o 127/220 V. Cuando un vehículo equipado con una batería o con un sistema de baja tensión tiene una conexión externa para una fuente de baja tensión, el conectador debe tener una configuración tal que no acepte la fuente de 120V o 127 V.

**D. Otras fuentes de energía**

**551-30. Instalación del generador**

**a) Montaje.** Los generadores deben estar montados de tal manera que sean efectivamente conectados al chasis de los vehículos de recreo.

**b) Protección del generador.** El equipo debe estar instalado para asegurar que los conductores portadores de corriente eléctrica del generador del motor y desde una fuente externa no sean conectados al mismo tiempo a un circuito del vehículo.

Los receptáculos usados como medios de desconexión deben ser accesibles (como se aplica a los métodos de alambrado) y capaces de interrumpir la corriente eléctrica en toda su capacidad sin peligro para el operador.

**c) Instalación de baterías y generadores.** Las baterías y las unidades generadoras accionadas por motor de combustión interna (sometidas a los requerimientos de esta NOM), se deben fijar en su lugar para evitar desplazamientos por vibraciones o sacudidas 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 trenzado e instalados en tubo *(conduit)* metálico flexible o tubo *(conduit)* flexible a prueba de líquidos aprobados y listados. El punto de la primera terminal debe ser en (1) un panel de alumbrado y control; (2) una caja de conexiones con una tapa ciega; (3) una caja de conexiones con un receptáculo; (4) una envolvente gabinete con un desconectador de transferencia; o (5) un conjunto de receptáculo aprobados y listados en conjunto con el generador.

El panel de alumbrado y control o caja de conexiones con un receptáculo debe instalarse en el interior del vehículo y a no-más de 45 cm de la pared del compartimento pero no dentro del compartimento. Una caja de conexiones con tapa ciega debe montarse sobre la pared del compartimento y se puede montar dentro o fuera del mismo. Un conjunto de receptáculos aprobado y listado en conjunto con el generador debe estar montado de acuerdo con su aprobación. La protección contra sobrecorriente, de acuerdo con lo indicado en 240-3 debe ser provista para conductores de alimentación como parte integral del generador aprobado, estar ubicado a no-más de 45 cm del punto de entrada al vehículo.

**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) Cálculo de cargas.** El cálculo de cargas debe cumplir con lo indicado en 551-42.

**c) Capacidad de fuentes de alimentación múltiples.** No se requiere que las fuentes de alimentación múltiples sean de la misma capacidad.

**d) Fuentes de potencia alterna que exceden de 30 A.** Si una fuente de potencia alterna excede de 30 A, 120 V o 127 V nominales, se permite alambrar como un sistema de 120 V o 127 V nominales, o como un sistema de 120/240 o 127/220 V nominales, provisto con un dispositivo de protección contra sobrecorriente de capacidad apropiada para el alimentador.

**e) Conjunto alimentador no-menor a 30 A.** Se permite que un conjunto alimentador externo sea menor que la carga calculada pero no-menor a 30 A, 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 c.a., tales como inversores o grupo motor-generador, deben estar aprobadas y listadas para uso en vehículos de recreo y deben estar instaladas de acuerdo con las disposiciones de su aprobación. Otras fuentes de energía de c.a. deben estar alambradas en total conformidad con los requerimientos de las Partes A, C, D, E y F de este Artículo, que cubra sistemas eléctricos de 120 V o 127 V.

**551-33. Restricción de la fuente alternativa.** El equipo de transferencia, si no está integrado a la fuente aprobada y listada de energía, debe instalarse de modo que asegure que los conductores portadores de corriente eléctrica desde otras fuentes de energía en c.a. y de una fuente externa, no sean conectados al circuito del vehículo al mismo tiempo.

**E. Sistemas de 120 o 127 V o 120/240 V o 220Y/127 V nominales**

**551-40. Sistemas de 120 o 127 V o 120/240 V o 220Y/127 V nominales**

**a) Requerimientos generales.** El equipo y materiales eléctricos de vehículos de recreo, indicados para estar conectados a un sistema de alambrado de tensión nominal de 120 V o 127 V, dos hilos con tierra, o un sistema de alambrado de tensión eléctrica nominal a 120/240 o 127/220 V, tres hilos con tierra, deben estar aprobados e instalados de acuerdo con los requerimientos de las Partes A, C, D, E y F de este Artículo.

**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 y listados. Todos los productos deben usarse sólo de la manera para la cual han sido probados y 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 A como se permite en 551-42(a) y (b), debe tener una protección para el personal con 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 separado, se permite que el interruptor del circuito por falla a tierra sea parte integral de la clavija 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, se intercambien los conductores del circuito, o en ambos casos.

**551-41. Salidas para receptáculos requeridas**

**a) Espaciamiento.** Las salidas para receptáculos se deben instalar sobre las paredes cada 60 cm o más de ancho, de tal manera que ningún punto a lo largo de una línea en el piso medido horizontalmente esté a más de 1,8 m, de una salida en ese espacio.

***Excepción 1:*** *Áreas de baños y estancias.*

***Excepción 2:*** *El espacio de paredes ocupado por gabinetes de cocina, armarios, 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 receptáculos deben instalarse:

**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 de 30 cm o más).

**2)** Adyacentes a espacios que alojen refrigeradores y estufas de gas, excepto cuando éstos se instalen en fábrica y no requieran conexión eléctrica externa.

**3)** Adyacentes a espacios en la parte superior de mostradores de 30 cm de ancho o más que no estén al alcance desde un receptáculo especificado en 551-41(b)(1) por medio de un cordón de 1,8 m sin cruzar áreas de paso, aparatos eléctricos de cocinar o fregaderos.

**c) Protección con interruptor de circuito por falla a tierra.** Cada salida para receptáculo monofásico de 120 V o 127 V y 15 o 20 A, cuando se proporcione, debe tener una protección para las personas con un interruptor de circuito por falla a tierra en los siguientes lugares:

**1)** Adyacentes a lavamanos de los baños.

**2)** A no-más de 1,8 m de cualquier lavadero o fregadero.

***Excepción 1:*** *Los receptáculos instalados para aparatos eléctricos en espacios dedicados, tales como lavavajillas, trituradores de desperdicios, refrigeradores, congeladores y equipo de lavandería.*

***Excepción 2:*** *Receptáculos únicos para conexiones interiores de secciones expandibles del cuarto.*

**3)** En el área ocupada por un sanitario, regadera, tina bañera o cualquier combinación de ellas.

**4)** En el exterior del vehículo.

***Excepción:*** *Receptáculos que estén localizados dentro de un panel accesible que esté instalado en el exterior del vehículo para el suministro de un aparato eléctrico instalado no requiere tener protección con interruptor de circuito por falla a tierra.*

Se permite una salida para receptáculo en una luminaria aprobada y listada. No se permite instalar una salida para receptáculo en una tina bañera o en un compartimento combinado de tina bañera con regadera.

**d) Posición hacia arriba.** Un receptáculo no debe instalarse en posición hacia arriba en ninguna parte superior de un mostrador ni en superficies horizontales similares dentro del área de la estancia.

**551-42. Circuitos derivados requeridos.** Cada vehículo de recreo que contenga un sistema eléctrico de 120 V o 127 V debe tener:

**a) Un circuito de 15 A.** Un circuito de 15 A para alimentar lámparas, salidas para receptáculos y aparatos fijos. Tales vehículos de recreo deben estar equipados con un desconectador de fusibles de 15 A, o un interruptor automático de 15 A.

**b) Un circuito de 20 A.** Un circuito de 20 A para alimentar lámparas, salidas para receptáculos y aparatos fijos. Tales vehículos de recreo deben estar equipados con un desconectador de fusibles de 20 A o un interruptor automático de 20 A.

**c) De dos a cinco circuitos de 15 o 20 A.** Un máximo de cinco circuitos de 15 o 20 A para alimentar lámparas, salidas para receptáculo y aparatos eléctricos fijos. Tales vehículos de recreo deben estar equipados con un panel de distribución con una capacidad máxima de 120 V o 127 V con un conjunto alimentador principal de 30 A de capacidad. No deben estar instalados en dichos sistemas a menos que tenga un desconectador de aislamiento de dos aparatos controlados con un termostato de 120 V o 127 V (por ejemplo, aire acondicionado y calentador de agua, sistemas administradores de energía, o métodos similares).

***Excepción:*** *Se permiten circuitos adicionales de 15 o 20 A cuando sea empleado dentro del sistema un sistema administrador de energía aprobado con capacidad máxima nominal de 30 A.*

> **NOTA:** Véase 210-23(a) para cargas permitidas. Véase 551-45(c) para los requerimientos de desconexión principal y protección contra sobrecorriente.

**d) Más de cinco circuitos sin un sistema administrador de energía aprobado.** Un conjunto alimentador de 50 A, 120 V o 127 V o 120/240 o 127/220 V debe ser utilizado cuando seis o más circuitos son empleados. La distribución de carga debe asegurar un razonable balanceo de corrientes entre fases.

**551-43. Protección de circuitos derivados**

**a) Capacidad nominal.** La capacidad de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados debe ser:

**1)** No-mayor a la de los conductores del circuito.

**2)** No-mayor a 150% de la capacidad nominal de un aparato eléctrico único de 13,3 A o más, alimentado por un circuito derivado individual.

**3)** Pero no-mayor a la capacidad nominal de la protección contra sobrecorriente marcada sobre o en un aparato eléctrico de aire acondicionado u otros aparatos eléctricos accionados por motor.

**b) Protección de conductores pequeños.** Se permite un interruptor automático o un fusible de 20 A para la protección de terminales de luminarias, cordones o aparatos pequeños, y de conductores en derivación de tamaño nominal de 2,082 $mm^2$ (14 AWG), de una longitud no-mayor a 1,8 m para luminarias empotradas.

**c) Receptáculo de 15 A considerado protegido por 20 A.** Si están más de una salida o más de una carga en un circuito derivado, se permite que un receptáculo de 15 A esté protegido por un interruptor automático o por un fusible de 20 A.

**551-44. Conjunto de alimentación**

**a) Conjunto de alimentación principal de 15 A.** Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(a), deben emplear un conjunto alimentador principal aprobado y listado de 15 A o mayor.

**b) Conjunto alimentador principal de 20 A.** Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(b), deben emplear un conjunto alimentador principal aprobado y listado de 20 A o mayor.

**c) Conjunto alimentador de 30 A.** Los vehículos de recreo alambrados de acuerdo con lo indicado en 551-42(c), deben emplear un conjunto alimentador principal aprobado y listado de 30 A o mayor.

**d) Conjunto alimentador de 50 A.** Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(d), deben emplear un conjunto alimentador principal aprobado y listado de 50 A, en 120 V o 127 V o 120/240 o 220Y/127 V.

**551-45. Panel de distribución**

**a) Aprobado y de capacidad nominal apropiada.** Se debe usar un tablero de distribución aprobado y listado, de capacidad nominal apropiada u otro equipo especialmente aprobado y listado para este uso. La terminación de la barra del conductor puesto a tierra debe estar aislada como se indica en 551-54(c); la barra terminal de puesta a tierra de equipo debe estar unida internamente a la envolvente metálica del panel de alumbrado y control.

**b) Ubicación.** El panel de distribución debe instalarse en un sitio de fácil acceso. Los espacios de trabajo para el tablero no deben ser menores de 60 cm de ancho y de 80 cm de profundidad.

***Excepción 1:*** *Cuando la cubierta del panel 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 60 cm. Se considera que un panel de alumbrado y control está expuesto cuando la cubierta del mismo está a no-más de 50 mm de la superficie del acabado del pasillo.*

***Excepción 2:*** *Se permite que las puertas de acceso al comportamiento de un generador estén equipadas con un sistema de candado.*

**c) Tipo frente muerto.** El panel de distribución debe ser de tipo de frente muerto y debe consistir en uno o más interruptores automáticos o portafusibles tipo *S*. Se debe proveer un medio de desconexión principal cuando se usen fusibles, o más de dos interruptores automáticos. Cuando se instalen más de dos circuitos derivados, se debe instalar un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente que no exceda la capacidad del conjunto 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 del tipo indicado a continuación:

**1) Separable.** Cuando un conjunto alimentador separable conste de un cordón flexible con receptáculo hembra y clavija moldeada, el vehículo debe estar equipado con una entrada a ras, montada permanentemente (macho, clavija sujeta a la base tipo empotrada de un motor), alambrado directamente al panel de distribución por un método de alambrado aprobado. La clavija debe ser aprobado y listado.

**2) Conectado permanentemente.** Cada conjunto alimentador debe estar directamente conectado a las terminales del panel 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 capacidad de conducción de corriente de los conductores entre cada caja de conexiones y las terminales de cada panel de distribución, debe ser por lo menos igual a la cordón de alimentación. El lado de carga del conjunto debe estar equipado con una clavija del tipo descrito en 551-46(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 el vehículo esté circulando (en tránsito).

**b) Cordones.** La longitud utilizable y expuesta del cordón debe estar medida desde el punto de entrada al vehículo de recreo o desde el frente de la entrada al ras de la superficie (clavija sujeta a la base del 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 del vehículo, debe ser de al menos 7 m cuando el punto de entrada esté en un costado del vehículo, o al menos de 8,5 m cuando el punto de entrada al vehículo esté en la parte trasera.

En donde la entrada al vehículo está a más de 90 cm sobre el terreno, las longitudes mínimas del cordón deben incrementarse por la distancia vertical de las alturas de entrada del cordón indicada de 90 cm.

**NOTA:** Véase 551-46(e).

**c) Clavijas**

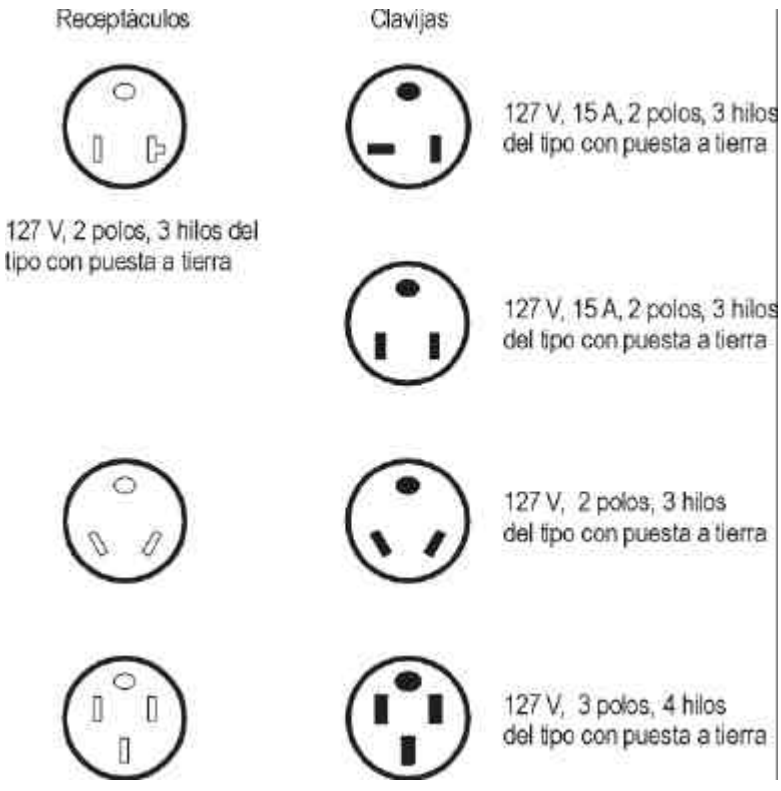
**1)** Los vehículos de recreo que tengan un solo circuito derivado de 15 A, como se permite en 551-42(a), deben tener una clavija de dos polos, tres hilos, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 15 A, 120 V o 127 V, que tengan la configuración mostrada en la Figura 551-46(c).

**2)** Los vehículos de recreo que tengan un solo circuito derivado de 20 A, como se permite en 551-42(b), deben tener una clavija de dos polos, tres hilos, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 20 A, 120 V o 127 V, que tengan la configuración indicada en la Figura 551-46(c).

**3)** Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(c), deben tener una clavija de dos polos, tres hilos, del tipo con puesta a tierra de capacidad de 30 A, 120 V o 127 V, que cumpla con la configuración indicada en la Figura 551-46(c), destinada para usarse con unidades de capacidad nominal 30 A, 120V o 127 V.

**4)** Los vehículos de recreo que tengan un conjunto alimentador de capacidad nominal de 50 A, como lo permite 551-42(d), deben tener una clavija tres polos, cuatro hilos, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 50 A, 127/220 V, que cumpla con la configuración mostrada en la Figura 551-46 (c).

**Figura 551-46 (c ) Configuraciones para receptáculos y clavijas del tipo con puesta a tierra utilizados para cordones para alimentar vehículos de recreo y sus estacionamientos**




**d) Etiquetado** en la acometida. Cada vehículo de recreo debe tener pegada y permanentemente fija en su superficie externa en o cerca del punto de entrada de los cordones de alimentación, una etiqueta de dimensiones mínimas de 7,6 cm x 4,45 cm grabada, estampada, o en relieve, de bronce, acero inoxidable o aluminio anodizado o con recubrimiento de aluminio puro, de espesor no- menor de 0,508 mm o de otro material adecuado (por ejemplo lámina de plástico de 0,127 mm) en la cual se lea, según el caso, cualquiera de las siguientes notas:

"ESTA CONEXIÓN ES PARA ACOMETIDA DE 120 o 127 V, c.a., 60 Hz, con un suministro de _____ A"

o

"ESTA CONEXIÓN ES PARA ACOMETIDA DE 127/220 V, c.a., 3 POLOS, 4 HILOS, 60 Hz, con suministro de _____ A"

La capacidad de conducción de corriente nominal se debe colocar en el espacio en blanco.

**e) Ubicación.** El punto de entrada del conjunto alimentador debe estar ubicado a no-más de 4,5 m de la parte trasera del vehículo, en el lado izquierdo o en la parte trasera a la izquierda del centro longitudinal del vehículo dentro de una distancia de 45 cm de la pared exterior.

***Excepción 1:*** *Se permite que un vehículo de recreo equipado solamente con un sistema flexible de drenaje, o un sistema de ventilación y drenaje, tenga el punto de entrada de la acometida en cualquier lado siempre que el(los) tubo(s) de drenaje de la instalación sanitaria esté(n) del mismo lado.*

***Excepción 2:*** *Se permite que en un vehículo de recreo el punto de alimentación eléctrica esté a más de 4,5m desde la parte trasera. Cuando esto ocurre, la distancia que exceda de 4,5 m debe agregarse a la longitud mínima de cordón como se establece en 551-46(b).*

**551-47. Métodos de alambrado**

**a) Sistemas de alambrado.** Se permite tubo *(conduit)* metálico de tipo pesado, semipesado, ligero, tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado, tubo *(conduit)* metálico flexible, cables tipo AC, MC y cables con cubierta no-metálica. Se debe proveer un medio de puesta a tierra de equipos de acuerdo con lo indicado en 250-91.

**b) Tubo *(conduit)*.** Cuando tubo *(conduit)* metálico del tipo pesado y semipesado terminen en una envolvente o en caja de conexiones con un conectador, boquilla (monitor) y contratuerca, se deben proveer 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 tubo *(conduit)* pesado no-metálico.

**d) Cajas.** En paredes y techos falsos 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 falsos deben estar montadas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 370.

***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 falsos.*

***Excepción 2:*** *Se considera como medio aprobado para el montaje de una caja de salida, una tabla de madera de un espesor mínimo de 13 mm con una distancia mínima de 40 mm entre el borde de la tabla y el de la caja de salida, fijada directamente a la pared.*

**f) Cubierta armada.** La cubierta de cables no-metálica, de cables blindados y de cables tipo AC debe ser continuos entre las cajas de salida y otras envolventes.

**g) Protecciones.** Se permite que los cables con cubierta metálica o no-metalica pasen a través del centro de la parte más ancha de los montantes de 5 x 10 cm. Sin embargo, se deben proteger cuando pasen a través de montantes de 5 x 5 cm o en otros montantes o marcos en los que el cable o armadura esté a menos de 3,2 cm 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 un espesor de pared no-menor de 1,5 mm. 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 boquillas, monitores o contratuercas aseguradas firmemente en la abertura antes de instalar el cable.

**h) Dobleces.** Los dobleces no deben tener radios menores a cinco veces el diámetro del cable.

**i) Soporte para el cable.** Cuando los cables se conecten con conectadores o abrazaderas, éstos deben estar soportados a no-más de 30 cm de las cajas de salida, del panel de distribución y de las cajas de conexión en los aparatos. Los soportes deben estar colocados a cada 1,4 m en otros lugares.

**j) Cajas no-metálicas sin abrazaderas para cable.** Los cables con cubierta no-metálica deben sujetarse a no-más de 20 cm de una caja de salida no-metálica sin abrazaderas para cable.

***Excepción:*** *Cuando los dispositivos de alambrado con envolventes integrales son empleados con una coca extra de cable para permitir reemplazos futuros del dispositivo, la coca 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 de madera, tiras protectoras, canalizaciones u otros medios.

**l) Placas frontales metálicas.** Estas placas deben ser de metal ferroso de un espesor no-menor a 0,8 mm o de metales no-ferrosos no-menores a 1 mm de espesor. Las placas frontales no-metálicas deben ser de tipo aprobado y listado.

**m) Placas frontales metálicas puestas a tierra eficazmente.** Cuando se utilicen placas frontales metálicas, éstas deben estar puestas a tierra eficazmente.

**n) Humedad o daño físico.** Cuando el alambrado al exterior o sobre el chasis sea de 120 V o 127 V, nominal o mayor, 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 no-metálico que se fije sólidamente contra las estructuras y envolventes de equipo u otras canalizaciones o cables aprobados e identificados para ese uso.

**o) Conexión de componentes.** Los conectadores y accesorios destinados a estar ocultos al momento del armado, deben estar aprobados e identificados para la conexión de los componentes del edificio. Tales accesorios y conectadores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto a su aislamiento, elevación de temperatura, resistencia a la corriente eléctrica 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**

**1)** 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 flexible o

clavija y cordón aprobado e identificado para uso rudo. El cordón y sus conexiones deben cumplir con las previsiones del Artículo 400 y debe ser considerado como un uso permitido en 400-7.

***Excepción:*** *Cuando la clavija y el cordón están localizados en el interior del vehículo, se permite el uso de cordones de plástico termofijo o elastómero paralelo tipo SPT-3, SP-3 o SPE.*

**2)** Si el receptáculo 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 del personal y estar aprobado y listado para lugares mojados. Un cordón localizado en el exterior de un vehículo debe estar aprobado e identificado para uso exterior.

**3)** A menos que el cordón alimentador sea removible o pueda guardarse en el interior del vehículo, se deben tener las precauciones necesarias para protegerlo contra daños mecánicos o corrosión mientras el vehículo esté circulando (en tránsito).

**4)** Si se usa un cordón con clavija, debe estar instalado de tal manera que no tenga partes energizadas expuestas en las clavijas, cuando estén conectadas.

**q) Preparación para instalaciones de aire acondicionado.** La preparación para 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 panel de distribución 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 en un dispositivo aprobado y listado para este propósito. Cuando se use una caja de conexiones con tapa ciega, las terminales libres de los conductores deben estar adecuadamente cubiertas y 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:

**CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO.**
**ESTA CONEXIÓN ES PARA AIRE ACONDICIONADO A 120 V o 127 V, c.a., 60 Hz,**
**PARA UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE ____ A.**
**NO SE DEBE EXCEDER LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO.**

El valor nominal en corriente eléctrica (A), no debe exceder 80% del valor nominal del circuito, y se debe marcar legiblemente en el espacio en blanco.

**r) Preparación para la instalación de un generador.** La preparación para la instalación futura de un generador debe estar conforme con lo indicado en lo siguiente y a otras partes aplicables de este Artículo.

**1)** Los conductores del circuito deben estar apropiadamente calculados en relación con la carga prevista y protegidos por un dispositivo de protección contra sobrecorriente de acuerdo con su capacidad de conducción de corriente.

**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 receptáculo, desconectadores 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 marcado apropiadamente su valor.

**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:

**CIRCUITO DE GENERADOR.**
**ESTA CONEXIÓN ES PARA UN GENERADOR A 120 V o 127 V, c.a. , 60 Hz,**
**PARA UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE ____ A.**
**NO EXCEDER LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO.**

El valor correcto nominal en A debe estar marcado legiblemente en el espacio en blanco.

**551-48. Conductores y cajas.** El número máximo de conductores permitido en cajas debe cumplir con lo indicado en 370-16.

**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.Desconectadores.** Los desconectadores deben tener un valor nominal como se indica a continuación:

**a) Circuitos de alumbrado.** Para los circuitos de alumbrado, los desconectadores de seguridad deben tener un valor nominal no-menor a 10 A, 120 V o 127 V y en ningún caso menor que la carga conectada.

**b) Motores u otras cargas.** Para motores u otras cargas, los desconectadores deben tener un valor nominal adecuado para controlar la carga, en A o potencia en W (CP), o ambos. (Se permite que un desconectador de acción rápida de uso general controle motores de 1492 W (2 CP) de potencia o menos, con una corriente eléctrica a plena carga no-mayor a 80 % del valor nominal en A del desconectador).

**551-52. Receptáculos.** Todas las salidas para receptáculos deben ser (1) del tipo con puesta a tierra, (2) e instalados de acuerdo con lo indicado en 210-7 y 210-21.

**551-53. Luminarias**

**a) Disposiciones generales.** Cualquier techo o muro con acabados combustibles expuestos entre las aristas del dosel de una luminaria, o el soporte y la caja registro de salida, deben estar cubiertos con materiales no-combustibles o un material aprobado e identificado para tal propósito.

**b) Luminarias en el baño.** Si se provee una luminaria sobre bañeras 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.

El desconectador para luminarias en el baño y para extractores de aire, localizados sobre la bañera o en la regadera deben estar localizados fuera de estos lugares.

**c) Luminarias, salidas, equipo de aire acondicionado, y similares en el exterior.** Las luminarias de exteriores y otros equipos deben estar aprobados y listados para uso exterior.

**551-54. Puesta a tierra.** (Para la conexión de partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica véase también 551-56).

**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 panel de distribución.

**b) Panel de distribución.** El panel de distribución 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) Neutro 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 neutro puesto a tierra en el panel de distribución y en estufas portátiles, secadoras de ropa, cocina unitaria para mostrador o mesas de trabajo y hornos montados a pared deben aislarse de las envolventes de equipo. Los tornillos, cintas o barras de puesta a tierra en el panel de distribución o en aparatos deben ser retirados y desechados.

**2)** La conexión de cocinetas 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, tres polos, cuatro hilos, con clavija y receptáculo del tipo de puesta a tierra.

**551-55. Puesta a tierra de equipo interior**

**a) Partes metálicas expuestas.** En el sistema eléctrico, todas las partes metálicas expuestas, envolventes, armaduras, doseles de luminarias, y similares, deben estar conectados efectivamente a las terminales de puesta a tierra o envolvente del panel de distribución.

**b) Conductores de puesta a tierra de equipo.** 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.** Cuando se especifique la puesta a tierra de equipo eléctrico se permite que:

**1)** La conexión de envolventes metálicas de las canalizaciones metálicas (tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado o ligero), la cubierta de cable tipo MC cuando la cubierta esté identificada para la puesta a tierra, o el blindaje del cable tipo AC.

**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 listado.

**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 al dosel 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 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 ponerse 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 receptáculo, 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.

**551-56. Conexión de partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica**

**a) Conexión requerida.** Todas las partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica expuestas que puedan estar energizadas, deben conectarse efectivamente a las terminales de puesta a tierra o a la envolvente del panel de distribución.

**b) Conexión del chasis.** Un conductor de conexión debe estar conectado entre cualquier panel de distribución 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 conectado cualquier vehículo de recreo que emplee un chasis metálico de construcción unitaria al cual el panel de distribución esté firmemente asegurado con pernos y tuercas o por soldadura o remachado.*

**c) Requerimiento del conductor de conexión.** Las terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y aprobados y listados como conectadores terminales de presión y adecuados al tamaño del cable usado. Los conductores de conexión deben ser sólidos o trenzados, aislados o desnudos y de cobre de tamaño nominal de 8,367 $mm^2$ (8 AWG) o mayor.

**d) Techo metálico y conexión exterior.** El techo metálico y la cubierta exterior deben considerarse conectados a tierra 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 conectado al chasis con una cinta metálica.

**e) Conexión de tubería de gas, agua y drenaje.** Las tuberías de gas, agua y drenaje se consideran puestas a tierra cuando se conectan al chasis.

**f) Conexión de conductos metálicos de aire y hornos.** Los conductos metálicos de circulación de aire y hornos deben estar conectados a tierra.

**551-57. Sujeción y acceso a aparatos eléctricos.** Cada aparato eléctrico debe estar accesible para inspección, servicio, reparación y reemplazo sin remover la construcción permanente. Se deben proveer los medios para asegurar firmemente los aparatos en su lugar cuando el vehículo de recreo esté circulando.

### F. Pruebas en fábrica

**551-60. Pruebas eléctricas de fábrica.** Cada vehículo de recreo debe sujetarse a las siguientes pruebas:

**a) Circuitos de 120 o 127 V o 120/240 o 127/220 V.** Cada vehículo de recreo diseñado con un sistema eléctrico de 120 V, 127 V o 120/240, 127/220 V, debe soportar una prueba de rigidez dieléctrica sin ruptura del dieléctrico, aplicada entre los conductores puestos a tierra y los de fase y la tierra del vehículo de recreo, a una tensión eléctrica de 900 V durante 1 minuto, o a una tensión eléctrica de 1080 V durante un 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 necesitan soportar 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 cabinas han sido aseguradas.

Cada vehículo de recreo debe sujetarse a (1) una prueba de continuidad para asegurar que todas las partes metálicas tienen continuidad apropiadamente; (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.

**b) Circuitos de baja tensión.** Los conductores del circuito de baja tensión de cada vehículo de recreo deben soportar un potencial aplicado sin ruptura eléctrica en una prueba de rigidez dieléctrica a una tensión eléctrica de 500 V durante 1 minuto, o a una tensión eléctrica de 600 V durante 1 segundo. El potencial debe aplicarse entre conductores puestos a tierra y los de fase. La prueba debe ejecutarse en las estaciones finales del proceso de producción después de que todas las cubiertas y cabinas han sido aseguradas.

Se permite que la prueba de los circuitos de iluminación se efectúe antes de que las luces estén instaladas, previendo que las cubiertas exteriores y la cabina interior del vehículo se hayan asegurado. Se permite que el circuito de frenos se pruebe antes de conectarse a los frenos, previendo que el alambrado ha sido asegurado completamente.

***Excepción 1:*** *No se requiere la prueba de alta tensión de los circuitos interconectados con los circuitos del automóvil.*

***Excepción 2:*** *Los dispositivos permanentemente instalados no requieren ser probados con alta tensión.*

### G. Estacionamientos de los vehículos de recreo

**551-71. Tipo de receptáculos provistos.** Cada sitio para vehículo de recreo con suministro eléctrico debe estar equipado al menos con un receptáculo de 20 A, 120 V o 127 V. Al menos 5% de todos los sitios para vehículos de recreo con suministro eléctrico, debe contar cada uno con un receptáculo de 30 A, 120/240 o 220Y/127 V, que cumpla con la configuración indicada en la Figura 551-46(c). Se permite que estos suministros eléctricos incluyan un receptáculo adicional que tenga las configuraciones de acuerdo con lo indicado en 551-81. Un mínimo de 70% de todos cada uno de los sitios de vehículos de recreo con suministro eléctrico, debe estar equipado con un receptáculo de 30 A, 120 V o 127 V, conforme con lo indicado en la Figura 551-46(c). Se permite que este suministro incluya un receptáculo adicional conforme con lo indicado en 551-81. El resto de todos los sitios de vehículos de recreo con suministro eléctrico debe estar equipado con uno o más receptáculos cuya configuración esté de acuerdo con lo indicado en 551-81.

Se permiten receptáculos adicionales para la conexión de equipo eléctrico fuera del vehículo de recreo dentro del estacionamiento para vehículos de recreo.

Todos los receptáculos de 120 V o 127 V, monofásicos de 15 A o 20 A, deben tener un desconectador de circuito por falla a tierra aprobado y listado para protección del personal.

***Excepción:*** *Para calcular el por ciento de sitios de vehículos de recreo con receptáculos de 30 o 50 A, se permite excluir los sitios dedicados exclusivamente a suministro eléctrico de tiendas de campaña de 15 o 20 A.*

**551-72. Sistema de distribución.** El sistema de distribución eléctrica secundaria de un estacionamiento de vehículos de recreo para los sitios de vehículos de recreo, debe derivarse de un sistema monofásico de tres hilos, 120/240 o 220Y/127 V. Los conductores neutros no deben reducirse en tamaño nominal por abajo del de los conductores de fase para la distribución del sitio. Se permite que los conductores neutros se reduzcan en tamaño nominal por abajo mínimo requerido para los conductores de fase, únicamente para cargas conectadas permanentemente a 220 V, fase a fase.

**551-73. Cálculo de cargas**

**a) Bases del cálculo.** La acometida y los alimentadores eléctricos deben calcularse basándose en no-menos de: (1) 9600 VA por sitio, equipado con instalaciones de suministro de 120/240 o 220Y/127 V, 50 A; (2) 3600 VA por sitio, equipado con instalaciones de suministro de 20 y 30 A; (3) 2400 VA por sitio, equipado con instalación de suministro de 20 A, y (4) 600 VA por sitio equipado con instalaciones de alimentación de 20 A que son dedicados exclusivamente a tiendas de campaña. Los factores de demanda mostrados en la Tabla 551-73 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 sitio para un vehículo de recreo tiene más de un receptáculo, el cálculo de la carga debe realizarse únicamente para el receptáculo de valor nominal mayor.

**Tabla 551 73. Factores de demanda para los conductores de entrada de acometida y alimentadores para sitios de estacionamiento**

| Número de sitios para vehículos de recreo | Factor de demanda Por ciento | Número de sitios 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 | más de 36 | 41 |

Cuando las cargas para otras instalaciones tales como edificios de servicios, edificios de recreación y albercas, entre otras, sean totalmente alimentadas por una sola acometida, deben calcularse por separado y sumadas a los valores calculados para los sitios para vehículos de recreo.

**b) Transformadores y paneles de distribución secundaria.** Para los propósitos de esta NOM, cuando la acometida del estacionamiento exceda de 240 V, los transformadores y los paneles de distribución secundaria deben considerarse como acometidas.

**c) Factores de demanda.** El factor de demanda para un número dado de sitios debe aplicarse a todos los sitios indicados. Por ejemplo, 20 sitios calculados a 45% de 3600 VA, resulta con una demanda permitida de 1620 VA por sitio, con un total de 32400 VA para los 20 sitios.

> **NOTA:** Estos factores de demanda pueden ser inadecuados en lugares con temperaturas extremas de calor o frío con circuitos cargados para calefacción o aire acondicionado.

**d) Capacidad del circuito alimentador.** Los conductores del circuito alimentador de un sitio de vehículos de recreo deben tener una capacidad de conducción de corriente adecuada para las cargas suministradas y marcados para cuando menos 30 A. Los conductores puestos a tierra deben tener la misma capacidad de conducción de corriente que los conductores de fase.

> **NOTA:** Debido a las distancias, las longitudes típicas del circuito de la mayoría de los estacionamientos de vehículos de recreo, los tamaños nominales para conductores alimentadores indicados en las Tablas de capacidad de conducción de corriente en el Artículo 310, pueden ser inadecuados para mantener la regulación de tensión eléctrica sugerida en la Nota indicada en 210-19. La caída total de tensión es la suma de las caídas de tensión de cada segmento del circuito, cuando la carga para cada segmento es calculada usando la carga de ese segmento y los factores de demanda indicados en 551-73(a).

**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.** Todos los equipos eléctricos e instalaciones en los estacionamientos de vehículos de recreo deben estar puestos a tierra como lo prescribe el Artículo 250.

**551-76. Puesta a tierra del equipo de suministro para sitios de vehículos de recreo**

**a) Partes metálicas expuestas no-portadoras de corriente eléctrica.** Las partes expuestas no-portadoras de corriente eléctrica 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 que vaya con los conductores del circuito desde el equipo de acometida o desde el transformador de un sistema de distribución secundario. Los

conductores de puesta a tierra de equipo deben estar calculados de acuerdo con lo indicado en 250-95, y se permite que estén empalmados por medios aprobados.

**b) Sistema de distribución secundaria.** Cada sistema de distribución secundaria debe estar puesto a tierra en el transformador.

**c) El conductor neutro no debe ser usado como puesta a tierra de equipo.** El conductor neutro no debe ser usado como puesta a tierra de equipo para vehículos de recreo o equipo dentro de sus estacionamientos.

**d) Ninguna conexión en el lado de la carga.** Ninguna conexión a un electrodo puesto a tierra debe hacerse al conductor neutro en el lado de la carga de los medios de desconexión de la acometida o del panel de distribución del transformador.

**551-77. Equipo de suministro para los sitios de vehículos de recreo**

**a) Ubicación.** Cuando se provea el equipo de suministro de los sitios para vehículos de recreo, deben ubicarse a la izquierda del vehículo estacionado, sobre una línea que esté a 2,74 m ± 0,3 m, del eje longitudinal central del sitio y ubicado en cualquier punto de esa línea a no-más de 4,57 m de la parte posterior del sitio.

***Excepción:*** *En sitios con entrada por ambos lados se permite colocar el equipo de suministro en cualquier punto a lo largo de una línea, a una distancia entre 4,88 y 9,75 m de la parte posterior del sitio.*

**b) Medios de desconexión.** Debe proveerse un desconectador o un interruptor automático en el equipo de suministro del sitio para desconexión del suministro de energía del vehículo de recreo.

**c) Acceso.** Todo equipo de suministro debe estar accesible por una entrada no-obstruida o pasillo no-menor de 61 cm de ancho y 2 m de alto.

**d) Altura de montaje.** El equipo de suministro debe localizarse a no-menos de 61 cm y no-más de 2 m 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 110-16.

**f) Marcado.** Cuando el equipo de suministro del sitio contenga un receptáculo a 120/240 o 220Y/127 V, el equipo debe marcarse como sigue: "Desconecte el desconectador de desconexión o el interruptor automático antes de insertar o remover la clavija. La clavija debe estar insertada o removida totalmente". El marcado debe localizarse sobre el equipo adyacente a la salida para receptáculo.

**551-78. Protección del equipo exterior**

**a) Lugares mojados.** Todos los desconectadores, interruptores automáticos, receptáculos, equipo de control y dispositivos de medición 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. Claro a conductores aéreos.** Los conductores aéreos de no-más de 600 V nominal, deben tener un claro vertical no-menor a 5,5 m y un claro horizontal no-menor a 90 cm en todas las áreas sujetas al movimiento de vehículo de recreo. En las otras áreas, los claros deben cumplir con lo indicado en 225-18 y 225-19.

**551-80. Acometida, alimentador, circuito derivado y conductores de circuito alimentador de sitios subterráneos para vehículos de recreo**

**a) Disposiciones generales.** Todos los conductores directamente enterrados, incluyendo el conductor de puesta a tierra de equipo si es de aluminio, deben estar aislados y aprobados y listados 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 del tipo pesado o semipesado con protección adicional contra la corrosión u otra canalización o envolvente aprobada. Cuando estén sujetos a daño físico, los conductores o cables deben protegerse por tubo *(conduit)* metálico del tipo pesado o semipesado o no-metálico tipo pesado. Esta protección debe extenderse a por lo menos 45 cm del fondo de la trinchera.

> **NOTA:** Véase 300-5 y el Artículo 339 para información de conductores o cable tipo UF, usado en instalaciones subterráneas o directamente enterrado.

**551-81. Receptáculos.** Un receptáculo para suministro de energía eléctrica para vehículos de recreo debe tener alguna de las configuraciones mostradas en la Figura 551-46(c) y los siguientes valores nominales:

**a) 50 A:** 220Y/127 o 208Y/120 V, 50 A, tres polos, cuatro hilos, del tipo de puesta a tierra para sistemas de 220Y/127 o 208/120 V.

**b) 30 A:** 120 V o 127 V, 30 A, dos polos, tres hilos, del tipo de puesta a tierra para sistemas de 120 o 127 V.

**c) 20 A:** 120 o 127 V, 20 A, dos polos, tres hilos, del tipo de puesta a tierra para sistemas de 120 o 127 V.

## ARTÍCULO 552 REMOLQUES

### A. Disposiciones generales

**552-1. Alcance.** Los requisitos de este Artículo cubren a los conductores y equipo eléctrico instalado dentro o sobre remolques, no cubiertos totalmente en los Artículos 550 y 551.

**552-2. Definiciones.** (Véanse los Artículos 100, 550 y 551 para otras definiciones).

**Remolque**. Unidad que cumple con los siguientes criterios: (a) construido sobre un chasis montado sobre ruedas; (b) tiene un área total no-mayor a 37,2 $m^2$, una vez armado.

**552-3. Otros Artículos.** Siempre que los requerimientos de otros Artículos de esta NOM y el Artículo 552 difieran, los requerimientos del Artículo 552 prevalecen.

**552-4. Requerimientos generales.** Un remolque como el especificado en 552-2 está destinado para uso temporal. No está destinado como vivienda permanente o para usos comerciales tales como bancos, clínicas, oficinas o similar.

**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, diferentes a los relacionados con los frenos, están sujetos a esta NOM. Los circuitos que alimenten a las luces deben cumplir con los requerimientos federales o estatales y con esta NOM.

**b) Alambrado de baja tensión**

**1)** 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. Las conexiones al chasis o estructura deben hacerse: (1) en un lugar accesible; (2) por medio de conductores de cobre y terminales de cobre o aleación de cobre del tipo sin soldadura identificadas para el tamaño nominal de alambre usado, y (3) mecánicamente seguras.*

**2)** Los conductores deben estar conforme a los requerimientos de los tipos HDT, SGT, SGR o SXL, o deben tener un aislamiento de acuerdo con lo indicado en la Tabla 310-13 o equivalente. Los conductores de tamaño nominal de 13,30 $mm^2$ (6 AWG) hasta 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) deben estar aprobados y listados.

**3)** Los conductores monoconductores de baja tensión deben ser del tipo trenzado.

**4)** Todos los conductores aislados de baja tensión, deben estar marcados superficialmente a intervalos no-mayores a 1,22 m como sigue:

**a.** Deben estar marcados de acuerdo con lo indicado en la NOM o norma del producto.

**b.** Los conductores de uso automotriz deben estar marcados con el nombre o logotipo del fabricante, designación de especificación (NOM), y el tamaño nominal.

**c.** 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)** Los conductores deben protegerse contra daño físico y deben estar soportados. 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.

**2)** Los conductores deben estar empalmados o unidos con dispositivos de empalme que provean una conexión segura o por soldadura de latón, o por soldadura de un metal o de aleación fusible. 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)** Los circuitos de baterías y otros circuitos de baja tensión deben separarse físicamente al menos 12,7 mm 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)** Las terminales a tierra deben estar accesibles para su servicio. La superficie sobre la cual las terminales a tierra hacen contacto, debe estar limpia y libre de óxido o pintura, o estar eléctricamente conectadas a través de una arandela dentada con dientes internos y externos de cadmio, de estaño, o galvanizadas, o mediante arandelas roscadas. La terminal a tierra sujeta con tornillos, remaches o pernos, tuercas y arandelas 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 del chasis de la batería debe conectarse al chasis con un conductor de cobre de tamaño nominal de 8,367 $mm^2$ (8 AWG). En el caso de que la terminal de alimentación de la batería tenga un tamaño nominal mayor a 8,367 $mm^2$ (8 AWG), entonces el conductor de la conexión debe tener el mismo tamaño nominal.

**d) Instalaciones de baterías.** El almacenamiento de baterías sujeto a los requerimientos de esta NOM debe estar firmemente asegurado a la unidad e instalado en un área hermética al vapor hacia el interior y directamente ventilada al exterior de la unidad.

Cuando las baterías estén instaladas en un compartimento, éste debe estar ventilado con aberturas que tengan un área mínima de 1100 $mm^2$, tanto en la parte superior como en el fondo. Cuando las puertas del compartimento estén

equipadas con ventilación, las aberturas deben estar a no-más de 50,8 mm de la parte superior y del fondo. Las baterías no deben instalarse en un compartimento que contenga equipo que produzca chispas o flama.

**e) Protección contra sobrecorriente**

**1)** El alambrado del circuito de baja tensión debe estar protegido por medio de dispositivos de protección contra sobrecorriente que no excedan la capacidad de conducción de corriente de los conductores de cobre, como se indica a continuación:

**Tabla 552 10 (e)(1). Protección contra sobrecorriente para baja tensión**

| Tamaño nominal del cable $mm^2$ | AWG | Capacidad de conducción de corriente A | Tipo de alambre |
|---|---|---|---|
| 0,8235 | 18 | 6 | Trenzado únicamente |
| 1,307 | 16 | 8 | Trenzado únicamente |
| 2,082 | 14 | 15 | Trenzado o sólido |
| 3,307 | 12 | 20 | Trenzado o sólido |
| 2,260 | 10 | 30 | Trenzado o sólido |

**2)** Los interruptores automáticos o fusibles deben ser de un tipo aprobado, incluyendo los de la instalación eléctrica del automóvil. Los portafusibles deben estar claramente marcados con la máxima capacidad del fusible y estar protegidos contra cortocircuito y daño físico por medio de cubiertas o medios equivalentes.

**3)** Los aparatos de corriente eléctrica continua más grandes, como bombas, compresores, calefactores y aparatos similares controlados por motor, deben estar instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Los motores que sean controlados por desconectadores automáticos o manuales del tipo bloqueado deben protegerse de acuerdo con lo indicado en 430-32(c).

**4)** El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe instalarse en un lugar accesible sobre la unidad a no-más de 45 cm del punto donde se conecta la fuente de alimentación a los circuitos de la unidad. Si se localiza en el exterior del remolque, el dispositivo debe protegerse contra la intemperie y daño físico.

***Excepción:*** *Se permite que la alimentación externa de baja tensión tenga el dispositivo de protección contra sobrecorriente a no-más de 45 cm después de la entrada a la unidad o después de que ha dejado una canalización metálica.*

**f) Desconectadores.** Los desconectadores deben tener un valor nominal en corriente eléctrica continua no-menor a la carga conectada.

**g) Luminarias.** Todas las luminarias interiores de baja tensión deben estar aprobadas y listadas.

***Excepción:*** *Las luminarias de 4 W o menos, que empleen lámparas de 1,2 W o menos.*

### C. Sistemas eléctricos combinados

**552-20. Sistemas eléctricos combinados**

**a) Disposiciones generales.** Se permite que las unidades eléctricas adecuadas para conectarse a una batería u otra fuente de alimentación de baja tensión se conecten a una fuente de 120 o 127 V, siempre que el sistema de alambrado completo y el equipo tengan un valor nominal, y sean instalados en total conformidad con los requerimientos de las Partes A, C, D y E de este Artículo que cubren los sistemas eléctricos a 120 o 127 V. Los circuitos alimentadores de c.a. de transformadores no deben alimentar aparatos de c.c.

**b) Rectificadores de tensión eléctrica de 120 o 127 V en c.a. a baja tensión en c.c.**

El lado de 120 o 127 V en c.a. del rectificador de tensión debe estar alambrado en total conformidad con los requerimientos de las Partes A, C, D y E de este Artículo para sistemas eléctricos de 120 o 127 V.

***Excepción:*** *Los rectificadores alimentados como parte integral de un aparato eléctrico aprobado y listado no deben estar sujetos a lo indicado anteriormente.*

Todos los rectificadores y transformadores deben ser de un tipo aprobado para uso en vehículos de recreo, y diseñados o equipados para proveer protección contra altas temperaturas. Para determinar la capacidad nominal de los rectificadores, se debe aplicar la siguiente fórmula a la carga total conectada, incluyendo la tasa promedio de carga de la batería de todos los equipos de 12 V.

Los primeros 20 A de la carga a 100%, más los segundos 20 A a 50%, más toda la carga por arriba de 40 A a 25%.

***Excepción:*** *Un aparato eléctrico de baja tensión que esté controlado por un desconectador momentáneo (normalmente abierto) que no tenga medios para mantenerlo en la posición de conectado, no debe ser considerado como una carga conectada cuando se determine el valor nominal requerido del convertidor. Los aparatos conectados momentáneamente deben estar limitados a aquéllos usados para preparar la unidad para su ocupación o traslado.*

**c) Puesta a tierra de las envolventes del convertidor de tensión eléctrica.** La envolvente metálica no-portadora de corriente eléctrica del convertidor de tensión debe estar conectado a la estructura de la unidad con un conductor de cobre de tamaño nominal mínimo de 8,367 $mm^2$ (8 AWG). Se permite que el conductor de puesta a tierra para la batería y la envolvente metálica sea el mismo conductor.

**d) Luminarias y aparatos de doble tensión.** Las luminarias o aparatos que tengan tanto conexiones para 120 o 127 V y también para baja tensión deben estar aprobadas y listadas para doble tensión eléctrica.

**e) Autotransformadores.** No deben usarse autotransformadores.

**f) Receptáculos y clavijas.** Cuando un remolque esté equipado con un sistema de c.a. de 120 o 127 V, o 120/240 o 220Y/127 V, para un sistema de baja tensión, o ambos, los receptáculos y las clavijas del sistema de baja tensión deben diferir en configuración de los del sistema de 120 o 127 V o 120/240 o 220Y/127 V. Cuando una unidad equipada con una batería o sistema de c.c. que tenga una conexión externa para energía de baja tensión, el conectador debe tener una configuración que no acepte 120 o 127 V de energía.

**D. Sistemas de 120 o 127 V o 120/240 V o 220Y/127 V nominales**

**552-40. Sistemas de 120 o 127 V o 120/240 V o 220Y/127 V nominales**

**a) Requerimientos generales.** Los equipos y materiales eléctricos de vehículos de recreo, indicados para ser conectados a un sistema de alambrado de tensión eléctrica nominal a 120 o 127 V, dos hilos con tierra, o un sistema de alambrado de tensión nominal a 120/240 o 220Y/127 V, tres hilos con tierra, deben estar aprobados, listados e instalados de acuerdo con los requerimientos de las Partes A, C, D y E de este Artículo.

**b) Materiales y equipo.** Los materiales eléctricos, dispositivos, aparatos, accesorios y otros equipos instalados, destinados para su uso dentro o fijados a un vehículo de recreo, deben estar aprobados y listados. Todos los productos deben usarse sólo de la manera para la cual han sido probados y adecuados para el uso destinado.

**552-41. Salidas para receptáculos requeridas**

**a) Espaciamiento.** Las salidas para receptáculos deben instalarse sobre las paredes cada 61 cm o más de ancho, de tal manera que ningún punto a lo largo de una línea en el piso medido horizontalmente esté a más de 1,83 m, de una salida en ese espacio.

***Excepción 1:*** *Áreas de cuartos de baños y estancias.*

***Excepción 2:*** *El espacio de paredes ocupado por gabinetes de cocina, armarios, 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 receptáculos se deben instalar:

**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 de 30,5 cm o más).

**2)** Adyacentes a espacios que alojen refrigeradores y estufas de gas o aparatos eléctricos para cocinar, excepto cuando se instalen en fábrica y no requieran conexión eléctrica externa.

**3)** Adyacentes a espacios en la parte superior de mostradores de 30,5 cm de ancho o más que no estén al alcance desde un receptáculo especificado en 552-41(b)(1) por medio de un cordón de 1,83 m sin cruzar áreas de paso, aparatos eléctricos de cocinar o fregaderos.

**c) Protección por interruptor de circuito por falla a tierra.** Cuando se provea, cada salida para receptáculo monofásico de 120 V o 127 V y 15 o 20 A, debe tener una protección para las personas con un interruptor de circuito por falla a tierra en los siguientes lugares:

**1)** Adyacentes a lavamanos de los baños.

**2)** A no-más de 1,83 m de cualquier lavadero o fregadero.

***Excepción 1:*** *Los receptáculos instalados para aparatos en espacios dedicados, tales como lavavajillas, trituradores de desperdicios, refrigeradores, congeladores y equipo de lavandería.*

***Excepción 2:*** *Receptáculos únicos para conexiones interiores de secciones expandibles de cuarto.*

**3)** En el área ocupada por un sanitario, regadera, tina o cualquier combinación de ellas.

**4)** En el exterior del remolque.

***Excepción:*** *No requiere tener protección con interruptor de circuito por falla a tierra los receptáculos que están localizados dentro de un panel accesible que está instalado en el exterior del remolque para el suministro de un aparato eléctrico instalado.*

Se permite una salida para receptáculo en una luminaria aprobada y listada. No se permite instalar una salida para receptáculo en una tina o compartimento combinado de tina con regadera.

**d) Salida para cinta calefactora.** Si se instala una salida para cinta calefactora debe localizarse abajo del remolque a no-más de 61 cm de la entrada de agua fría.

**e) Salidas para receptáculo en exteriores.** Debe instalarse cuando menos una salida para receptáculo en el exterior. Una salida para receptáculo localizada en un compartimento accesible desde el exterior del remolque, debe ser considerada una salida para receptáculo en el exterior. Las salidas para receptáculo en el exterior deben estar protegidas como se indica en 552-41(c)(4).

**f) Salidas para receptáculo no-permitidas**

**1) Espacios de regaderas o bañeras.** Las salidas para receptáculo no deben estar instaladas en o dentro de 76,2 cm de un espacio para regadera o bañeras.

**2) Posición hacia arriba.** No debe instalarse un receptáculo con la cara hacia arriba sobre la superficie superior de cualquier mostrador.

**552-43. Suministro de energía**

**a) Alimentador.** El suministro de energía al remolque debe realizarse por un conjunto alimentador consistente de no-más de un cordón de suministro de energía de 30 o 50 A aprobado para remolques con una clavija integralmente moldeada, o un alimentador permanentemente instalado.

**b) Cordón de suministro de energía.** Si el remolque tiene un cordón de suministro de energía, éste debe sujetarse permanentemente al panel de distribución, o a la caja de conexiones permanentemente conectada al panel de distribución, con el extremo libre que termine en una clavija premoldeada al cordón.

Los cordones con adaptadores y extremos curvos (cola de cochino), cordones de extensión y similares no deben sujetarse a, o enviarse con un remolque.

Una abrazadera adecuada o su equivalente debe proveerse en el tapón desprendible del panel de distribución para proporcionar alivio de esfuerzos al cordón y prevenir que los esfuerzos sean transmitidos a las terminales cuando el cordón de suministro de energía opere de la manera prevista.

El cordón debe ser del tipo aprobado y listado con tres hilos, 120 V 127 V o cuatro hilos 120/240 o 220Y/127 V, uno de los cuales debe identificarse como conductor de puesta a tierra de color verde continuo o verde continuo con una o más franjas de color amarillo.

**552-44. Cordón**

**a) Permanentemente conectado.** Cada conjunto alimentador de energía debe suministrarse de fábrica o instalarse en fábrica, conectado directamente a las terminales del panel de distribución o a los conductores dentro de una caja de empalme, y provisto con medios para prevenir esfuerzos que sean transmitidos a las terminales. La capacidad de conducción de corriente de los conductores entre cada caja de empalme y las terminales de cada panel de distribución deben tener al menos igual a la capacidad de conducción de corriente del conjunto alimentador de energía. El extremo del conjunto 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 conjunto alimentador debe tener provisiones permanentes para la protección contra la corrosión y daño mecánico mientras la unidad esté circulando.

**b) Longitud del cordón.** La longitud útil del cordón expuesto debe medirse desde el punto de entrada al remolque o de la cara de la entrada, al ras de la superficie (clavija de la base del motor) a la cara de la clavija en el extremo del alimentador.

La longitud útil del cordón expuesto, medida al punto de entrada en el exterior del remolque, debe tener un mínimo de 7 m, cuando el punto de entrada está en el costado del remolque, o debe ser de un mínimo de 8,5 m cuando el punto de entrada se encuentra en la parte posterior del remolque. La longitud máxima no debe exceder de 11 m.

Cuando la entrada del cordón al interior del remolque se encuentra a más de 90 cm por encima del piso, las longitudes mínimas del cordón indicadas en el párrafo anterior, deben incrementarse a una distancia igual a la altura vertical de la entrada del cordón superior a 90 cm.

**c) Clavijas**

**1)** Los remolques con alambrado de acuerdo con lo indicado en 552-46(a) deben tener una clavija de dos polos, tres hilos, tipo de puesta a tierra, marcada para 30 A nominales, 120 o 127 V, conforme a la configuración mostrada en la Figura 552-44(c) destinada para usarse con unidades marcadas para 30 A nominales, 120 o 127 V.

**2)** Los remolques que tengan un conjunto alimentador de energía marcado para 50 A nominales como se permite en 552-43(b) deben tener tres polos, cuatro hilos, del tipo de puesta a tierra, marcado para 50 A nominales, 220Y/127 V, conforme a la configuración mostrada en la Figura 552-44(c).

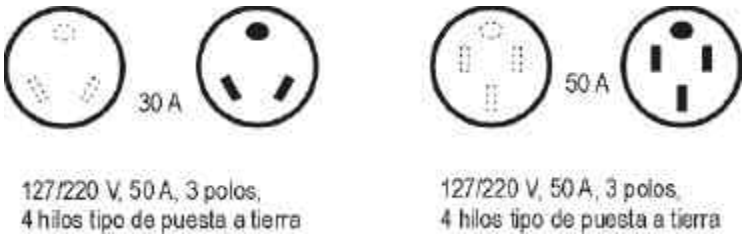



**Figura 552-44 (c)**

**d) Etiquetado en la entrada eléctrica.** Cada remolque debe tener permanentemente fija en su cubierta exterior, en o cerca del punto de entrada del conjunto alimentador, una etiqueta de 76 mm por 44,5 mm de tamaño mínimo, ya sea grabada, estampada en metal o en relieve en bronce, acero inoxidable o aluminio anodizado o de aluminio con recubrimiento de aluminio puro, de espesor no-menor de 0,5 mm o de otro material adecuado (por ejemplo, lámina de plástico de 0,13 mm de espesor) en la cual se lea, según el caso, lo siguiente:

**ESTA CONEXIÓN ES PARA 120 o 127 V, c.a.**
**60 Hz y 30 A DE ALIMENTACIÓN**

o

**ESTA CONEXIÓN ES PARA 120/240 o 220Y/127 V, c.a., 3 POLOS**
**4 HILOS, 60 Hz, CON _____ A DE ALIMENTACIÓN**

El valor nominal en A debe ser marcado en el espacio en blanco.

**e) Ubicación.** El punto de entrada de un conjunto alimentador debe ubicarse a no-más de 4,57 m de la parte posterior, sobre el costado izquierdo, o en la parte posterior a la izquierda del eje longitudinal del remolque, a no-más de 45,7 cm de la pared exterior.

***Excepción 1:*** *Se permite que un remolque equipado únicamente con un sistema de drenaje flexible aprobado o un sistema lateral de venteo del drenaje tenga el punto eléctrico de entrada ubicado en cualquier costado, siempre que el(los) drenaje(s) para el sistema sanitario esté(n) localizado(s) en el mismo lado.*

***Excepción 2:*** *Se permite que un remolque tenga el punto eléctrico de entrada ubicado a no-más de 4,5 m de su parte posterior. Cuando esto ocurra, la distancia que supere 4,5 m debe sumarse a la longitud mínima del cordón especificada en 551-46(b).*

**f) Mufa o canalización.** Cuando la carga calculada exceda 50 A o cuando se use un alimentador permanente, la alimentación debe realizarse por medio de:

**1)** Una instalación con una mufa, instalada de acuerdo con indicado en el Artículo 230, que contenga cuatro conductores continuos, aislados, alimentadores codificados en color, uno de los cuales sea el conductor de puesta a tierra de equipo.

**2)** Una canalización metálica o tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado desde los medios de desconexión en el remolque a su parte inferior, con provisiones para la sujeción a cajas de conexión adecuadas o accesorios para la canalización sobre la parte inferior del remolque (con o sin conductores como se indica en 550-5(i)(1)).

**552-45. Panel de distribución**

**a) Aprobado y marcado apropiadamente.** Un panel de distribución aprobado y marcado apropiadamente u otro equipo aprobado específicamente para este propósito debe usarse. La barra terminal del conductor puesto a tierra, debe aislarse de la envolvente como se indica en 552-55(c). Una barra terminal del conductor de puesta a tierra de equipo debe sujetarse dentro de la envolvente metálica del panel de alumbrado y control.

**b) Ubicación.** El panel de distribución debe instalarse en un lugar de fácil acceso. El claro de trabajo para el panel de alumbrado y control no debe ser menor de 60 cm de ancho por 80 cm de profundidad.

***Excepción:*** *Cuando la cubierta del panel de alumbrado y control esté expuesta al espacio interno de un pasillo, se permite que una de las dimensiones del claro de trabajo sea reducida a un mínimo de 55 cm. Un panel de alumbrado y control se considera expuesto cuando la cubierta del mismo no está a más de 50 mm del acabado superficial del pasillo.*

**c) Tipo frente muerto.** El panel de distribución debe ser del tipo frente muerto. Se debe proveer un medio de desconexión principal cuando se usan fusibles o cuando se usan más de dos interruptores automáticos. Se debe proveer un dispositivo de protección contra sobrecorriente principal que no exceda el valor nominal del conjunto alimentador cuando se usen más de dos circuitos derivados.

**552-46. Circuitos derivados.** Los circuitos derivados deben determinarse de acuerdo con lo siguiente:

**a) De dos a cinco circuitos de 15 o 20 A.** Se permiten de dos a cinco circuitos de 15 o 20 A para alimentar alumbrado, salidas para receptáculos y aparatos fijos. Tales remolques deben equiparse con un panel de distribución marcado a 120 o 127 V máximo para un conjunto alimentador principal marcado para 30 A nominales. No se deben instalar más de dos aparatos controlados por termostato de 120 o 127 V (por ejemplo, acondicionador de aire y calentador de agua), a menos que se usen desconectadores aisladores para los aparatos eléctricos, sistemas de administración de energía o métodos similares.

**b) Más de cinco circuitos.** Cuando sean necesarios más de cinco circuitos, deben determinarse de acuerdo con lo siguiente:

**1) Alumbrado.** Basado en 32,26 VA/$m^2$ veces las dimensiones exteriores del remolque (excluido el acoplador), dividido entre 127 V para determinar el número de circuitos de 15 o 20 A para alumbrado por área, por ejemplo:

$$\frac{32{,}26 \text{ X Largo X Ancho}}{127 \text{ X } 15 \text{ (o } 20)} = \text{Número de circuitos de } 15 \text{ o } 20 \text{ A}$$

Se permite que los circuitos de alumbrado alimenten hornos de gas interconstruidos con servicio eléctrico únicamente para luces, relojes o temporizadores, o trituradores de basura aprobados y listados conectados por cordón.

**2) Aparatos eléctricos pequeños.** Los circuitos derivados para aparatos eléctricos pequeños deben instalarse de acuerdo con lo indicado en 220-4(b).

**3) Aparatos eléctricos en general.** (Incluyendo hornos, calentadores de agua, estufas y acondicionadores de aire centrales o de ventana, y similares.) Debe haber uno o más circuitos de valor nominal adecuado de acuerdo con lo siguiente:

**NOTA 1:** Para circuitos derivados para lavandería, véase 220-4(c).

**NOTA 2:** Para acondicionadores de aire centrales, véase el Artículo 440.

**a.** Valor nominal en corriente eléctrica (A) de aparatos fijos no-mayores a 50% del valor nominal del circuito si las salidas de alumbrado (receptáculos, diferentes a los de la cocina, comedor y lavandería, considerados como salidas de alumbrado), están en el mismo circuito.

**b.** Para aparatos fijos en un circuito sin salidas para alumbrado, la suma de la corriente eléctrica nominal (A) no excede el valor nominal del circuito derivado. Cargas de motor u otras cargas de servicio pesado continuo no deben exceder 80% del valor nominal de los circuitos derivados.

**c.** El valor nominal de un aparato eléctrico conectado con cordón y clavija en un circuito que no tenga ninguna otra salida, no debe exceder 80% del valor nominal del circuito.

**d.** El valor nominal de un circuito derivado debe basarse en la capacidad de demanda como se especifica en 552-47(b)(5).

**552-47. Cálculos.** El siguiente método debe ser empleado para el cálculo de la carga para el cordón de alimentación y panel de distribución para cada conjunto alimentador en cada remolque, en lugar del procedimiento indicado en el Artículo 220, y debe basarse en una alimentación de tres hilos, 220Y/127 V con cargas balanceadas a 120 o 127 V entre las dos fases del sistema de tres hilos.

**a) Carga de alumbrado y aparatos eléctricos pequeños:**

VA de alumbrado: La longitud por el ancho del piso del remolque (dimensiones externas), por 32,26 VA/$m^2$ veces. Por ejemplo:

Longitud x Ancho x 32,26 = Carga de alumbrado (VA alumbrado).

VA de aparatos eléctricos pequeños: Número de veces circuitos de 1500 VA por cada circuito para receptáculo para aparatos eléctricos de 20 A (ver definición de aparato eléctrico, portátil y el texto explicativo) incluyendo 1500 VA para el circuito de lavandería; por ejemplo:

VA de pequeños aparatos eléctricos = Número de circuitos x 1500

VA totales = VA de alumbrado más aparatos eléctricos pequeños

Los primeros 3000 VA totales a 100% más el remanente a 35% = VA divididos entre 220 V para obtener la corriente eléctrica (A) 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 eléctricos pequeños como se calcula en 552-47(a).

**2)** La corriente eléctrica (A) 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 los calentadores o enfriadores, excepto si incluye un motor ventilador que es usado como motor evaporador de aire acondicionado. Cuando un acondicionador de aire no se instala y se proporciona un cordón alimentador de 50 A, se permiten 15 A por fase para acondicionamiento de aire.

**3)** 25% de la corriente eléctrica de los motores más grandes indicados en (2).

**4)** La corriente eléctrica 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, usar 75% del total.

**5)** Calcular la corriente eléctrica (A) para estufas y hornos integrados (distintas a los hornos y cocinetas separados) al dividir entre 220 V los valores indicados a continuación:

| Valor nominal en la placa de datos | Usar (VA) |
|---|---|
| 0 a 10000 | 80% del valor nominal |
| 10001 a 12500 | 8000 |
| 12501 a 13500 | 8400 |
| 13501 a 14500 | 8800 |
| 14501 a 15500 | 9200 |
| 15501 a 16500 | 9600 |
| 16501 a 17500 | 10000 |

**6)** Si se proporcionan salidas o circuitos para aparatos eléctricos distintos de los instalados en fábrica, debe incluirse la carga estimada.

Véase el siguiente ejemplo para ilustrar la aplicación de estos cálculos.

**Ejemplo**

El piso de un remolque es de 12,0 m x 3,0 m y tiene dos circuitos para aparatos eléctricos pequeños, uno para un calefactor de 1000 VA a 220 V, un ventilador de extracción de 200 VA a 127 V, un lavavajillas de 400 VA a 127 V y una estufa eléctrica de 6000 VA a 220 V.

**Carga de alumbrado y aparatos eléctricos pequeños.**

Carga de alumbrado = 12 x 3 x 32,26 = 1161,4 VA

Carga de aparatos eléctricos pequeños = 1500 x 2 = 3000,0 VA

Lavandería = 1500 x 1 = 1500,0 VA

Subtotal 5661,4 VA

Los primeros 3 000 VA a 100 % = 3000,0 VA

El restante (5661,4 - 3000,0) a 35 % = 931,5 VA

Total 1 3931,5 VA

3931,5 / 220 = 17,87 A

Corriente por fase = ----- -- = 17,87 A

**Corriente por fase**

| | A | B |
|---|---|---|
| Alumbrado y aparatos eléctricos pequeños | 17,87 | 17,87 |
| Calefactor = 1000 / 220 = | 4,54 | 4,54 |
| Ventilador = (200 x 125%) / 127 = | | 1,97 |
| Lavavajillas = 400 / 127 = | 3,15 | |
| Estufa = (6 000 x 0,8) / 220 = | 21,82 | 21,82 |
| Totales | 47,38 | 46,20 |

Basado en la corriente eléctrica más alta calculada para cualquier fase, se requiere un cordón de alimentación de 50 A.

**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 220-30 y en la Tabla 220-30.

**552-48. Métodos de alambrado**

**a) Sistemas de alambrado.** Se permite usar tubo *(conduit)* metálico del tipo pesado, semipesado y ligero, tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado, tubo *(conduit)* metálico flexible, y cables tipo MC, AC con cubierta no-metálica. Se debe proporcionar un medio de puesta a tierra de equipo de acuerdo con lo indicado en 250-91.

**b)** Tubo ***(conduit).*** Cuando el tubo *(conduit)* metálico de tipo pesado y semipesado terminen en una envolvente con una conexión de monitor y contratuerca, deben colocarse dos contratuercas, una dentro y otra fuera de la envolvente. Todos los extremos del tubo *(conduit)* deben estar escariados o terminados para eliminar los filos cortantes.

**c) Cajas no-metálicas.** Las cajas no-metálicas son aceptables únicamente con cable con cubierta no-metálica o tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado.

**d) Cajas.** En paredes y techos falsos de madera o de otro material combustible, las cajas y accesorios deben quedar a ras con el acabado de la superficie o sobresaliendo.

**e) Montaje.** Las cajas en paredes y techos falsos deben montarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 370.

***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 falsos.*

***Excepción 2:*** *Se considera como medio aprobado para el montaje de una caja de salida, una tabla de madera de un espesor mínimo de 13 mm con una distancia mínima de 40 mm entre el borde de la tabla y el de la caja de salida, fijada directamente a la pared.*

**f) Cubierta armada.** La cubierta de cables con cubiertas no metálicas, cables blindados y cables tipo AC deben ser continuos entre las cajas de salida y otras envolventes.

**g) Protecciones.** 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 cm x 10 cm. Sin embargo, deben protegerse cuando pasen a través de montantes de 5 cm x 5 cm o en otros montantes o marcos en los que el cable o armado, esté a menos de 3,2 cm de la superficie interior o exterior de los montantes, cuando los materiales que cubren la pared están en contacto con los montantes. Para proteger al cable se requieren placas de acero a cada lado del cable, o un tubo de un espesor de pared no-menor a 1,5 mm. Estas placas o tubos deben fijarse firmemente en su sitio. Cuando los cables con cubierta no-metálica pasen a través de punzonados, cortes, ranuras barrenadas o agujeros en partes metálicas, el cable debe protegerse por boquillas, monitores o contratuercas aseguradas firmemente en la abertura, antes de instalar el cable.

**h) Soportes para el cable.** Cuando estén conectados con conectores o abrazaderas para cable, los cables deben soportarse a no-más de 30 cm de las cajas registro de salida, de paneles de distribución y de cajas de conexión de los aparatos. Se deben colocar soportes a cada 1,4 m en otros lugares.

**i) Cajas no-metálicas sin abrazaderas para cable.** Los cables con cubierta no-metálica deben estar soportados a no-más de 20 cm de una caja registro de salida no-metálica sin abrazaderas para cable.

***Excepción:*** *Cuando se empleen artefactos eléctricos con envolventes integrales con una vuelta extra de cable para permitir futuro reemplazo del dispositivo, la vuelta de cable debe considerarse como una parte integral del dispositivo.*

**j) Daño físico.** Cuando un cable con cubierta no-metálica expuesto esté sujeto a daño físico, debe protegerse con cubiertas de madera, tiras protectoras, tubos u otros medios.

**k) Placas frontales metálicas.** Las placas frontales metálicas deben ser de metal ferroso de un espesor no-menor a 0,8 mm o de metales no-ferrosos no-menores a 1 mm de espesor. Las placas frontales no-metálicas deben ser aprobadas y listadas.

**l) Placas frontales metálicas puestas a tierra eficazmente.** Cuando se utilicen placas frontales metálicas, éstas deben estar puestas a tierra eficazmente.

**m) Humedad o daños físicos.** Cuando el alambrado al exterior o sobre el chasis sea de 120 o 127 V, nominales o mayores, 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 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 conectadores y accesorios destinados a estar ocultos al momento del armado, deben estar aprobados e identificados para la conexión de los componentes del edificio. Tales accesorios y conectadores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto a su aislamiento, elevación de

temperatura, resistencia a la corriente eléctrica de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes producidos durante el transporte del remolque.

**o) Métodos de conexión de unidades expandibles**

**1)** Se permite que aquella parte de un circuito derivado que esté instalada en una unidad expandible, se conecte al circuito derivado en el cuerpo principal del vehículo por medio de un cordón flexible o clavija y cordón aprobado y listado para uso rudo. El cordón y sus conexiones deben cumplir con las previsiones del Artículo 400 y deben estar considerados como un uso permitido en 400-7.

**2)** Si el receptáculo provisto para la conexión del cordón al circuito principal está localizado en el exterior del vehículo, debe protegerse con un interruptor de circuito de falla a tierra para seguridad del personal y estar aprobado y listado para lugares mojados. Debe identificarse un cordón localizado en el exterior de un remolque para uso exterior.

**3)** A menos que el conjunto alimentador sea removible o pueda guardarse dentro del interior del vehículo, se deben tener las previsiones permanentes para protegerlo contra daños mecánicos o corrosión mientras el remolque esté circulando.

**4)** Si se usa un cordón con clavija, debe instalarse de tal manera que no tenga partes expuestas vivas en las clavijas cuando estén conectadas.

**p) Preparación para instalaciones de aire acondicionado.** La preparación 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)** Un dispositivo de protección contra sobrecorriente con un valor nominal compatible con los conductores del circuito debe instalarse en el panel de distribución.

**2)** Las terminales de carga del circuito deben terminar en una caja de conexión con una tapa ciega o un dispositivo aprobado y listado para este propósito. Cuando se use una caja de conexión con tapa ciega, las terminales libres de los conductores deben cubrirse y encintarse adecuadamente.

**3)** Debe colocarse una etiqueta sobre o adyacente a la tapa de la caja de empalme con la leyenda conforme a 552-44(b):

**CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO**
**ESTA CONEXIÓN ES PARA AIRE ACONDICIONADO A (120 V) 127 V, c.a., 60 Hz,**
**PARA UNA CAPACIDAD MÁXIMA DE ____ A**
**NO SE DEBE EXCEDER LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO**

El valor nominal en corriente eléctrica (A) no debe exceder de 80% del valor nominal del circuito, y se debe marcar legiblemente en el espacio en blanco.

**552-49. Conductores y cajas**

**a) Número máximo de conductores.** El número máximo de conductores permitido en cajas debe cumplir con lo indicado en 370-16.

**b) Conductores libres en cada caja.** Deben dejarse al menos 15 cm de conductor libre en cada caja, excepto cuando los conductores estén destinados a tener curvas sin uniones.

**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 y conexiones de conductores en terminales deben estar de acuerdo con lo indicado en 110-14.

**552-52. Desconectadores.** Los desconectadores deben tener un valor nominal como se indica a continuación:

**a) Circuitos de alumbrado.** Para los circuitos de alumbrado, los interruptores de seguridad deben tener un valor nominal no-menor a 10 A, 120 o 127 V y en ningún caso menor que la carga conectada.

**b) Motores u otras cargas.** Para motores u otras cargas, los desconectadores deben tener un valor nominal en A o en W, o ambos, adecuado para controlar la carga. (Se permite que un desconectador de acción rápida de uso general, controle motores de 1492 W de potencia (2 CP) o menos, con una corriente eléctrica a plena carga no-mayor a 80% del valor nominal en A del desconectador).

**552-53. Receptáculos.** Todas las salidas para receptáculos deben ser (1) del tipo con puesta a tierra, (2) instalados de acuerdo con lo indicado en 210-7 y 210-21.

**552-54. Luminarias**

**a) Disposiciones generales.** Cualquier techo o muro con acabados combustibles expuestos entre las aristas del dosel de una luminaria, o del soporte y de la caja registro de salida, deben estar cubiertos con materiales no-combustibles o con un material aprobado e identificado para tal propósito.

**b) Luminarias en el baño.** Si se provee una luminaria sobre bañeras o regaderas deben ser del tipo cerrado y con empaques, aprobado e identificado para este tipo de instalación, y estar protegida por un interruptor de circuito por falla a tierra.

El desconectador para luminarias en el baño y para ventiladores extractores, localizadas sobre la tina o en la regadera debe estar localizado fuera de estos lugares.

**c) Luminarias, salidas, equipo de aire acondicionado, y similares en el exterior.** Las luminarias de exteriores y otros equipos deben estar aprobadas y listadas para uso exterior.

**552-55. Puesta a tierra.** (Para la conexión de partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica véase también 551-56).

**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 panel de distribución.

**b) Panel de distribución.** El panel de distribución 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) Neutro aislado**

**1)** El conductor puesto a tierra (neutro) debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de equipo y de las envolventes del equipo y de otras partes puestas a tierra. Las terminales del neutro en el panel de distribución y en estufas portátiles, secadoras de ropa, unidades de cocimiento montadas sobre mostradores o mesas de trabajo y hornos montados en la pared deben, aislarse de las envolventes de equipo. Los tornillos, cintas o barras de conexión en el panel de distribución o en aparatos deben ser retirados y desechados.

**2)** La conexión de cocinetas 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, tres polos, cuatro hilos, con clavija y receptáculo 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, doseles de luminarias y similares, deben estar efectivamente conectados a las terminales de puesta a tierra o envolvente del panel de distribución.

**b) Conductores de puesta a tierra de equipo.** 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.** Cuando se especifique la puesta a tierra de equipo eléctrico se permite que:

**1)** La conexión a envolventes metálicas de las canalizaciones metálicas (tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado o ligero), la cubierta de cable tipo MC, cuando la cubierta sea identificada para la puesta a tierra, o el blindaje del cable tipo AC.

**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 y listado.

**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 al dosel 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 luminarias fijados con tornillos).

**d) Conexiones de puesta a tierra en cajas no metálicas.** Debe estar dispuesta una conexión entre uno o más conductores de puesta a tierra colocados dentro de una caja registro de salida no-metálica de tal forma que la conexión pueda ser hecha a cualquier accesorio o dispositivo en la caja que requiere estar puesto a tierra.

**e) Continuidad de puesta a tierra.** Cuando más de un conductor de puesta a tierra de equipo de un circuito derivado entra a una caja, tales conductores deben tener un buen contacto eléctrico entre ellos, y el arreglo debe ser de forma que la desconexión o remoción de un receptáculo, 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, tales 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. Continuidad de partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica**

**a) Conexión requerida.** Todas las partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica expuestas que pueden estar energizadas, deben estar efectivamente conectadas a las terminales de puesta a tierra o a la envolvente del panel de distribución.

**b) Conexión al chasis.** Un conductor debe estar conectado entre cualquier panel de distribución y una terminal accesible en el chasis. Los conductores de aluminio no deben usarse para la conexión si tales conductores o sus terminales están expuestas a elementos corrosivos.

***Excepción:*** *Cualquier remolque que emplea un chasis metálico de construcción unitaria al cual el panel de distribución está firmemente asegurado con pernos y tuercas o por soldadura o remachado, debe considerarse como conectado.*

**c) Requerimiento del conductor de puesta a tierra.** Las terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y aprobados y listados como conectadores terminales de presión y adecuados al tamaño del cable usado. Los conductores de puesta a tierra deben ser sólidos o trenzados, aislados o desnudos y de cobre con tamaño nominal de al menos 8,37 $mm^2$ (8 AWG).

**d) Techo metálico y puesta a tierra exterior.** El techo metálico y la cubierta exterior deben considerarse conectadas a tierra 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.

**2)** Los paneles inferiores de la cubierta exterior metálica están asegurados por medio de sujetadores metálicos en cada travesaño del chasis, o el panel inferior es conectado al chasis con una cinta metálica.

**e) Conexión de tubería de gas, agua y drenaje.** Las tuberías de gas, agua y drenaje se consideran puestas a tierra cuando están conectadas al chasis.

**f) Conexión de conductos metálicos de aire y hornos.** Los conductos metálicos de circulación de aire y hornos deben interconectarse a tierra.

**552-58. Sujeción y acceso a aparatos eléctricos.** Cada aparato eléctrico debe estar accesible para inspección, servicio, reparación y reemplazo sin remover la construcción permanente. Se deben proveer los medios para asegurar firmemente los aparatos eléctricos en su lugar cuando el remolque esté circulando.

**552-59. Luminarias, salidas, equipo de aire acondicionado y similares en el exterior**

**a) Aprobados para uso exterior.** Las luminarias y equipo en exteriores deben estar aprobados y listados para uso exterior. Los receptáculos en exteriores o salidas necesarias deben ser del tipo con cubierta con empaques para uso en lugares mojados.

**b) Equipo calefactor, equipo de aire acondicionado, o ambos en el exterior.** Un remolque provisto 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 del remolque, diferentes a los acondicionadores de aire de ventana, deben tener los conductores del circuito derivado terminados en una caja registro de salida aprobada y listada o medios de desconexión localizados en el exterior del remolque. Debe pegarse una etiqueta permanentemente adyacente a la caja registro que contenga la siguiente información:

**ESTA CONEXIÓN ES PARA EQUIPO DE CALEFACCIÓN Y/O PARA AIRE ACONDICIONADO**
**EL CIRCUITO ES PARA UNA CAPACIDAD MÁXIMÁ DE ____ A, _____ V, 60 Hz,**
**DEBE COLOCARSE UN MEDIO DE DESCONEXIÓN A LA VISTA DEL EQUIPO**

El valor nominal de la tensión y de la corriente eléctricas deben estar indicadas en los espacios en blanco. La etiqueta no debe ser menor a 0,5 mm de espesor y debe estar grabada en bronce, acero inoxidable, aluminio anodizado o con cubierta pura de aluminio, o su equivalente. La etiqueta no debe tener un tamaño menor a 80 mm por 45 mm.

### E. Pruebas en fábrica

**552-60. Pruebas eléctricas en fábrica.** Cada remolque debe estar sujeto a las siguientes pruebas:

**a) Circuitos de 120 o 127 V o 120/240 o 220Y/127 V.** Cada vehículo de recreo diseñado con un sistema eléctrico de 120 o 127 V o 120/240 o 220Y/127 V, debe soportar una prueba de rigidez dieléctrica sin ruptura del dieléctrico, aplicada entre los conductores puestos a tierra y los de fase y la tierra del vehículo de recreo, a una tensión eléctrica de 900 V durante 1 minuto, o a una tensión eléctrica de 1080 V durante un 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 eléctricos instalados permanentemente no necesitan soportar esta prueba.

Cada remolque debe ser sujeto a (1) una prueba de continuidad para asegurar que todas las partes metálicas están conectadas apropiadamente; 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 receptáculos que requieran de un interruptor de circuito por falla a tierra (ICFT) deben ser probados para la correcta operación por medio de un dispositivo de prueba para ICFT.

**b) Circuitos de baja tensión.** Los conductores del circuito de baja tensión de cada remolque deben soportar un potencial aplicado sin ruptura eléctrica en una prueba de rigidez dieléctrica a una tensión eléctrica de 500 V durante 1 minuto, o a una tensión eléctrica de 600 V durante 1 segundo. El potencial debe ser aplicado entre conductores puestos a tierra y de fase.

Se permite que la prueba de los circuitos de alumbrado se efectúe antes de que se instalen las luces, previendo que las cubiertas exteriores y la cabina interior hayan sido aseguradas. Se permite que el circuito de frenos sea probado antes de ser conectado a los frenos, previendo que el alambrado ha sido asegurado completamente.

## ARTÍCULO 553 - CONSTRUCCIONES FLOTANTES

### A. Disposiciones generales

**553-1. Alcance.** Este Artículo cubre el alambrado, acometida, alimentadores y puesta a tierra de construcciones flotantes.

**553-2. Definición**

**Edificio flotante.** Un edificio como se define en el Artículo 100 que flota en el agua, está amarrado en un lugar permanentemente, y tiene un sistema de acometida en el predio alimentada a través de la conexión de un alambrado permanente a un sistema de suministro eléctrico no localizado en el predio.

**553-3. Aplicación de otros Artículos.** El alambrado de construcciones flotantes debe cumplir con las previsiones aplicables de otros Artículos de esta NOM, excepto por lo que se modifique en este Artículo.

### B. Acometidas y alimentadores

**553-4. Localización del equipo de acometida.** El equipo de acometida para un edificio flotante debe ubicarse adyacente al edificio, pero no dentro o sobre el mismo.

**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 edificio flotante debe estar alimentado por un juego individual de conductores alimentadores desde su equipo de acometida.

***Excepción:*** *Cuando un edificio 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 panel de distribución 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 del agua en su superficie o a su nivel, 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 y listados tanto para lugares mojados como resistentes a la luz del Sol, así como alimentadores para un edificio flotante cuando se requiera flexibilidad.

**NOTA:** Véanse 555-1 y 555-6.

**C. Puesta a tierra**

**553-8. Requisitos generales.** La puesta a tierra de partes eléctricas y no-eléctricas en un edificio flotante debe hacerse mediante la conexión a una barra puesta a tierra en el panel de alumbrado y control del edificio. La barra puesta a tierra debe estar puesta a tierra a través de un conductor de puesta a tierra de equipo aislado de color verde que corra con los conductores alimentadores y conectado a una terminal puesta a tierra en el equipo de acometida. La terminal puesta a tierra en el equipo de acometida debe ponerse a tierra mediante un electrodo conductor aislado a un electrodo de tierra (enterrado).

**553-9. Neutro aislado.** El conductor del circuito puesto a tierra (neutro) debe ser un conductor aislado de color blanco. El conductor neutro debe conectarse a la terminal de puesta a tierra de equipo, en el equipo de acometida, y 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 circuito neutro en el panel, 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 puesta a tierra.

**b) Aparatos eléctricos conectados por cordón.** Cuando requieran estar puestos a tierra los aparatos eléctricos conectados por cordón, deben estarlo por medio de un conductor en el cordón y una clavija del tipo de puesta a tierra.

**553-11. Conexión de partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica.** Todas las partes metálicas en contacto con agua, toda la tubería metálica, y todas las partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica que puedan energizarse, deben conectarse a la barra puesta a tierra del panel de alumbrado y control.

## ARTÍCULO 555 - MARINAS Y MUELLES

**555-1. Alcance.** Este Artículo cubre la instalación del alambrado y equipo en áreas comprendidas en muelles fijos o flotantes, embarcaderos y otras áreas en marinas, diques, dársenas, atracaderos para yates, casas bote y otras ocupaciones similares que se usen con propósito de reparación, amarre, botado, almacenamiento o abastecimiento de combustible de pequeñas embarcaciones y amarre de construcciones flotantes.

**555-2. Aplicación de otros Artículos.** El equipo y alambrado para marinas y muelles deben cumplir con este Artículo y también con todas las condiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM.

**555-3. Receptáculos.** Cuando se suministre energía desde la costa, las instalaciones para botes de 6 m o menos de largo deben estar equipadas con receptáculos de no-menos de 20 A del tipo con seguro y de puesta a tierra.

Cuando se suministre energía desde tierra a instalaciones para botes de más de 6 m de largo, se deben proporcionar receptáculos de 30 A o más del tipo con seguro y de puesta a tierra.

Los receptáculos de 15 y 20 A, monofásicos, de 120 o 127 V deben protegerse con interruptores de circuito de falla a tierra, diferentes a aquéllos que suministran energía desde la orilla a los botes ubicados en los muelles, embarcaderos, y otros lugares.

**555-4. Circuitos derivados.** Cada receptáculo individual que suministre energía desde la orilla a los botes, debe alimentarse desde una salida de energía o panel de alumbrado y control mediante un circuito derivado individual del tipo de tensión eléctrica y capacidad nominales que correspondan a las del receptáculo.

**NOTA:** Los receptáculos de alimentación de tensión eléctrica diferentes a las tensiones marcadas en el receptáculo, pueden causar sobrecalentamiento o mal funcionamiento del equipo conectado.

**555-5. Alimentadores y acometidas.** La carga para cada conductor activo del alimentador y conductor de acometida que alimenta receptáculos que suministran energía desde la orilla a botes, debe ser calculada como se indica a continuación:

| | | |
|---|---|---|
| De 1 a 4 receptáculos | 100% | de la suma del valor nominal de los receptáculos |
| De 5 a 8 | 90% | " |
| De 9 a 14 | 80% | " |
| De 15 a 30 | 70% | " |
| De 31 a 40 | 60% | " |

| | | |
|---|---|---|
| De 41 a 50 | 50% | " |
| De 51 a 70 | 40% | " |
| De 71 a 100 | 30% | " |
| Más de 100 | 20% | " |

**NOTA 1:** Estos factores de demanda pueden ser inadecuados para áreas de calor o frío extremos, cuando los circuitos llevan equipos de aire acondicionado, calefacción o refrigeración.

**NOTA 2:** Debido a las longitudes típicas del circuito en la mayoría de las marinas y muelles, el tamaño nominal de los conductores alimentadores encontrados en la capacidad de conducción de corriente de las tablas del Artículo 310, puede ser inadecuado para mantener la regulación de tensión eléctrica sugerida en los textos explicativos de 210-19. La caída de tensión total del circuito es la suma de las caídas de tensión de cada serie del segmento del circuito, cuando la carga para cada segmento es calculada usando la distancia, la carga y el factor de demanda para la sección.

**555-6. Métodos de alambrado.** El método de alambrado debe ser aprobado e identificado para uso en lugares mojados. Un cable portátil de energía de uso extra rudo aprobado y listado tanto para lugares mojados como resistente a la luz solar, se permite como alimentador cuando se requiere flexibilidad.

**555-7. Puesta a tierra**

**a) Equipos puestos a tierra.** Los siguientes casos deben conectarse a un conductor de puesta a tierra de equipo que corra junto con los conductores del circuito en una canalización o cable:

**1)** Cajas, envolventes y toda otra envolvente metálica.

**2)** Armazones metálicas de equipos de utilización.

**3)** Terminales puestas a tierra de receptáculos del tipo de puesta a tierra.

**b) Tipo del conductor de puesta a tierra de equipo.** El conductor de puesta a tierra de equipo debe ser un conductor de cobre aislado con un acabado exterior continuo de color verde, o verde con una o más franjas amarillas.

**c) Tamaño del conductor de puesta a tierra de equipo.** El conductor de cobre aislado de puesta a tierra de equipo debe calcularse de acuerdo con lo indicado en 250-95, pero no debe tener tamaño nominal menor a 3,31 $mm^2$ (12 AWG).

**d) Conductor de puesta a tierra de equipo para circuitos derivados.** El conductor aislado de puesta a tierra de equipo para circuitos derivados, debe terminar en una terminal puesta a tierra en un panel remoto o en la terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida principal.

**e) Conductor de puesta a tierra de equipo para alimentadores.** Cuando un alimentador proporciona servicio a un panel de alumbrado y control remoto, debe extenderse un conductor aislado de puesta a tierra desde una terminal puesta a tierra del equipo de acometida hasta la terminal puesta a tierra en el panel de alumbrado y control remoto.

**555-9. Surtidores de gasolina (dispensarios) - Áreas peligrosas (clasificadas).** El equipo eléctrico y alambrado localizado en los surtidores de gasolina (dispensarios) debe cumplir con lo indicado en el Artículo 514.

**555-10. Ubicación del equipo de acometida.** El equipo de acometida para muelles flotantes o marinas debe ubicarse adyacente a, pero no sobre o en, la estructura flotante.

## CAPÍTULO 6 (4.6) EQUIPOS ESPECIALES

### ARTÍCULO 600 - ANUNCIOS LUMINOSOS Y ALUMBRADO DE REALCE
### A. Disposiciones generales

**600-1. Aplicación.** Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación de conductores eléctricos y equipo para anuncios luminosos y alumbrado de realce como se definen en el Artículo 100.

Para tal efecto se considera cualquier tipo de anuncio luminoso fijo o portátil, iluminado exterior o interiormente a base de:

**a)** Tubos neón

**b)** Lámparas de descarga: fluorescente, vapor de mercurio, vapor de sodio baja o alta presión

**c)** Lámparas incandescentes

**d)** Cualquier combinación de las anteriores

**600-2. Medios de desconexión.** Cada instalación de alumbrado de realce y cada anuncio luminoso, deben controlarse por medio de un interruptor automático o desconectador para circuito accionado externamente, el cual abra todos los conductores activos. Adicionalmente se permite la utilización de dispositivos de desconexión automática tales como temporizadores y celdas fotoeléctricas, entre otros, de tal forma que los anuncios luminosos sólo estén energizados durante los periodos necesarios y así tener un mejor aprovechamiento de la energía.

**a) El medio de desconexión debe estar a la vista del anuncio luminoso que controla**

***Excepción 1:*** *Los anuncios luminosos operados por controles electrónicos o electromecánicos colocados fuera del anuncio luminoso, deben tener medios de desconexión visibles desde el lugar donde está ubicado el control. Los medios de desconexión deben desconectar al anuncio luminosos y al control de todos los conductores activos de alimentación, y deben estar diseñados para que ningún polo pueda ser accionado independientemente. Los medios de desconexión y el control pueden ubicarse dentro de la misma envolvente. Los medios de desconexión deben tener forma para bloquearse en la posición de abierto.*

**b) Capacidad nominal del desconectador de control.** Los medios de desconexión, desconectadores de acción intermitente y dispositivos similares que controlen transformadores, deben tener capacidad para cargas inductivas de control, o una capacidad nominal (A) de cuando menos el doble de la capacidad (A) del transformador.

**NOTA:** Véase 380-14 para la capacidad y uso de los desconectadores de acción rápida.

**600-3. Envolventes utilizados como cajas de paso.** El método de alambrado utilizado para alimentar anuncios luminosos o alumbrado de realce, debe terminar dentro del envolvente del transformador o del anuncio luminoso.

***Excepción:*** *Las envolventes de transformadores y anuncios luminosos pueden usarse como cajas de paso para conductores que alimenten a otros anuncios luminosos, aparatos de alumbrado de realce o proyectores adyacentes que formen parte del anuncio luminosos, siempre que los conductores que se prolonguen más allá del equipo, estén protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de capacidad nominal de 20 A o menor.*

**600-4. Instrucciones.** Todos los anuncios luminosos de cualquier tipo, fijos o portátiles, deben proveerse de instrucciones y deben instalarse de acuerdo con ellas.

**600-5. Puesta a tierra.** Los anuncios luminosos, canaletas, cajas terminales de tubos y otras estructuras metálicas, deben ponerse a tierra como se especifica en el Artículo 250.

***Excepción.*** *Partes metálicas separadas. Las partes metálicas separadas que no transportan corriente eléctrica, de un alumbrado de realce, pueden ponerse a tierra por conductores de tamaño nominal 2,08 mm$^2$ (14 AWG) y deben protegerse de daño físico y ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.*

**600-6. Circuitos derivados**

**a) Capacidad.** Los circuitos que alimentan lámparas, balastros y transformadores o combinaciones de éstos, deben tener una capacidad de acuerdo a la carga por alimentar.

**b) Circuitos derivados.** Cada edificio comercial y cada local de comercio que esté a nivel de la calle, accesible a los peatones, debe tener en la parte exterior con una salida por lo menos, para anuncios luminosos o alumbrado de realce. Esta salida debe alimentarse por un circuito derivado exclusivo de 20 A.

***Excepción:*** *Los corredores y pasillos interiores no deben considerarse como parte exterior de los edificios.*

**c) Carga mínima calculada.** Debe considerarse una carga mínima de 1200 VA, en el cálculo del circuito derivado que alimenta a anuncios luminosos o alumbrados de realce.

**600-7. Marcado**

**a) Anuncios luminosos.** Todos los anuncios luminosos deben marcarse con el nombre del fabricante, y en los de lámparas incandescentes se debe indicar el número de portalámparas que les corresponda; en el caso de anuncios luminosos basados en lámparas de descarga (tubos) se debe indicar la corriente eléctrica de entrada a plena carga y su tensión eléctrica nominal de entrada. La identificación del anuncio luminosos debe estar visible y permanente después de su instalación.

**b) Transformadores.** Para su identificación, los transformadores deben indicar en forma visible y permanente los datos de entrada en A o VA, la tensión eléctrica nominal de entrada, y la de salida en circuito abierto.

**600-8. Envolventes.** Las partes vivas que no sean lámparas ni tubos de neón deben estar encerradas en envolventes.

**a) Resistencia estructural.** Las envolventes deben tener una apropiada resistencia estructural y rigidez.

**b) Material.** Los anuncios deben estar construidos de metal o de un material aprobado y listado.

**c) Protección del metal.** Las partes metálicas del equipo deben estar protegidas contra la corrosión.

**600-9. Anuncios luminosos portátiles.** Los anuncios luminosos portátiles o sus secciones, letras, aparatos, símbolos y elementos similares que se utilicen con anuncios luminosos fijos, se deben usar solamente cuando cumplan con las disposiciones aplicables de esta NOM y además deben cumplir los requisitos siguientes:

**a) Receptáculo y clavija a prueba de intemperie.** El receptáculo y la clavija a prueba de intemperie debe tener con un polo de puesta a tierra, para cada letra individual, aparato o anuncio luminoso.

**b) Cordones.** Todos los cordones deben ser del tipo de uso rudo como se designa en la Tabla 400-4 y deben ser de tres conductores, con uno para puesta a tierra de los equipos, como se prevé en 600-9(a).

**c) Altura del cordón.** Ningún cordón debe estar a una altura menor de 3 m desde el nivel del suelo en distancia vertical.

**600-10. Separaciones**

**a) Altura.** La parte baja de los anuncios luminosos y alumbrado de realce debe estar a una altura no-menor a 5 m por encima de áreas accesibles al tráfico de vehículos.

***Excepción:*** *La parte baja puede estar a menos de 5 m por encima de áreas accesibles a vehículos, si está protegida contra daños materiales.*

**600-11. Anuncios luminosos portátiles exteriores.** El alambrado de un anuncio luminoso portátil o móvil exterior, debe estar accesible fácilmente y tener integrado un interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal. Dicho interruptor debe localizarse en el cordón de la fuente de alimentación a una distancia no-mayor a 30 cm del receptáculo alimentador. Los soportes de los conductores de corriente eléctrica especificados en esta Sección deben considerarse como parte integral del anuncio luminoso.

**B. Anuncios luminosos y alumbrado de realce de 1000 V o menos**

**600-21. Instalación de conductores**

**a) Método de alambrado.** Los conductores deben instalarse en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado, no-metálico tipo pesado, metálico flexible, metálico flexible hermético a los líquidos, no-metálico flexible hermético a los líquidos, cable con envolvente metálica, cable tipo AC, ductos metálicos, cables con envolvente metálica o aislamiento mineral, y postes metálicos que cumplan con los requisitos indicados en 410-15(b).

**b) Aislamiento y tamaño nominal.** Los conductores deben ser de un tipo aprobado para uso general y deben ser de tamaño nominal no-menor de 2,082 mm2 (14 AWG).

***Excepción 1****:Los conductores pueden ser de un tamaño nominal no-menor de 0,823 mm$^2$ (18 AWG) del tipo especificado en la Tabla 402-3, para los casos indicados a continuación:*

**c)** Anuncios luminosos portátiles.

**d)** Las terminales cortas permanentemente unidas a portalámparas o balastros para lámparas de descarga.

**e)** Las terminales alambradas en canales, que estén permanentemente unidas a portalámparas de lámparas de descarga o balastros de descarga eléctrica y que no tengan una longitud mayor de 2,4 m.

**f)** En los anuncios luminosos con varias lámparas incandescentes múltiples, que necesitan un conductor para un control a una o más lámparas y cuya carga total no sea mayor de 250 W, si forman parte de un cable dos o más conductores.

***Excepción:*** *Se permite el uso de conductores de tamaño nominal no-menor de 0,519 mm$^2$ (20 AWG) como terminales cortas permanentemente unidas a motores síncronos.*

**g) Expuestos a la intemperie.** Los conductores en canalizaciones, cables blindados o envolventes expuestas a la intemperie, deben ser del tipo con cubierta de plomo u otro tipo especial aprobado y listado para estas condiciones.

***Excepción:*** *Esto no se aplica cuando las canalizaciones de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o ligero, no-metálico tipo pesado, o las envolventes, son herméticas a la lluvia e instalados de forma que drenen.*

**h) Número de conductores en canalizaciones.** Los conductores incluyendo su aislamiento en una canalización para anuncios luminosos no deben rebasar una ocupación máxima de 40% del área de la sección transversal interior útil de la canalización.

**600-22. Portalámparas.** Los portalámparas deben ser del tipo sin desconectador, con cuerpo de material aislante adecuado y construidos e instalados para que no puedan girar. Los casquillos tipo roscado de los portalámparas de los anuncios luminosos, en circuitos puestos a tierra, deben conectarse al conductor puesto a tierra del circuito.

**600-23. Conductores en anuncios luminosos y canaletas.** Los conductores dentro de anuncios luminosos y canaletas de alumbrado de realce, deben instalarse sujetos mecánicamente.

**600-24. Protección de conductores**. Se deben utilizar boquillas para proteger los conductores alimentadores que traspasen envolventes.

**C. Anuncios luminosos y alumbrado de realce de más de 1000 V**

**600-31. Instalación de conductores**

**a) Métodos de alambrado.** Los conductores deben instalarse como conductores ocultos sobre aisladores, en tubo *(conduit)* metálico, tipo ligero, semipesado y pesado, tubo *(conduit)* rígido no-metálico, tubo *(conduit)* metálico flexible, tubo *(conduit)* metálico flexible a prueba de líquidos, o cable tipo MC.

**NOTA:** Véase 600-5 para requerimientos de puesta a tierra.

***Excepción:*** *Se permite el uso de tubo (conduit) flexible hermético a los líquidos, donde se requiere flexibilidad y cuando esté expuesto a condiciones corrosivas.*

**b) Aislamiento y tamaño nominal.** Los conductores deben ser para una tensión eléctrica no-menor que la del circuito y deben ser de tamaño nominal no-menor de 2,082 $mm^2$ (14 AWG).

***Excepción:*** *Se permite el uso de conductores de tamaño nominal no-menor de 0,823 5 $mm^2$ (18 AWG) en las siguientes condiciones:*

**1)** Como terminales de longitud no-mayor a 2,4 m permanentemente fijas a portalámparas o a balastros para lámparas de descarga eléctrica, si dichas terminales están encerradas en un canal de alambrado.

**2)** En anuncios luminosos sobre vidrieras de exhibición o anuncios luminosos pequeños portátiles, como terminales de una longitud no-mayor a 2,4 m desde las terminales del tubo a los devanados del secundario del transformador, si están permanentemente fijos dentro de la envolvente del transformador.

**c) Curvas en conductores.** Se deben evitar curvas pronunciadas en los conductores.

**d) Conductores ocultos sobre aisladores en interiores.** Los conductores ocultos sobre aisladores deben estar separados entre sí y de todos los demás objetos, excepto de los aisladores donde están montados, por una distancia no-menor a 4 cm para tensiones eléctricas mayores de 10000 V y no-menor a 2,5 cm para tensiones eléctricas de 10000 V o menos. Deben instalarse en canaletas revestidas con material incombustible y no deben utilizarse para otro propósito, excepto para los conductores primarios del circuito, los que se permiten en el mismo canal. Los aisladores deben ser de material incombustible y no-absorbente.

No se permiten conductores ocultos sobre aisladores en el exterior de la envolvente del anuncio luminoso.

**e) Conductores en tubería.** Cuando los conductores tengan una cubierta de plomo u otra cubierta metálica, ésta debe prolongarse más allá del extremo final de la tubería, y la superficie del cable no debe dañarse donde termina su cubierta, de acuerdo con lo siguiente:

**1)** En lugares húmedos o mojados, el aislamiento de los conductores debe prolongarse más allá de la cubierta metálica o canalización a no-más de 10 cm para tensiones eléctricas mayores a 10000 V, 7,5 cm para tensiones eléctricas mayores a 5000 V, pero menores a 10000 V, y 5 cm para tensiones eléctricas de 5000 V o menos.

**2)** En lugares secos, el aislamiento se debe prolongar más allá de la cubierta metálica o canalización no-menos de 6,4 cm para tensiones eléctricas mayores de 10000 V, 5 cm para tensiones eléctricas mayores de 5000 V pero no-mayores a 10000 V y 4 cm para tensiones eléctricas de 5000 V o menos.

**3)** Para los conductores conectados a las terminales de puesta a tierra del punto medio no se necesita separación.

**4)** Un tubo *(conduit)* metálico que contenga un solo conductor, de una terminal secundaria de un transformador, no debe exceder una longitud de 6 m.

**f) Aparadores y lugares similares.** Los conductores que cuelgan libremente en el aire, lejos de material combustible, y que no estén sujetos a daño físico como en algunos aparadores de exhibición, deben aislarse únicamente para la tensión eléctrica de diseño del conductor, sin necesitar de alguna otra protección.

**g) Entre el tubo de descarga y el punto medio puesto a tierra.** Los conductores pueden ser instalados desde el extremo del tubo, hasta los bornes del punto medio puesto a tierra de los transformadores diseñados específicamente para este fin y provistos de terminales en el punto medio. Cuando tales conexiones son hechas al punto medio puesto a tierra del transformador, las conexiones entre las terminales de alta tensión del transformador y los extremos de la línea del tubo *(conduit)* deben ser lo más cortas posible.

**600-32. Transformadores**

**a) Tensión eléctrica.** La tensión eléctrica en el circuito abierto del secundario del transformador no debe ser mayor de 15000 V, con una tolerancia para pruebas de 1000 V adicionales. En los transformadores con un extremo puesto a tierra, la tensión eléctrica en circuito abierto del secundario no debe ser mayor de 7500 V, con una tolerancia para pruebas de 500 V adicionales.

**b) Tipo y capacidad.** Los transformadores deben ser adecuados para uso con tubo de descarga eléctrica y tener una capacidad máxima de 4500 VA.

Los transformadores del tipo de núcleo y devanados abiertos, deben limitarse a una tensión eléctrica en el secundario no-mayor a 5000 V, con una tolerancia de 500 V para pruebas, y utilizarse sólo en anuncios luminosos pequeños portátiles dentro de inmuebles.

Los transformadores para instalaciones de alumbrado de realce con tubo neón, deben tener una capacidad de corriente eléctrica en el secundario no-mayor a 60 mA.

***Excepción:*** *Donde los transformadores y todo el alambrado conectado a ellos estén instalados de acuerdo con las disposiciones del Artículo 410 para alumbrado de realce con lámparas de descarga de la misma tensión eléctrica.*

**c) Expuestos a la intemperie.** Los transformadores para uso en exteriores deben ser del tipo a prueba de intemperie o protegerse ubicándolos dentro del cuerpo del anuncio luminoso o en una caja metálica por separado.

**d) Conexión del secundario del transformador.** Los devanados de alta tensión de los transformadores no deben conectarse en paralelo o en serie.

***Excepción 1:*** *Si se tienen dos transformadores, cada uno de los cuales tiene una de sus terminales de alta tensión conectada a la cubierta metálica, se pueden conectar los devanados de alta tensión eléctrica en serie*

*para formar el equivalente de un transformador con su punto medio puesto a tierra. Las terminales puestas a tierra deben conectarse por conductores aislados de tamaño nominal no-menor de 2,082 mm$^2$ (14 AWG).*

***Excepción 2:*** *Los transformadores para anuncios luminosos pequeños portátiles, vidrieras de exhibición y lugares similares, se pueden conectar en serie cuando estén equipados con terminales permanentemente fijas al devanado secundario dentro de la envolvente del transformador y las conexiones no deben extenderse más allá de 2,44 m de la cubierta que une los extremos de la tubería y los conductores deben ser de tamaño nominal no-menor de 0,823 5 mm$^2$ (18 AWG).*

**e) Accesibilidad.** Los transformadores deben ubicarse en lugares accesibles y deben sujetarse firmemente.

**f) Espacio de trabajo.** Cuando un transformador no esté instalado dentro de un anuncio luminoso, se debe proveer alrededor del transformador o de su cubierta, un espacio de trabajo de 1 m por 1 m horizontalmente y por lo menos de 1 m de altura.

**g) Ubicación en plafones.** Los transformadores pueden instalarse en plafones, siempre que haya un acceso de 90 mm de altura y 60 mm de ancho provisto de un pasillo adecuado, permanente y fijo, con un ancho no-menor a 30 cm y que se extienda desde un punto de entrada al plafón hasta cada transformador.

**600-33. Tubos luminosos de descarga eléctrica**

**a) Diseño.** Los tubos luminosos deben ser de longitud y diseño tales que no produzcan una sobretensión continua en el transformador.

**b) Soporte.** Los tubos luminosos deben estar adecuadamente sostenidos en soportes de material incombustible y no-absorbente. Los soportes de los tubos deben ser ajustables cuando sea factible.

**c) Contacto con materiales inflamables y otras superficies.** Los tubos no deben tener contacto con materiales inflamables y deben estar ubicados donde no estén expuestos daño material. Cuando los tubos funcionen a tensiones mayores de 7500 V, sus soportes deben ser de material aislante incombustible y no-absorbente, que mantenga una separación no-menor a 6 mm entre el tubo y la superficie más próxima.

**600-34. Terminales y portaelectrodos de los tubos de descarga eléctrica**

**a) Terminales.** Las terminales de los tubos deben ser inaccesibles a personas no-calificadas y estar separadas de materiales combustibles y de metal puesto a tierra, o bien estar encerradas en envolventes. En este último caso, las terminales deben separarse de metal puesto a tierra y de material combustible, por medio de un material aislante incombustible y no-absorbente o por un espacio libre en aire de 4 cm. Las terminales deben estar preparadas para que las conexiones no hagan falsos contactos y con el fin de evitar calentamiento y pérdidas de energía. Las terminales no deben estar sometidas a esfuerzos mecánicos.

**b) Conexiones de tubos sin usar portaelectrodos**. Si no se usan portaelectrodos especiales para el objeto, las partes vivas de las terminales de los tubos y de los conductores, deben soportarse en tal forma que se mantenga una separación de por lo menos 4 cm entre conductores o entre conductores y cualquier parte metálica puesta a tierra.

**c) Portaelectrodos.** Los portaelectrodos para los tubos deben ser de material aislante, incombustible y no-absorbente.

**d) Boquillas.** Donde los electrodos entren a la envolvente de anuncios luminosos para exteriores o interiores, que funcionen a una tensión eléctrica mayor de 7 500 V, deben usarse boquillas de paso, a menos que se haya provisto de portaelectrodos. Los soportes más próximos a las conexiones terminales deben quedar a no más de 15 cm del electrodo.

**e) Aparadores.** En los anuncios luminosos de tipo descubierto para aparadores, las terminales deben estar encerradas en portaelectrodos aprobados para este fin y evitar falsos contactos y pérdidas de energía.

**f) Sellado de portaelectrodos y boquillas.** Para impedir la entrada de polvo o humedad pueden utilizarse sellos flexibles no-conductores para tapar la abertura entre el tubo y el portaelectrodo o boquilla. Este sello no debe estar en contacto con material conductor puesto a tierra y no debe confiarse en él como aislamiento del tubo.

**g) Envolvente de metal.** Las envolventes de metal para electrodos deben tener una chapa metálica de espesor no-menor a 0,7 mm.

**h) Envolventes de material aislante.** Las envolventes de material aislante deben ser incombustibles, no-absorbentes y adecuadas para la tensión eléctrica del circuito.

**i) Partes vivas.** Las partes vivas deben estar encerradas o adecuadamente resguardadas para impedir cualquier contacto.

**600-35. Desconectadores en puertas.** Las puertas o tapas que den acceso a partes no-aisladas de anuncios luminosos para interiores o alumbrado de realce, de tensiones nominales mayores de 600 V y accesibles al público en general, deben estar provistas de desconectadores de seguridad que, al abrir las puertas o retirar las tapas, desconecten el circuito primario, o estén fijadas de tal manera que para abrirlas se necesiten herramientas especiales.

**600-36. Alumbrado de realce fijo y avisos luminosos de tipo de estructura para uso interior**

**a) Soporte de tubos.** Los tubos de gas deben soportarse independientemente de los conductores, por medio de aisladores de material incombustible no-absorbente, tal como vidrio o porcelana, o suspenderse con alambres o cadenas adecuadas.

**b) Transformadores.** Se deben instalar en envolventes metálicos y tan cerca como sea posible del sistema de tubos de gas.

**c) Conductores del secundario**. Los conductores del secundario para los transformadores, deben aislarse de la tensión eléctrica del circuito y deben estar encerrados en canalización metálica puesta a tierra.

***Excepción:*** *Los conductores que no excedan de 1,2 m de longitud entre el tubo de gas y la envolvente metálica adyacente, pueden alojarse en otro tipo de canalización tal como vidrio continuo o mangas aislantes.*

**600-37. Anuncios luminosos portátiles de tubos de gas para aparadores de uso interior.** Esta Sección se aplica a las instalaciones y al uso de anuncios luminosos portátiles basados en tubos de gas.

**a) Ubicación.** Los anuncios luminosos portátiles con tubos de gas se deben usar solamente en interiores.

**b) Transformador.** El transformador debe ser del tipo ventana o estar dentro de una envolvente metálica.

**c) Conductores de alimentación.** Los conductores de alimentación deben ser de cordón tipo uso rudo o extrarrudo que contenga un conductor de puesta a tierra de equipo. El cordón debe tener una longitud no-mayor a 3 m.

**d) Conductores secundarios.** Los conductores secundarios deben tener una longitud no-mayor a 1,8 m y deben instalarse donde no estén expuestos a daño mecánico, deben aislarse de la tensión eléctrica del circuito y deben protegerse por un tubo de vidrio continuo u otros mangos aislantes o tubería.

**e) Puesta a tierra.** Los transformadores y las partes metálicas unidas que no transportan corriente eléctrica deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

**f) Soportes.** Los anuncios luminosos portátiles interiores deben mantenerse en su lugar por un número de ganchos abiertos no-mayor a dos, sujetos a la estructura del transformador.

## ARTÍCULO 604 - SISTEMAS DE ALAMBRADO PREFABRICADOS

**604-1. Alcance.** Las disposiciones de este Artículo se aplican al alambrado instalado en campo utilizando subconjuntos prefabricados, para circuitos derivados, paneles de control, circuitos de control remoto, de señalización y 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 propio conjunto ensamblado, por lo cual sus conexiones internas no deben tener falsos contactos para evitar calentamiento y consumos innecesarios de energía.

**604-3. Otros artículos.** Se deben cumplir los requisitos de todos los otros Artículos aplicables de esta NOM, excepto por las modificaciones establecidas en este Artículo.

**604-4. Uso permitido.** Se permite el uso de sistemas de alambrado prefabricados, en lugares visibles, secos, accesibles y dentro de plafones y espacios usados para aire ambiental 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 accesibles, para terminar en un desconectador o en una salida eléctrica.*

***Excepción 2:*** *Para instalaciones exteriores, cuando están aprobadas para ese uso.*

**604-5. Uso no permitido.** Cuando los conductores o cables se limiten por las disposiciones de los Artículos 333 y 334.

**604-6. Construcción**

**a)** Tipos de cable o tubo *(conduit)*. Los sistemas de alambrado prefabricados pueden ser de uno de los tipos indicados a continuación:

**1)** Los cables deben ser armados o tener cubierta metálica de un tipo aprobado y listado y deben contener conductores de cobre aislados de 600 V nominales, de tamaño nominal de 5,261 $mm^2$ o de3,309 $mm^2$ (10 AWG o 12 AWG) con un conductor de cobre aislado o desnudo para conexión a tierra, equivalente en área de sección transversal a un conductor activo.

**2)** La canalización debe ser tubo *(conduit)* metálico flexible y aprobado y listado para contener conductores de cobre aislados de tamaño nominal de 5,261 $mm^2$ o de 3,309 $mm^2$ (10 AWG o 12 AWG) para 600 V nominales con un conductor de cobre para conexión puesta a tierra, equivalente en área de sección transversal a la de un conductor activo.

***Excepción 1:*** *para los incisos (1) y (2): Para conectar un aparato, se permite una derivaciónde longitud máxima de 1,8 m con conductores menores de 3,309 $mm^2$ (12 AWG) pero no-menores de 0,823 $mm^2$ (18 AWG).*

***Excepción 2:*** *para los incisos (1) y (2): Para circuitos de control remoto, señalización o comunicaciones, se permite el uso de conductores menores de 3,309 $mm^2$ (12 AWG). El sistema de alambrado debe estar aprobado para este uso.*

**3)** Cada subconjunto prefabricado debe marcarse para identificar el tipo de cable o canalización.

**b) Receptáculos y clavijas.** Los receptáculos y clavijas deben ser con bloqueo de seguridad debidamente polarizados e identificados para este uso.

**c) Otros componentes.** Otros componentes del sistema deben estar aprobados para el uso.

**604-7. Salidas no utilizadas.** Todas las salidas disponibles no utilizadas, deben ser tapadas para cerrar efectivamente las aberturas de los receptáculos y así evitar accidentes.

## ARTÍCULO 605 - INSTALACIONES EN OFICINAS
## (Accesorios de alumbrado y alambrado de muros prefabricados)

**605-1. Alcance.** Esta Sección se refiere a equipo eléctrico, accesorios de alumbrado y sistemas de alambrado usados para conectar, colocar dentro, o instalar en muros alambrados prefabricados.

**605-2. Generalidades.** Los sistemas de alambrado se deben identificar como apropiados para suministrar energía a los accesorios y aparatos eléctricos de alumbrado en muros prefabricados. Estos muros no deben extenderse desde el piso hasta el techo.

**a) Usos.** Estos conjuntos deben instalarse y usarse sólo como se indica en este Artículo.

**b) Otros Artículos.** Se deben cumplir los requisitos de todos los Artículos aplicables de esta NOM, excepto las modificaciones requeridas en este Artículo.

**c) Lugares clasificados como peligrosos.** Cuando se usen muros alambrados prefabricados en lugares clasificados como peligrosos, deben cumplir con los Artículos 500 a 517, además de lo indicado en éste.

**605-3. Canalizaciones.** Todos los conductores y las conexiones deben estar dentro de ductos o canalizaciones metálicas para alambrado o de otro material adecuado para las condiciones de uso. Los ductos o canalizaciones del alambrado deben estar libres de protuberancias u otras condiciones que puedan dañar al aislamiento del conductor.

**605-4. Conexiones entre muros.** La conexión eléctrica entre muros debe ser un ensamble flexible adecuado para este uso.

***Excepción:*** *Se permite cordón flexible para la conexión entre muros siempre que se cumpla con las siguientes condiciones:*

***a)*** *Que el cordón sea del tipo para uso extrarrudo.*

***b)*** *Que los muros estén mecánicamente contiguos.*

***c)*** *Que el cordón no sea más largo de lo necesario para la máxima separación entre los muros y que no exceda de 60 cm.*

***d)*** *Que el cordón termine en una clavija y en un receptáculo, con seguridad a la tensión mecánica.*

**605-5. Accesorios de alumbrado.** El equipo de alumbrado apropiado para usarse en muros alambrados debe cumplir con los requisitos siguientes:

**a) Soporte.** Se debe contar con medios de unión o soporte seguros.

**b) Conexión.** Cuando se utilice una conexión de cordón y clavija, la longitud del cordón debe ser adecuada para el uso que se pretende, pero no debe exceder de 2,7 m de longitud. El cordón debe ser del tipo para uso rudo, de tamaño nominal no-menor de 0,8231 $mm^2$ (18 AWG) y debe contener un conductor de conexión de puesta a tierra. Si se emplea otro tipo de conexiones, deben identificarse como adecuadas para este uso.

**c) Salida del receptáculo.** No se permiten salidas del receptáculo en los accesorios de alumbrado.

**605-6. Muros de tipo fijo.** Los muros alambrados que estén unidos permanentemente a una parte del edificio, deben estar conectados al sistema eléctrico del edificio por uno de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3.

**605-7. Muros de tipo no permanente.** Los muros que no estén unidos permanentemente a una parte del edificio, pueden estar conectados permanentemente al sistema eléctrico del edificio por uno de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3.

**605-8. Muros del tipo no-permanente, conectados con cordón y clavija.** Los muros individuales de tipo no-permanente o grupos de muros individuales que estén eléctricamente unidos y que no excedan de 9 m, cuando sean ensamblados, pueden estar conectados al sistema eléctrico del edificio por un cordón flexible con clavija, siempre que satisfagan los siguientes requisitos:

**a) Cordón alimentador flexible.** El cordón alimentador flexible no debe exceder de 60 cm de longitud y debe ser del tipo para uso extra rudo con conductores de 3,309 $mm^2$ (12 AWG) o mayores, con un conductor de conexión de puesta a tierra aislado.

**b) Receptáculos para suministro de energía.** El receptáculo que suministre la energía eléctrica, debe estar alimentado por un circuito independiente que sirva exclusivamente a los muros y no a otras cargas, y debe ubicarse a no-más de 30 cm del muro que alimente.

**c) Máximo número de salidas de los receptáculos.** Los muros individuales o grupos interconectados, no deben tener más de 10 salidas de receptáculos de 15 A, 120 o 127 V.

**d) Circuitos multiconductores.** Los muros individuales o grupos de muros individuales interconectados no deben contener circuitos multiconductores.

> **NOTA:** Véase 210-4 para circuitos derivados multiconductores que alimenten a los muros indicados en 605-6 y 605-7.

## ARTÍCULO 610 - GRÚAS Y POLIPASTOS

### A. Disposiciones generales

**610-1. Alcance.** Este Artículo cubre la instalación de equipo eléctrico y la instalación eléctrica relacionada con grúas y polipastos, polipastos de monorriel y de todo tipo de carriles.

**610-2. Requisitos especiales para lugares particulares**

**a) Lugares peligrosos (clasificados).** Todo equipo que funcione en un lugar clasificado como peligroso debe cumplir con el Artículo 500.

**1)** El equipo utilizado en lugares peligrosos (clasificados) debido a la presencia de gases o vapores inflamables debe cumplir con el Artículo 501.

**2)** El equipo utilizado en lugares peligrosos (clasificados) debido a la presencia de polvos combustibles debe cumplir con el Artículo 502.

**3)** El equipo utilizado en lugares peligrosos (clasificados) debido a la presencia de fibras o pelusas de fácil ignición debe cumplir con el Artículo 503.

**b) Materiales combustibles**. Si la grúa, polipasto o polipasto de monorriel opera sobre materiales de fácil combustión, las resistencias eléctricas se deben instalar en un gabinete bien ventilado, de material incombustible y construido de forma que no emita llamas o metal fundido.

***Excepción:*** *Las resistencias pueden instalarse dentro de una jaula o cabina construida de material incombustible que encierre los lados de la jaula o de la cabina, desde el piso hasta por lo menos 15 cm, sobre la parte más alta de las resistencias.*

**c) Celdas electrolíticas en línea.** Véase 668-32.

**B. Instalación eléctrica**

**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.

***Excepción 1:*** *Los conductores de contacto.*

***Excepción 2:*** *Longitudes cortas de conductores descubiertos en las resistencias, colectores, o troles y otro equipo.*

***Excepción 3:*** *Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles para motores y equipo similar, se deben instalar conductores flexibles dentro de tubo (conduit) flexible, metálico flexible hermético a los líquidos, no-metálico flexible hermética a los líquidos, cable multiconductor o una cubierta no-metálica aprobados y listados.*

***Excepción 4:*** *Cuando se utilice cable multiconductor en una estación de botones colgante, ésta debe estar soportada de una manera satisfactoria que proteja a los conductores eléctricos contra los esfuerzos de la tensión mecánica.*

***Excepción 5:*** *Donde se requiere flexibilidad para alimentar energía o controlar partes en movimiento, se permite el uso de un cordón o cable flexible adecuado para el propósito, siempre que:*

***a)*** *Se suministre liberación satisfactoria contra esfuerzos de tracción y protección contra daño físico; y*

***b)*** *En áreas peligrosas (clasificadas) dentro de la Clase 1, División 2, el cable esté aprobado para servicio extrarrudo.*

**610-12. Accesorios terminales de canalización o cable.** Los conductores o los cables que salgan de una canalización deben cumplir con una de las siguientes condiciones:

**a) Abertura independiente con boquilla.** Cuando la trayectoria de conductores cambie del tipo de instalación en cable o en canalización a una instalación de tipo visible, debe utilizarse una caja o accesorio terminal que esté provisto con abertura independiente emboquillada para cada conductor. Un accesorio usado para este propósito no debe tener derivaciones, tomas de corriente eléctrica, ni empalmes y no debe usarse como caja de salida para aparatos.

**b) Boquilla en lugar de caja.** Se permite utilizar una boquilla en lugar de una caja al final de tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado o ligero, donde la canalización termine en motores de corriente eléctrica continua de carcaza abatible, controles no-encerrados o equipo similar, incluyendo conductores de contacto, colectores o troles, resistencias, frenos y desconectadores de límite operando en el circuito de fuerza.

**610-13. Tipo de conductores.** Los conductores deben cumplir con lo indicado en la Tabla 310-13.

***Excepción 1:*** *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 en grupos.*

***Excepción 2:*** *Los conductores de contacto a lo largo de trabes, puentes de grúas y monorrieles 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.*

***Excepción 3:*** *Donde se requiera flexibilidad, se permite emplear cordones o cables flexibles con carretes enrolladores o dispositivos recuperadores.*

**610-14. Tamaño nominal de los conductores y capacidad de conducción de corriente**

**a) Capacidad de conducción de corriente.** La capacidad de conducción de corriente permitida en los conductores se indica en la Tabla 610-14(a):

**NOTA:** Para la capacidad de conducción de corriente de los conductores entre controladores y resistencias véase 430-23.

**Tabla 610-14(a). Capacidad de conducción de corriente (A) para conductores de aislados basado en una temperatura ambiente de 30 °C, utilizados para motores de grúas y polipastos, con régimen de trabajo de corta duración, hasta cuatro conductores en canalizaciones o cable (*). Hasta tres conductores de c.a. (**) o cuatro en c.c. (*) en canalización o cable.**

| Temperatura máxima de operación | 75 °C | 90 °C | 125 °C |
|---|---|---|---|

| Tamaño nominal $mm^2$ (AWG o kcmil) | | Tipos MTW, RHW, THW, THW-LS, XHHW, DRS, THWN | | Tipos FEP, FEPB, PFA, PFAH, SA, TFE, ZW | | Tipos FEP, FEPB, PFA, PFAH, SA, TFE, ZW | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $mm^2$ | AWG | 60 min | 30 min | 60 min | 30 min | 60 min | 30 min |
| 1,307 | (16) | 10 | 12 | 31 | 32 | 38 | 40 |
| 2,082 | (14) | 25 | 26 | 36 | 40 | 45 | 50 |
| 3,307 | (12) | 30 | 33 | 49 | 52 | 60 | 65 |
| 5,260 | (10) | 40 | 43 | 63 | 69 | 73 | 80 |
| 8,367 | (8) | 55 | 60 | | | | |
| 13,30 | (6) | 76 | 86 | 83 | 94 | 101 | 119 |
| 16,75 | (5) | 85 | 95 | 95 | 106 | 115 | 134 |
| 21,15 | (4) | 100 | 117 | 111 | 130 | 133 | 157 |
| 26,76 | (3) | 120 | 141 | 131 | 153 | 153 | 183 |
| 33,62 | (2) | 137 | 160 | 148 | 173 | 178 | 214 |
| | (1) | 143 | 175 | 158 | 192 | 210 | 253 |
| | (1/0) | 190 | 233 | 211 | 259 | 253 | 304 |
| | (2/0) | 222 | 267 | 245 | 294 | 303 | 369 |
| | (3/0) | 280 | 341 | 305 | 372 | 370 | 452 |
| | (4/0) | 300 | 369 | 319 | 399 | 451 | 555 |
| 126,7 | (250) | 364 | 420 | 400 | 461 | 510 | 635 |
| 152,0 | (300) | 455 | 582 | 497 | 636 | 587 | 737 |
| 177,3 | (350) | 486 | 646 | 542 | 716 | 663 | 837 |
| 202,7 | (400) | 538 | 688 | 593 | 760 | 742 | 941 |
| 253,4 | (500) | 660 | 847 | 726 | 914 | 896 | 1143 |

**FACTOR DE CORRECCIÓN PARA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE**

| Temperatura ambiente °C | Para temperaturas ambientes diferentes a 30 °C multiplicar la capacidad de conducción de corriente mostrada arriba por el factor correspondiente abajo indicado | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 21-25 | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,02 | 1,02 |
| 26-30 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 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 | | | | | 0,40 | 0,40 |

**NOTA:** 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 capacidades de conducción de corriente 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 y alojados en tubo *(conduit),* canalización o cable, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de fuerza se reduce a un valor equivalente a 80% del valor mostrado en esta tabla.

(**) Para cuatro a seis conductores de fuerza de c.a. energizados simultáneamente a 125 °C y alojados en tubo *(conduit)*, canalización o cable, la capacidad de conducción de corriente de los conductores de fuerza se reduce a un valor equivalente la 80% del valor mostrado en esta tabla.

**b) Conductores para resistencias de control (secundarias).** Cuando las resistencias de control (secundarias) estén separadas del controlador, el tamaño nominal mínimo de los conductores entre las resistencias y el controlador, se debe calcular multiplicando la corriente eléctrica secundaria del motor por el factor adecuado tomado de la Tabla 610-14 b), y seleccionar el conductor adecuado de la Tabla 610-14(a).

**Tabla 610-14 (b)**

| Factores para determinar la capacidad de conducción de corriente de los conductores entre el controlador y las resistencias de control (secundarias) de grúas. | | |
|---|---|---|
| Tiempo en segundos | | Capacidad de conducción de la corriente secundaria a plena carga |
| Energizadas (conectadas) | Sin energía (desconectadas) | Por ciento |
| 5<br>10<br>15<br>15<br>15<br>15 | 75<br>70<br>75<br>45<br>30<br>15 | 35<br>45<br>55<br>65<br>75<br>85 |
| Servicio continuo | | 110 |

**c) Tamaño nominal mínimo.** Los conductores externos a motores y a controladores no deben ser menores de 1,31 $mm^2$ (16 AWG).

***Excepción 1:*** *En circuitos de control con no-más de 7 A, se permite el uso de conductor de tamaño nominal de 0,82 $mm^2$ (18 AWG), en cordones multiconductores.*

***Excepción 2:*** *En circuitos electrónicos se permite el uso de conductores de tamaño nominal no-menor de 0,5191 mm2 (20 AWG).*

**d) Conductores de contacto**. Los conductores de contacto deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la indicada en la Tabla 610-14 a) para conductores de 75 °C, y en ningún caso deben ser menores que lo siguiente:

| Distancias entre aisladores extremos de tensión mecánica o soportes intermedios del tipo mordaza | Designación del conductor |
|---|---|
| | Tamaño nominal $mm^2$ (AWG) |
| Menos de 9 m<br>9 a 18 m<br>más de 18 m | 13,30 (6) |
| | 21,15 (4) |
| | 33,62 (2) |

**e) Cálculo de la carga de motores**

**1)** Para un motor, se debe tomar como base 100% de la corriente eléctrica a plena carga indicada en su placa de datos.

**2)** Para una grúa o polipasto, con varios motores, la capacidad de conducción de corriente mínima de los conductores que los alimentan debe ser la suma de corriente eléctrica nominal de plena carga (A) indicada en la placa de datos del motor más grande o grupo de motores, más 50% de la corriente eléctrica nominal (A) a plena carga de la placa de datos del motor inmediato más grande o grupo de motores, usando la columna de la Tabla 610-14 a) que aplique al motor con el mayor tiempo de régimen de trabajo.

**3)** Para varias grúas o polipastos o ambas cosas, alimentados con un sistema común de conductores, se debe calcular la capacidad de conducción de corriente mínima para los motores de cada grúa como se indica en 610-14(e), sumar todas las capacidades de conducción de corriente y multiplicar la suma por el factor de demanda adecuado de la Tabla 610-14(e).

**Tabla 610-14 e). Factores de demanda**

| Número de grúas o polipastos | Factor de demanda |
|---|---|
| 2 | 0,95 |
| 3 | 0,91 |

| | |
|---|---|
| 4 | 0,87 |
| 5 | 0,84 |
| 6 | 0,81 |
| 7 | 0,78 |

**f) Otras cargas.** Las cargas adicionales, tales como calefacción, alumbrado, electroimanes y aire acondicionado, deben regirse por la aplicación de las Secciones correspondientes de esta NOM.

**g) Placa de datos.** Cada grúa, monorriel o polipasto debe tener una placa de datos, visible, con lo siguiente: Nombre del fabricante, valores nominales de tensión eléctrica, frecuencia, número de fases y la capacidad de corriente del circuito, calculada según lo indicado en 610-14 (e) y (f).

**610-15. Conductores de retorno común.** Cuando una grúa o polipasto es accionado por más de un motor, puede utilizarse un conductor de retorno común con capacidad de conducción de corriente adecuada.

**C. Conductores de contacto**

**610-21. Instalación de los conductores de contacto.** Los conductores de contacto deben cumplir con los incisos a) al h) descritos a continuación:

**a) Ubicación y resguardo de los conductores de contacto.** Los conductores de contacto de trabes carril deben estar resguardados, y los conductores de contacto del puente deben estar ubicados y resguardados de manera que las personas no puedan hacer contacto accidental con 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 40 mm de la superficie sobre la que está instalado el conductor.

**c) Soportes a lo largo de trabes carril**. Los conductores de contacto instalados a lo largo de las trabes carril deben estar sostenidos por soportes aislantes colocados a intervalos no-mayores a 6 m.

***Excepción:*** *Los soportes para conductores de rieles puestos a tierra como está previsto en (f) siguiente, no necesitan ser del tipo aislante.*

Dichos conductores deben estar separados entre sí no-menos de 150 mm, excepto en los monorrieles para polipastos, donde puede existir una separación no-menor a 75 mm. Donde sea necesario, los intervalos entre los soportes aislantes pueden ser aumentados hasta 12 m, aumentando proporcionalmente la separación entre conductores.

**d) Soportes sobre puentes**. Los conductores de contacto del puente deben estar separados por lo menos 65 mm, y cuando el largo del puente sea mayor de 24 m se deben colocar soportes aislantes a intervalos no-mayores a 15 m.

**e) Soportes para conductores rígidos**. Los conductores a lo largo de trabes carril y puentes de grúas, que sean del tipo rígido especificado en la Excepción 2 de 610-13, y que no estén dentro de un conjunto encerrado aprobado, se deben instalar sobre soportes aislantes, a intervalos no-mayores a 80 veces la dimensión vertical del conductor, pero en ningún caso mayor de 4,5 m y espaciados suficientemente para dar una separación eléctrica de los conductores o a los colectores adyacentes no-menor a 25 mm.

**f) Rieles como conductor del circuito**. Los rieles de monorriel, rieles del carro o de trabes carril para grúa, pueden ser utilizados como conductores de suministro de energía para una fase de un sistema trifásico de c.a. de alimentación de un transportador, grúa o carro, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

**1)** Los conductores que alimentan a las otras dos fases deben estar aislados;

**2)** El suministro de energía para todas las fases debe ser desde un transformador de aislamiento;

**3)** La tensión eléctrica no debe ser mayor de 300 V;

**4)** El riel que sirva como conductor debe estar puesto a tierra eficazmente en el transformador y 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) 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 designados.

**610-22. Colectores.** Los colectores se deben diseñar de forma que se reduzca al mínimo el arqueo 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 503-13.

**D. Medio de desconexión**

**610-31. Medio de desconexión de los conductores de la trabe carril.** Se debe instalar un medio de desconexión entre los conductores de contacto de la trabe carril y la fuente de alimentación, este medio debe tener una capacidad continua de corriente eléctrica no-menor a la calculada según lo indicado en 610-14(e) y (f). Este medio de desconexión debe ser un desconectador para circuito, un interruptor automático o un medio de desconexión en caja moldeada. Dicho medio de desconexión debe ser:

**1)** Accesible fácilmente y operable desde el nivel del piso.

**2)** Provisto con un medio para inmovilizarse o bloquearse en la posición “abierto”.

**3)** Provisto para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase.

**4)** Ubicado a la vista desde la grúa o polipasto y desde los conductores de contacto de la trabe carril.

**610-32. Medios de desconexión para grúas y polipasto de monorriel.** Se debe instalar en las terminales de los conductores de contacto, en las trabes carril, o para otras fuentes de alimentación en todas las grúas y polipastos de monorriel, un desconectador para circuito o un interruptor automático que pueda bloquearse en la posición de "abierto".

***Excepción:*** *Se debe suministrar un desconectador para circuito, un interruptor automático o un desconectador en caja moldeada provisto de bloqueo en la posición abierto . Se puede omitir el medio de desconexión cuando un polipasto de monorriel o una instalación de grúa puente de accionamiento manual, cumpla las siguientes condiciones:*

***a)*** *la unidad se controla desde el piso,*

***b)*** *la unidad está a la vista desde los medios de desconexión de la fuente de alimentación,*

***c)*** *no exista plataforma fija para inspección o mantenimiento a la unidad.*

Cuando el medio de desconexión no esté accesible fácilmente desde el puesto de mando de la grúa o polipasto de monorriel, se debe disponer en el puesto de mando de medios para interrumpir el circuito de alimentación de energía de todos los motores de la grúa o polipasto de monorriel.

**610-33. Capacidad nominal de los medios de desconexión**. La capacidad nominal de corriente eléctrica del desconectador o interruptor automático requerido por el Artículo 610-32, no debe ser menor de 50% de la combinación de las capacidades de corriente eléctrica nominales de régimen de trabajo de corta duración de los motores, ni menor de 75% de la suma de las capacidades de corriente eléctrica de los motores de régimen de trabajo de corta duración requeridos para un solo movimiento de la grúa.

**E. Protección contra sobrecorriente**

**610-41. Conductores alimentadores de la trabe carril.** Los conductores de alimentación y de contacto principales de la trabe carril, grúa o polipasto 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 del 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).

**610-42. Protección de los circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra.** Los circuitos derivados se deben proteger como sigue:

**a) Capacidad de los fusibles o del interruptor automático.** Los circuitos derivados de motores de grúas, polipastos y polipastos de monorriel, se deben proteger con fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso, con una capacidad de acuerdo a la Tabla 430-152. Se permite derivar circuitos de control del lado de carga de un dispositivo de protección del circuito derivado, siempre y cuando cada derivación y cada equipo estén protegidos en forma apropiada.

***Excepción 1:*** *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 la de un solo motor para los cálculos anteriores.*

***Excepción 2:*** *Se permite conectar dos o más motores al mismo circuito derivado, si ninguna conexión en derivación para un motor tiene una capacidad de conducción de corriente menor que un tercio de la corriente eléctrica del circuito derivado y si cada motor está protegido contra sobrecarga de acuerdo con lo indicado en 610-43.*

**b) Derivaciones a devanados de freno.** Las derivaciones a los devanados de freno no necesitan protección independiente contra sobrecorriente.

**610-43. Protección contra sobrecarga del circuito del motor y del circuito derivado.** Todos los conductores de los motores, controladores de motores y circuitos derivados, deben estar protegidos contra sobrecorriente por alguno de los medios siguientes:

**1)** Un motor se considera protegido cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado reúne los requisitos de capacidad indicados en 610-42.

**2)** Por relés de sobrecarga en cada conductor de fase, con todos los relés protegidos contra cortocircuito por medio del dispositivo de la protección del circuito derivado.

**3)** Instalación de dispositivos sensibles a la temperatura del motor o a la temperatura y corriente eléctrica y que estén térmicamente en contacto con el devanado del motor. Una grúa o polipasto se considera protegida, si los dispositivos sensibles a la temperatura están conectados en el circuito de un desconectador de límite de carrera superior de la grúa o polipasto, de manera que se impida el levantamiento de la carga cuando exista una condición de sobrecalentamiento en cualquier motor.

***Excepción 1:*** *Si el motor es controlado manualmente con mandos de resorte de retorno, para el motor no se requiere el dispositivo de protección de sobrecarga para condiciones de rotor bloqueado.*

***Excepción 2:*** *Donde dos o más motores accionen un solo carro o puente, y estén controlados como una unidad y protegidos por un solo juego de dispositivos de sobrecarga, con una capacidad igual a la suma de sus corrientes eléctricas de plena carga. El polipasto de carga o carro se considera protegido si los dispositivos sensibles a la temperatura están conectados en el circuito de un desconectador de límite superior del polipasto, de manera que impida su funcionamiento cuando exista una condición de sobrecalentamiento en cualquier motor.*

***Excepción 3:*** *En los dispositivos elevadores y polipastos de monorriel y sus carros que no se utilicen como parte de una grúa eléctrica viajera, los motores no requieren protección contra sobrecarga de funcionamiento individual,*

*siempre que el motor más grande no sea mayor de 5,6 kW (7,5 CP) y que todos los motores estén bajo un control manual del operador.*

**F. Control**

**610-51. Controladores separados.** Cada motor debe estar provisto de un controlador individual.

***Excepción 1:*** *Cuando dos o más motores accionan a un solo dispositivo elevador, polipasto, carro o puente se permite utilizar un solo controlador.*

***Excepción 2:*** *Un controlador se puede utilizar para varios motores siempre que:*

***a)*** *El controlador tenga capacidad nominal no-menor a la del motor más grande.*

***b)*** *Se accione 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 tienen una capacidad de conducción de corriente nominal o están ajustados a no-más de 300% de la capacidad de conducción de corriente de los conductores de control.

***Excepción 1:*** *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% de la corriente eléctrica nominal del secundario del transformador, y a no-más de 200% de la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito de control.*

***Excepción 2:*** *Cuando la apertura del circuito de control produzca un riesgo, por ejemplo, el circuito de control de una grúa para metal fundido, los conductores del circuito de control se consideran protegidos adecuadamente por medio de los dispositivos contra sobrecorriente del circuito derivado.*

**610-55. Desconectadores límite de carrera.** Se debe instalar un desconectador de límite u otro dispositivo para impedir que la carga sobrepase el límite superior del recorrido de cada uno de los mecanismos de levantamiento.

**610-57. Espacio libre de trabajo.** Las dimensiones del espacio libre de trabajo para tener acceso a partes vivas que requieran revisión, ajuste, servicio o mantenimiento, mientras estén energizadas deben ser de un mínimo de 760 mm. Cuando los controles estén encerrados en envolventes, las puertas de los mismos deberán abrir por lo menos a 90 ° o deben ser desmontables.

**G. Puesta a tierra**

**610-61. Puesta a tierra.** Todas las partes metálicas descubiertas no-conductoras de corriente eléctrica en grúas, polipastos de monorriel, polipastos y sus accesorios, incluyendo los controladores colgantes, deben estar metálicamente unidas entre sí formando un conductor eléctrico continuo, de tal forma que toda la grúa o polipasto esté puesta(o) a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

Las partes en movimiento, salvo los accesorios desmontables o aditamentos que tengan superficies de rodamiento en contacto de metal con metal, deben ser consideradas como conectadas eléctricamente entre sí a través de las superficies de apoyo, para los efectos de la puesta a tierra.

Las armazones de los carros y del puente se consideran eléctricamente puestos a tierra a través de las ruedas del puente y del carro y sus respectivos rieles, a menos que las condiciones locales, tales como pintura u otro material aislante, impidan obtener un contacto seguro de metal a metal. En este caso se debe suministrar un conductor separado como puente de unión.

## ARTÍCULO 620 - ELEVADORES, MONTACARGAS, ESCALERAS ELÉCTRICAS Y PASILLOS MÓVILES, ESCALERAS Y ELEVADORES PARA SILLAS DE RUEDAS

**A. Disposiciones generales**

**620-1. Alcance.** Este Artículo cubre la instalación de equipo eléctrico y el alambrado utilizado en la conexión de elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de ruedas.

**620-2. Definiciones**

**Controlador del motor.** Las unidades de operación de un sistema de control lo integra un dispositivo de arranque (arrancador) y un equipo de conversión de energía usados para poner en funcionamiento un motor eléctrico o una bomba para un sistema hidráulico.

**Control de movimiento.** El dispositivo eléctrico que como parte del sistema de control regula la aceleración, velocidad, retardo y paro del movimiento.

**Control 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 del dispositivo de operación.

**Dispositivo de operación.** El dispositivo de operación está integrado por el desconectador de la cabina, botones, pulsadores, desconectadores de llave o palanca, y otros elementos eléctricos usados para activar el control de operación.

**Equipo de señalización.** Incluye equipo tanto audible como visual como son: campanas, timbres, luces y presentaciones visuales conteniendo información para el usuario.

**Sistema de control.** El sistema de control regula al arranque, paro, dirección de movimiento, aceleración, velocidad y retardo del movimiento.

**620-3. Limitaciones de tensión eléctrica.** La tensión eléctrica de suministro no debe exceder de 400 V entre conductores, a no ser que se permita algo diferente como en los siguientes incisos:

**a) Circuitos de fuerza.** Los circuitos derivados para los controles de operación y motor de la puerta, así como los circuitos derivados y alimentadores de los controles del motor, motores y frenos de la máquina, no deberán emplear una tensión eléctrica que exceda 600 V. En las tensiones internas para la conversión de energía y equipo asociado funcionalmente, incluyendo el alambrado de conexión, se permite emplear una tensión eléctrica más alta, si este equipo y sus conductores están aprobados e identificados para la tensión eléctrica apropiada. Cuando la tensión eléctrica exceda de 600 V las señales o letreros de precaución con la leyenda

"PELIGRO ALTA TENSIÓN ELÉCTRICA"

deben fijarse al equipo y ser totalmente visibles.

**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 600 V.

**620-4. Partes vivas encerradas.** Todas las partes vivas de aparatos eléctricos, en los cubos de elevadores, dentro o sobre la cabina del mismo, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles y área de máquinas, para elevadores y escaleras y para sillas de ruedas, deben estar encerrados a fin de evitar contactos accidentales.

**NOTA:** Véase 110-17 para el resguardo de partes vivas, 600 V o menos.

**620-5. Espacios de trabajo.** Deben preverse espacios de trabajo junto a los controladores eléctricos, medios de desconexión y otro equipo eléctrico. El espacio de trabajo no debe ser menor a lo especificado en 110-16(a).

Donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado examine, ajuste, dé servicio y mantenimiento al equipo, los espacios requeridos en 110-16(a) deben cubrir lo permitido en los siguientes incisos:

**a) Conexión flexible al equipo.** El equipo eléctrico indicado de 1 a 4 siguientes, debe proveerse con guías flexibles en todas las conexiones externas.

**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 de máquinas.

**2.** Controladores y medios de desconexión de ascensores instalados en el cubo o en la cabina.

**3.** Controladores para la operación de las puertas.

**4.** Otro equipo eléctrico instalado en los cubos o en la cabina.

**b) Guardas.** Es conveniente guardar o separar las partes vivas del equipo eléctrico. El equipo debe tener forma de examinarse, ajustarse o repararse, mientras se encuentre energizado sin retirar la protección.

**c) Examen, ajuste y servicio.** El equipo eléctrico no requiere ser examinado, ajustado o reparado mientras esté energizado.

**d) Baja tensión eléctrica.** Las partes no-aisladas deben estar a una tensión eléctrica no-mayor a 30 V eficaces de c.a., 42 V pico o 60 V en c.c.

### B. Conductores

**620-11. Aislamiento de conductores.** El aislamiento de los conductores instalados en conexión con elevadores, montaplatos, escaleras mecánicas o pasillos móviles deben cumplir con lo siguiente:

**a) Instalación del dispositivo de bloqueo de la puerta del elevador.** Los conductores para bloqueo de la puerta del elevador desde el mecanismo de elevación, deben ser resistentes a la propagación de la flama y adecuados para una temperatura no-menor a 200 °C. Los conductores deben ser de tipo THW o equivalente.

**b) Cables móviles.** Los cables móviles utilizados como conexiones flexibles entre la cabina del elevador y el montaplatos y la canalización, deben ser cables para elevadores de los tipos indicados en la Tabla 400-4, o de un tipo aprobado.

**c) Otros alambrados.** Todos los conductores colocados en las canalizaciones y dentro o sobre las cabinas de elevadores en los pozos de escaleras metálicas y pasillos móviles, y en sus salas de máquinas, deben tener un aislamiento resistente a la propagación de la flama y resistente a la humedad.

**d) Aislamiento.** Todos los conductores deben tener un nivel de aislamiento por lo menos igual a la capacidad máxima nominal de la tensión eléctrica del circuito de cualquier conductor dentro de la cubierta, cable o canalización.

Los conductores deben ser tipo MTW, TF, TFF, TFN, TFFN, THHN, THW, THWN, TW, XHHW, AWN, THW-LS, THHW-LS, XHHW-LS, o cualquier otro conductor con aislamiento diseñado como resistente a la propagación de la flama. Los conductores blindados se permiten siempre que estén aislados para la tensión eléctrica máxima que se encuentre dentro del cable o sistema de canalización.

**620-12. Tamaño nominal mínimo de los conductores.** El tamaño nominal mínimo de los conductores utilizados para el alambrado de elevadores, montaplatos, escaleras mecánicas y pasillos móviles, con excepción de los conductores que formen parte integral del equipo de control, debe ser como sigue:

**a) Cables móviles**

**1)** Circuitos de alumbrado: 1,307mm$^2$ (16 AWG) y 0,5191 mm$^2$ (20 AWG) o conductores más grandes en paralelo, siempre que la capacidad de conducción de corriente sea equivalente como mínimo a la de tamaño nominal de 2,082 mm$^2$ (14 AWG) de cobre.

**2)** Para otros circuitos: 0,5191 mm$^2$ (20 AWG).

**b) Otras instalaciones.** 0,205 1 mm$^2$ (24 AWG).

**620-13. Conductores de los circuitos de alimentación y derivados.** Los conductores deben tener una capacidad de conducción de corriente de acuerdo con lo indicado en los párrafos (a), (b) y (c) que siguen. Para el control de campo del generador, la capacidad de conducción de corriente debe basarse en la corriente eléctrica nominal de la placa de datos del motor del grupo motor-generador que suministra la energía al motor del elevador.

**a) Conductores que alimenten a un solo motor.** Los conductores que alimenten a un solo motor deben tener una capacidad de conducción de corriente de acuerdo con lo indicado en 430-22, y en la Excepción 1 de la Tabla 430-22(a)

**b) Conductores que alimenten a un solo controlador.** Los conductores que alimenten a un solo controlador deberán tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la capacidad indicada en la placa de datos del controlador, más la suma de otras cargas conectadas.

**c) Conductores que alimenten a un solo transformador.** Los conductores que alimenten a un solo transformador deberán tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la corriente eléctrica de placa del transformador, más otras cargas conectadas.

**d) Conductores que alimenten a más de un motor, controlador o transformador.** Los conductores que alimenten a más de un motor, controlador o transformador, deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la suma de las corrientes eléctricas de placa del equipo más otras cargas conectadas. La capacidad de corriente eléctrica de motores para usarse en la suma, debe determinarse de acuerdo con lo indicado en la Excepción de la Tabla 430-22 (a), en la Sección 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 capacidad de conducción de corriente que la requerida en (b) anterior, 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 | 1,00 |
| 2 | 0,95 |
| 3 | 0,90 |
| 4 | 0,85 |
| 5 | 0,82 |
| 6 | 0,79 |
| 7 | 0,77 |
| 8 | 0,75 |
| 9 | 0,73 |
| 10 o más | 0,72 |

**NOTA:** El factor de demanda está basado en la mitad de un ciclo de trabajo.

**620-15. Tamaño nominal del controlador.** El tamaño nominal del controlador debe cumplir con lo requerido en 430-83. Se permite que el tamaño nominal sea menor al del motor del elevador cuando el propio controlador limite la energía disponible para el motor y el mismo esté aprobado para energía limitada.

**C. Instalación eléctrica**

**620-21. Métodos de instalación.** Los conductores y cables de fibra óptica localizados en los cubos, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores y elevadores 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), deben instalarse en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado o ligero, no-metálico tipo pesado, canalizaciones, o cables del tipo MC, MI o AC, a menos que se permita otra cosa en los siguientes incisos:

**a) Elevador**

**1) Cubos**

**a.** Se permite el uso de tubo *(conduit)* metálico flexible, metálico o no-metálico flexible a prueba de líquidos, entre los conductores verticales, desconectadores de límite de recorrido, botones operadores y dispositivos similares.

**b.** Los cables utilizados en circuitos limitados de energía de Clase 2 ($V_{ef}$ de 30 V o menos o 42 V de c.c. o menos), se permiten instalarse entre conductores verticales, equipo de señalización y dispositivos de operación, siempre y cuando los cables sean del tipo resistentes a la propagación de la flama y se protejan contra daño físico.

**2) Cabinas**

**a.** Se permite en las cabinas el uso de tubo *(conduit)* metálico flexible, tubo *(conduit)* metálico flexible a prueba de líquidos y tubo *(conduit)* no-metálico flexible a prueba de líquidos de 10 mm de tamaño nominal o mayores, cuando no exceda de una longitud de 1,8 m y donde su localización esté libre de aceite y sujetados firmemente.

**b.** Los cordones de uso rudo y extrarrudo, 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 los dispositivos sobre las puertas o

entradas de las cabinas. 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 del mismo. 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. Los cables conductores más pequeños, de otros tipos, espesores de aislamiento y forros, se permiten como conexiones flexibles entre el alambrado fijo de la cabina y los dispositivos sobre las puertas y entradas.

**3) Cuartos de máquinas y áreas de máquinas**

**a.** Se permite instalar tubo *(conduit)* metálico flexible, metálico flexible a prueba de líquidos, no-metálico flexible a prueba de líquidos, de 10 mm de tamaño nominal o mayores, cuando no exceda de una longitud de 1,8 m entre paneles de control, motores de máquinas de frenos de máquinas, grupo motor-generador, medios de desconexión, motores de bombas, y válvulas.

**b.** Donde el grupo motor-generador, motores de máquinas o motores de bombas y válvulas estén ubicados, junto o abajo del equipo de control y tengan conductores de longitud suficiente, pero no-mayor a 1,8 m; tales conductores pueden extenderse para conectarse directamente a las terminales del equipo de control, sin tener en cuenta los requisitos de capacidad de conducción de corriente de los Artículos 430 y 445. Los ductos auxiliares se permiten en máquinas y cuartos de control entre los controles, arrancadores y aparatos similares.

**c.** Los conductores flexibles que son componentes del equipo aprobado y usado en equipo de baja tensión eléctrica, no deben exceder de 1,8 m de largo. Estos cordones deben estar soportados y protegidos contra daño físico y deben ser del tipo resistentes a la propagación de la flama.

**d.** En equipo aprobado se permiten los conductores agrupados y encintados fuera de lo instalado en tubo *(conduit)*, tal grupo de cable debe soportarse a intervalos no-mayores a 1 m y localizarse de forma que esté protegido contra daño físico.

**4) Contrapeso**

Se permite el uso de tubo *(conduit)* metálico flexible, flexible a prueba de líquidos, no-metálico flexible; cordones flexibles, conductores agrupados y encintados que son parte del equipo mencionado, una máquina de maniobra o los frenos de la misma en la unión del contrapeso en longitudes que no excedan de 1,8 m fuera de lo instalado en una canalización y donde estén localizados para ser protegidos contra daño físico. El aislamiento de los conductores debe ser de tipo resistente a la propagación de la flama.

**b) Escaleras**

**1)** Se permite el uso de tubo *(conduit)* metálico flexible, metálico a prueba de líquidos y no-metálico flexible a prueba de líquidos; esto es válido para escaleras y pasillos móviles. Se permite el uso de tubo *(conduit)* metálico flexible y metálico a prueba de líquidos de diámetro 10 mm o mayores en longitudes que no excedan de 1,8 m.

**2)** A los cables empleados en circuitos limitados de energía Clase 2, se les permite ser instalados dentro de escaleras y pasillos móviles donde los cables deben soportarse y protegerse contra daño físico. Deben ser del tipo resistentes a la propagación de incendios.

**3)** Se permite el uso de cordones de servicio pesado de acuerdo a los requerimientos del Artículo 400, Tabla 400-4, como conexiones flexibles entre paneles de control y medios de escaleras y pasillos móviles donde la entrada de los paneles de control y medios de desconexión están preparados para reubicarse en la casa de máquinas como se permite en 620-72.

**c) Canalizaciones en elevadores para sillas de rueda**

**1)** Se permite el uso de tubo *(conduit)* metálico flexible, metálico a prueba de líquidos en elevadores y elevadores para sillas de rueda y área de máquinas. Se permite el uso de tubo *(conduit)* de diámetro nominal de 10 mm o mayor en longitudes que no excedan 1,8 m de longitud.

**2)** A los cables empleados en circuitos limitados de energía de clase 2, se les permite ser instalados dentro de escaleras y pasillos móviles; los cables deben soportarse y protegerse contra daño físico y ser del tipo resistentes a la propagación de la flama.

**620-22. Circuitos derivados para alumbrado, receptáculos, ventilación, calefacción y aire acondicionado de la cabina**

**a) Alumbrado de la cabina.** Se debe instalar un circuito derivado independiente para alimentar exclusivamente al alumbrado, receptáculos, luces auxiliares y ventilación de la cabina del elevador.

**b) Aire acondicionado y calefacción.** Se debe instalar un circuito independiente exclusivo para alimentar al aire acondicionado y a la calefacción de la cabina el elevador.

**620-23. Circuito derivado de alumbrado y contactos para el cuarto de máquinas**

**a)** En la casa de máquinas se debe instalar un circuito derivado exclusivo para alumbrado y otro para receptáculos. El alumbrado no debe conectarse en el lado de la carga de receptáculos con interruptor de circuito con protección por falla a tierra.

**b)** El desconectador de alumbrado debe ubicarse en la entrada del cuarto de máquinas.

**c)** Se debe instalar al menos un receptáculo dúplex de 120 o 127 V, una fase, en cada cuarto de máquinas o en cada espacio para maquinaria.

**620-24. Circuitos derivados de alumbrado y receptáculos en el cubo del elevador**

**a)** En el cubo del ascensor se debe instalar un circuito derivado exclusivo para alumbrado y otro para receptáculos. El alumbrado no debe conectarse en el lado de la carga de receptáculos con interruptor de circuito por falla a tierra.

**b)** El desconectador del alumbrado debe ubicarse en la puerta de entrada al cubo del elevador.

**c)** Se debe instalar al menos un receptáculo dúplex de 120 o 127 V, una fase, en el cubo del elevador.

**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 para cables, no debe ser mayor a 50% del área transversal interior del conducto. Cuando se instale un ducto para cables vertical, éste debe fijarse a intervalos que no excedan de 5 m 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 incluyendo su aislamiento en una canalización no debe ser mayor del 40% del área transversal interior de la canalización.

***Excepción:*** *En ductos cuadrados como se permite en 620-32.*

**620-34. Soportes.** Los soportes para cables, canalizaciones en elevadores, en montaplatos, en escaleras mecánicas o en pasillos móviles, deben asegurarse firmemente al riel guía o a la estructura de edificio.

**620-35. Canalizaciones auxiliares.** Las canalizaciones auxiliares no deben estar sujetas a las restricciones indicadas en 374-5 respecto al número de conductores.

**620-36. Sistemas diferentes en una canalización o en cables móviles.** Se permite que los cables de fibra óptica y conductores para dispositivos de operación, control de movimientos y operación, circuitos de señalización, alumbrado, calefacción y aire acondicionado de 600 V o menos se alojen con los mismos cables móviles o en el mismo sistema de canalización, si todos los conductores tienen aislamiento aprobado para la máxima tensión eléctrica aplicada a algún conductor dentro de la canalización y si todas las partes vivas del equipo están aisladas de tierra para esta misma tensión eléctrica. Se permite también que el cable móvil o canalización incluya conductores protegidos o uno o más cables coaxiales, si tales conductores tienen aislamiento aprobado para la tensión eléctrica máxima aplicada a un conductor dentro de las canalizaciones. Si los conductores están cubiertos con una protección adecuada, se permite alojar cables de telefonía, audio, video o comunicación de alta frecuencia en la misma canalización.

**620-37. Alambrado en elevadores y cuartos de máquinas**

**a) Usos permitidos.** Solamente se permiten alambrado eléctrico y canalizaciones directamente en la conexión de la cabina del elevador o montacargas, incluyendo el alambrado para señalización, comunicación en la cabina, alumbrado, calefacción, aire acondicionado y ventilación de la cabina, sistemas de detección de humos, dentro del cubo del elevador y del cuarto de máquinas.

**b) Protección contra descargas atmosféricas.** Se permiten conductores del sistema de puesta a tierra acoplados a los rieles del elevador para protección contra descargas atmosféricas. Los conductores de la bajada al sistema de puesta a tierra para protección contra descargas atmosféricas, no deberán estar localizados dentro del cubo. No se permite que los rieles del elevador u otro equipo del cubo se utilice como conductores de bajada de puesta a tierra para el sistema de protección contra descargas atmosféricas.

**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 en los siguientes incisos:

**1)** Bajo condiciones especiales se permite que los conductores del alimentador del elevador estén dentro de un cubo existente, si estos conductores no están unidos dentro del mismo.

**2)** Se permite que los conductores del alimentador se ubiquen dentro del cubo del elevador para equipo con motor de la máquina localizado en el cubo, en la cabina o en el contrapeso.

**620-38. Equipo eléctrico en estacionamientos y locales similares.** El equipo eléctrico y el usado para elevadores, montaplatos, escaleras mecánicas y pasillos móviles y elevadores para sillas de ruedas en estacionamientos, deben cumplir con los requisitos del Artículo 511.

**E. Cables móviles**

**620-41. Suspensión de cables móviles.** Los cables móviles se suspenden de la cabina y del extremo superior del cubo o en el contrapeso donde sea posible, para reducir al mínimo el esfuerzo aplicado a los conductores individuales de cobre. Los cables móviles deben soportarse por uno de los siguientes medios:

**1)** Por sus propios miembros estructurales de acero.

**2)** Por medio de vueltas del cable alrededor de los soportes para longitudes no-soportadas de menos de 30 m.

**3)** Suspendiéndolos con soportes que automáticamente se aprieten alrededor del cable, cuando la tensión mecánica se aumenta para longitudes no-soportadas hasta de 60 m.

**620-42. Lugares peligrosos (clasificados).** En lugares peligrosos (clasificados) los cables móviles deben ser de un tipo aprobado para lugares peligrosos (clasificados), y deben cumplir con lo especificado en 501-11, 502-12 o 503-10, según sea la aplicación.

**620-43. Ubicación y protección de los cables.** Los soportes de los cables móviles 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 suministrar guardas adecuadas para proteger los cables contra daño.

**620-44. Instalación de cables móviles.** Se permite instalar el cable móvil sin canalización o en tubo *(conduit)* para una distancia que no exceda de 1,8 m, medido desde el primer punto de soporte en la cabina del elevador (montacarga) o pared del cubo del elevador, siempre que los conductores estén agrupados, protegidos con cinta o cordón, o en revestimiento original.

Se permite que los cables móviles estén junto a los paneles de control del elevador y hasta las conexiones de la cabina del mismo y del cuarto de máquinas, como alambrado fijo, siempre que estén provistos de soportes y protección contra daño físico.

**F. Medios de desconexión y control**

**620-51. Medios de desconexión.** Se debe proveer para cada conductor de activo un medio de protección que pueda operarse individualmente. Cuando las máquinas de accionamiento múltiple estén conectadas a un solo elevador, escalera mecánica, pasillo móvil o a una bomba, debe existir un medio de desconexión para el motor y para los devanados de la válvula de control.

El medio de desconexión de la alimentación principal del conductor no debe desconectar al circuito derivado, de acuerdo con lo indicado en 620-22, 620-23 y 620-24.

**a) Tipo.** El medio de desconexión debe ser un interruptor automático o desconectador para circuito de fusibles que pueda ser operado externamente y que pueda asegurarse en la posición de abierto. El dispositivo de desconexión debe ser de un tipo aprobado.

**b) Operación.** No se debe hacer ninguna operación de apertura o cierre del medio de desconexión interruptor desde otro lugar distinto de su ubicación en el edificio. Si hay rociadores instalados en el cubo, cuarto de máquinas o en áreas de máquinas, el medio de desconexión debe abrir automáticamente la alimentación del elevador afectado previo a la aplicación del agua. El medio de desconexión no debe ser diseñado para el cierre automático, la energía sólo debe ser restaurada por medios manuales.

**c) Localización.** Los medios de desconexión deben ubicarse en un sitio accesible fácilmente a personal calificado.

**1)** En elevadores sin control de campo del generador, debe instalarse el medio de desconexión a la vista del convertidor de energía o del arrancador del motor. Cuando el medio de desconexión no se encuentre a la vista de la máquina en movimiento o de los controles de operación, debe instalarse un desconectador adicional de operación manual, junto al circuito de control para prevenir el arranque.

**2)** En elevadores con control de campo del generador, el medio de desconexión debe instalarse en un lugar visible al control del motor de la máquina en movimiento que impulsa al conjunto motor-generador. En caso de que el medio de desconexión no se encuentre a la vista desde la máquina en movimiento del conjunto motor-generador, o de los controles de operación y movimiento debe instalarse un medio de desconexión adicional y manual en el circuito de control para evitar el arranque. Los desconectadores de operación manual deben instalarse junto a este equipo.

Donde la máquina en movimiento o el grupo motor-generador esté localizada en un área de máquinas remota se debe suministrar un medio de desconexión para la alimentación principal, el cual debe ser capaz de quedar asegurado en la posición de abierto.

**3)** En escaleras y pasillos móviles el desconectador se debe instalar en el mismo sitio donde esté ubicado el controlador.

**4)** En elevadores para sillas de ruedas el desconectador debe estar ubicado a la vista del controlador del motor.

**d) Identificación y señales.** Donde haya más de una máquina de tracción en un cuarto de máquinas, el medio de desconexión debe estar numerado para que corresponda al número de identificación de cada máquina de tracción que controle.

El medio de desconexión debe tener una marca que identifique la localización del lado de alimentación del dispositivo de protección contra sobrecarga.

**620-52. Energía desde más de una fuente**

**a) Instalaciones en cabinas individuales y múltiples.** En las instalaciones de cabinas individuales y múltiples, el equipo que recibe energía de más de una fuente, debe estar provisto de un medio de desconexión para cada fuente de energía eléctrica, a la vista del equipo alimentado.

**b) Señal de precaución para medios de desconexión múltiple.** Cuando se usen medios de desconexión múltiple y las partes del panel de control permanezcan energizadas a una fuente que no sea la que está desconectada, se debe montar una señal de precaución sobre o junto al medio de desconexión. La señal debe ser clara, legible y debe decir: **"Precaución ____ partes del panel de control no son desconectadas por este desconectador".**

**c) Conexión de los paneles de control de cabinas múltiples.** Cuando existan conexiones entre los paneles de control para el funcionamiento del sistema en instalaciones de cabinas múltiples que permanecen energizadas de una fuente que no sea la que está desconectada, se debe montar una señal 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, receptáculos y ventilación.** Los elevadores deben tener medios para desconectar todos los conductores activos que alimentan al alumbrado, receptáculos y ventilación.

Los medios de desconexión deben estar dispuestos de tal manera que queden asegurados en la posición de abierto y deben localizarse en el cuarto de máquinas del elevador.

**620-54. Medios de desconexión para calefacción y aire acondicionado.** Los elevadores deben tener un sistema o un medio sencillo de desconexión para todos los conductores de fase que alimenten al sistema de calefacción y al aire acondicionado de cada elevador.

Los medios de desconexión deben estar colocados de tal forma que queden asegurados en la posición de abierto y localizarse en el cuarto de máquinas para cada elevador.

Donde haya más de un equipo para más de un elevador en el cuarto de máquinas, los medios de desconexión deben estar numerados y deben corresponder al número del elevador cuya fuente de calefacción y aire acondicionado controlan.

Los medios de desconexión deben tener una señal que identifique la ubicación del punto de suministro de los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

**G. Protección contra sobrecorriente**

**620-61. Protección contra sobrecorriente.** La protección contra sobrecorriente de estar provista como se indica a continuación:

**a) Dispositivos de operación, control y circuitos de señalización.** Los dispositivos de operación, control y circuitos de señalización deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 725-12.

**b) Protección de motores contra sobrecarga**

**1)** Los motores que accionan elevadores, montacargas y los de los grupos motor-generador utilizados con control de campo del generador, deben estar aprobados para servicio intermitente. Los motores deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 430-33.

**2)** Los motores que accionen máquinas de las escaleras eléctricas y de pasillos móviles deben estar aprobados para servicio continuo. Los motores deben estar protegidos contra sobrecargas de acuerdo con lo indicado en 430-32.

**3)** Los motores que accionen las máquinas de las escaleras eléctricas y de pasillos móviles y los motores de accionamiento de los grupos motor-generador, deben protegerse contra sobrecargas como se indica en la Tabla 430-37.

**4)** 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.

**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 de protecciones.** 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 otros puntos del lado de alimentación de dispositivos de protección contra sobrecorriente.

**H. Cuarto de máquinas**

**620-71. Resguardo del equipo.** Las máquinas que accionen elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, grupos motor-generador, controladores de motores y medios de desconexión, se deben instalar en un cuarto o área cerrada exclusiva para este uso, con excepción de lo permitido en los incisos (a) y (b) siguientes. El local debe estar resguardado para evitar el acceso de personas no calificadas.

**a) Controladores de motores.** Los controladores de motores de montacargas, escaleras eléctricas o pasillos móviles se pueden instalar fuera del lugar indicado anteriormente, siempre que éstos se encuentran en envolventes con compuertas o paneles removibles capaces de ser asegurados en la posición de cerrado, y los medios de desconexión sean ubicados junto o en una parte de los controladores de los motores. Se permite que los envolventes de controladores de motores para escaleras o pasillos móviles se ubiquen al lado de la barandilla localizada lejos de los escalones o de la banda móvil. Si el medio de desconexión es una parte integral del controlador del motor, aquél debe ser operable sin abrir la envolvente.

**b) Máquinas motrices.** Los elevadores con máquinas motrices localizadas en la cabina, en el contrapeso o en el hueco y máquinas motrices para montacargas, escaleras eléctricas y elevadores para sillas de ruedas pueden usarse fuera de las áreas especificadas.

**I. Puesta a tierra**

**620-81. Canalizaciones metálicas enlazadas a las cabinas.** Las canalizaciones metálicas, los cables tipo MC, MI o AC, fijados a las cabinas de elevadores, deben estar conectados a las partes metálicas puestas a tierra de la cabina con las que hagan contacto.

**620-82. Elevadores eléctricos.** En los elevadores eléctricos los armazones de todos los motores, máquinas elevadoras, controladores y envolventes metálicas de todos los dispositivos eléctricos por dentro o por fuera de la cabina o en el hueco del elevador, deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

**620-83. Elevadores no-eléctricos.** En los elevadores no-eléctricos, cuando cualquier conductor esté fijado a la cabina, el marco metálico de ésta, que es normalmente accesible a personas, debe estar puesto a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

**620-84. Escaleras móviles, pasillos móviles y elevadores para sillas de ruedas.** Las escaleras móviles, pasillos móviles y elevadores de sillas de ruedas deben cumplir con el Artículo 250.

**620-85. Interruptores de circuito por fallas a tierra para protección de personas.** Todos los receptáculos monofásicos de 120 o 127 V de 15 y 20 A, instalados en espacios de maquinarias, huecos, parte alta de la cabina del ascensor, en escaleras eléctricas y pasillos móviles, deben ser del tipo con interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas.

Todos los receptáculos monofásicos de 120 o 127 V de 15 y 20 A, instalados en el cuarto de máquinas deben ser del tipo con interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas.

Un receptáculo sencillo que alimente una bomba de desagüe instalada permanentemente, no requiere tener este tipo de protección.

### J. Sistema de energía en emergencia y de reserva

**620-91. Sistema 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 al sistema de suministro de energía, y donde es incapaz de absorber la energía regenerativa sobre el arreglo de las condiciones de carga del elevador, se debe proveer de un medio para absorber esa energía.

**b) Otras cargas.** Se permite que otras cargas, tales como fuentes y luminarias se utilicen como los medios requeridos para la absorción de la energía, de forma que dichas cargas sean automáticamente conectadas al sistema de emergencia o de reserva para la operación de los elevadores, y sean lo bastante grandes para absorber la energía regenerativa del elevador.

**c) Medios de desconexión.** Los medios de desconexión requeridos 620-51 deben desconectar al ascensor tanto del sistema de energía de emergencia o de reserva, como del sistema de energía normal.

Donde se conecte una fuente de energía adicional al lado de la carga del medio de desconexión, el cual permite el movimiento de la cabina para evacuación de los pasajeros, este medio de desconexión requerido en 620-51 debe incluir un contacto auxiliar. Este contacto causará que la fuente de energía adicional se desconecte de su carga cuando el medio de desconexión esté en posición de abierto.

## ARTÍCULO 630 - MÁQUINAS DE SOLDAR ELÉCTRICAS

### A. Disposiciones generales

**630-1. Alcance.** Este Artículo contempla a las máquinas de soldar por arco eléctrico, aparatos de soldar por resistencia y equipo de soldadura similar que se conecta a una fuente de energía eléctrica.

### B. Máquinas de soldar de arco tipo transformador y de rectificador de c.c.

**630-11. Capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada a las máquinas de soldar de arco tipo transformador y de rectificador de c.c. debe ser como sigue:

**a) Máquinas de soldar individuales.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada no debe ser menor que el valor resultante de multiplicar el valor de la corriente eléctrica (A), dado en la placa de datos de la máquina de soldar, por el siguiente factor, basado en el ciclo de trabajo de la máquina de soldar.

| Ciclo de trabajo | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Por ciento | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 o menos |
| Factor | 1,00 | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 0,78 | 0,71 | 0,63 | 0,55 | 0,45 |

Para máquinas de soldar que tengan un tiempo determinado de operación de una hora, el factor de multiplicación debe ser 0,75.

**b) Grupo de máquinas de soldar.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimentan a un grupo de máquinas de soldar se permite que sea menor que la suma de las corrientes eléctricas, como se determinó en el inciso (a). El conductor debe determinarse en cada caso de acuerdo con la carga de la máquina de soldar, basada en el uso de cada una y en la duración del evento de todas ellas, alimentadas por los conductores que se presume no estarán en uso al mismo tiempo. El valor de cada carga usada para cada máquina debe tomar en cuenta tanto la magnitud, como la duración de la carga mientras la máquina de soldar está en uso.

> **NOTA:** La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimentan a un grupo de máquinas de soldar se determina tomando como base la suma de 100% de la corriente eléctrica (como se determinó en el inciso (a)) de las dos de mayor capacidad, 85% de la tercera más grande, 70% para la cuarta más grande y 60% de todas las restantes, este cálculo proporciona un amplio margen de seguridad bajo condiciones de alta producción con respecto a la temperatura máxima permisible de los conductores. Se permite usar valores de por ciento menores de los que se dan en casos donde la operación es tal que un ciclo de alta operación es imposible para máquinas de soldar individuales.

**630-12. Protección contra sobrecorriente.** La protección contra sobrecorriente para máquinas de soldar de arco tipo transformador de c.a. y de rectificador de c.c., debe estar de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) y (b) siguientes. Cuando la capacidad especificada del dispositivo de sobrecorriente sea menor a uno normalizado o

cuando el ajuste de la capacidad especificada provoque una operación innecesaria del dispositivo, se permite el uso de un dispositivo nominal o ajustable con capacidad inmediata superior siempre que no rebase los valores indicados a continuación.

**a) Para máquinas de soldar.** Cada máquina de soldar debe tener protección contra sobrecorriente nominal o ajustable que no sea mayor a 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

***Excepción:*** *No se requiere dispositivo de sobrecorriente para máquinas de soldar que tengan sus conductores de alimentación protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable a no-más de 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.*

**b) Para conductores.** Los conductores que alimenten a una o más máquinas de soldar deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable a no-más de 200% de la capacidad de conducción de corriente del conductor.

**630-13. Medios de desconexión.** Debe suministrarse un medio de desconexión en el circuito de alimentación de cada máquina de soldar de arco tipo transformador de c.a. y de rectificador de c.c. que no esté equipada con un desconectador montado como una parte integral.

Los medios de desconexión deben ser un desconectador o un interruptor automático y su capacidad no debe ser menor que la necesaria de acuerdo con lo especificado en 630-12.

**630-14. Marcado.** Debe suministrarse una placa de datos en las máquinas de soldar de arco tipo transformador de c.a. y de rectificador de c.c. que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, número de fases, tensión eléctrica en el primario, corriente eléctrica nominal en el primario, máxima tensión eléctrica de circuito abierto, corriente eléctrica nominal en el secundario, ciclo de trabajo o tiempo determinado de operación.

**C. Máquinas de soldar de arco tipo motor-generador**

**630-21. Capacidad de conducción de corriente de los conductores de entrada.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación a las máquinas de soldar de arco tipo motor-generador, debe ser como sigue:

**a) Máquinas de soldar individuales.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación no debe ser menor que el valor de la corriente eléctrica que resulte de multiplicar el valor de la corriente eléctrica (A), dado en la placa de datos de la máquina de soldar por el siguiente factor basado en el ciclo de trabajo de la misma.

| Ciclo de trabajo | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Por ciento | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 o menos |
| Factor | 1,00 | 0,96 | 0,91 | 0,86 | 0,81 | 0,75 | 0,69 | 0,62 | 0,55 |

Para máquinas de soldar que tengan un tiempo determinado de operación de una hora, el factor de multiplicación debe ser 0,80.

**b) Grupo de máquinas de soldar.** Se permite que la capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten a un grupo de máquinas de soldar sea menor que la suma de las corrientes eléctricas que cada máquina de soldar determina de acuerdo con lo indicado en el inciso (a), siempre y cuando no todas las máquinas de soldar trabajen simultáneamente. El valor de la carga usada para cada máquina de soldar debe tomar en cuenta la magnitud y la duración de la carga mientras la máquina de soldar está en uso.

> **NOTA:** La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimentan a un grupo de máquinas de soldar, se determina tomando como base la suma de 100% de la corriente eléctrica (como se determinó en el inciso (a)) de las dos máquinas de soldar de mayor capacidad, 85% de la tercer máquina más grande, 70% para la cuarta más grande, y 60% de todas las restantes. Este cálculo proporciona un amplio margen de seguridad bajo condiciones de alta producción respecto a la temperatura máxima permisible en los conductores. Se permite usar valores de por ciento menores de los que se dan en casos donde la operación es tal que un ciclo de alta operación es imposible para máquinas de soldar individuales.

**630-22. Protección contra sobrecorriente.** La protección contra sobrecorriente para máquinas de soldar de arco tipo motor-generador, debe estar de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) y (b). Cuando la capacidad especificada del dispositivo de sobrecorriente sea menor a 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 con capacidad inmediata superior, siempre que no rebase los valores indicados a continuación.

**a) Para máquinas de soldar.** Cada máquina de soldar debe tener una protección contra sobrecorriente nominal o ajustable que no sea mayor a 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

***Excepción:*** *No se requiere dispositivo de sobrecorriente para máquinas de soldar que tengan sus conductores de alimentación protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable que no sea mayor de 200% de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.*

**b) Para conductores.** Los conductores que alimentan a una o más máquinas de soldar deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable de no-más de 200% de la capacidad de conducción de corriente del conductor.

**630-23. Medios de desconexión.** Debe suministrarse un medio de desconexión en el circuito de alimentación de cada máquina de soldar de arco tipo motor generador. Los medios de desconexión deben ser un interruptor automático o un desconectador para circuito de motor, y su capacidad no debe ser menor que el necesario de acuerdo con lo especificado en 630-22.

**630-24. Marcado.** Debe suministrarse una placa de datos en las máquinas de soldar de arco tipo motor-generador que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, número de fases, tensión eléctrica de entrada, corriente eléctrica de entrada, máxima tensión eléctrica de circuito abierto, capacidad de corriente eléctrica de salida, ciclo de trabajo o tiempo determinado de operación.

**D. Máquinas de soldar por resistencia**

**630-31. Capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación a las máquinas de soldar por resistencia, necesaria para limitar la caída de tensión eléctrica a un valor permisible para el funcionamiento satisfactorio de la máquina de soldar, es usualmente más grande que el requerido para prevenir sobrecalentamiento como se indica a continuación:

**a) Máquinas de soldar individuales.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación de las máquinas de soldar individuales debe cumplir con lo siguiente:

**1)** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación para una máquina de soldar que puede ser operada a diferentes tiempos, a diferentes valores de corriente eléctrica de alimentación real o ciclo de trabajo, no debe ser menor a 70% de la corriente eléctrica nominal de alimentación, para máquinas de soldar de costura, de alimentación automática o 50% de la corriente eléctrica nominal de alimentación para máquinas de soldar de operación manual.

**2)** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación para una máquina de soldar de operación específica, de la cual la corriente eléctrica de alimentación real y el ciclo de trabajo son conocidos y permanecen sin cambio, no debe ser menor que el producto de la corriente eléctrica nominal de alimentación por el factor dado en la siguiente tabla para el ciclo de trabajo al cual puede ser operada la máquina de soldar.

| Ciclo de trabajo | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Por ciento | 50 | 40 | 30 | 25 | 20 | 15 | 10 | 7,5 | 5 o 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 capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten a dos o más máquinas de soldar no debe ser menor que la suma del valor obtenido de acuerdo con lo indicado en el inciso (a) anterior para la máquina de soldar más grande y 60% del valor obtenido para todas las demás máquinas de soldar.

**NOTA:** Explicación de términos.

**1. Corriente eléctrica nominal de alimentación:** resulta de dividir los kVA nominales multiplicados por 1000 entre la tensión eléctrica nominal, usando los valores dados en la placa de datos.

**2. Corriente eléctrica de alimentación real:** es la proporcionada por el circuito de suministro durante cada operación de soldadura aplicada a un caso particular.

**3. El ciclo de trabajo:** es el por ciento de tiempo durante el cual la máquina de soldar está bajo carga. Por ejemplo, una máquina de soldar de puntos, alimentada con un sistema de 60 Hz (216000 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% (400 multiplicado por 15 dividido entre 216000 y multiplicado por 100). Una máquina de soldar de costura que opere dos ciclos dentro y dos ciclos fuera, resultaría tener un ciclo de trabajo de 50%.

**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) siguientes. Cuando la capacidad especificada del dispositivo de sobrecorriente sea menor a 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 y cuando no rebase los valores indicados a continuación.

**a) Para máquinas de soldar.** Cada máquina de soldar debe tener protección contra sobrecorriente nominal o ajustable, que no sea mayor a 300% de la corriente eléctrica nominal de alimentación de la máquina de soldar.

***Excepción:*** *No se requiere dispositivo de sobrecorriente para una máquina de soldar que tenga su circuito de alimentación protegido por medio de un dispositivo de sobrecorriente de capacidad nominal o ajustable a no-más de 300% de la corriente eléctrica nominal de alimentación de la máquina de soldar.*

**b) Para conductores.** Los conductores que alimentan a una o más máquinas de soldar, deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de capacidad nominal o ajustable a no-más de 300% de la capacidad de conducción de corriente del conductor.

**630-33. Medios de desconexión.** Se debe proporcionar un desconectador o interruptor automático para que por medio de él, cada máquina de soldar 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 capacidad de conducción de corriente del conductor, determinada de acuerdo con lo indicado en 630-31.

Se permite que el desconectador del circuito de alimentación sea el medio de desconexión de la máquina de soldar cuando el circuito alimenta solamente una máquina de soldar.

**630-34. Marcado.** Debe suministrarse una placa de datos para cada máquina de soldar por resistencia que contenga la siguiente información: nombre del fabricante, frecuencia, tensión eléctrica nominal y kVA nominales a 50% del ciclo de trabajo, máxima y mínima tensión eléctrica de circuito abierto en el secundario, corriente eléctrica secundaria a cortocircuito a máxima tensión eléctrica del secundario y la abertura de los electrodos (brazos).

**E. Cable para soldar**

**630-41. Conductores.** El aislamiento de los conductores instalados en el secundario de las máquinas de soldar eléctricas debe ser resistente a la flama.

**630-42. Instalación.** Los cables deben ser adecuados para ser instalados en una canalización apropiada que cumpla con los incisos siguientes:

**a) Soporte del cable.** La canalización para el cable debe tener soportes a intervalos no-mayores a 1,5 m.

**b) Separación del fuego y de productos de combustión.** La instalación debe estar de acuerdo con lo indicado en 300-21.

**c) Señales.** Debe colocarse una señal permanente en la canalización de cables a intervalos no-mayores a 6 m. La señal debe decir "Canalización para cables de soldadura solamente".

## ARTÍCULO 640 - EQUIPOS DE GRABACIÓN DE SONIDO Y SIMILARES

**640-1. Alcance**. Este Artículo cubre al equipo y al alambrado utilizado para la grabación y reproducción de sistemas de sonido, distribución centralizada de sonido, instalaciones públicas de altavoces, entradas de micrófonos o audífonos y órganos electrónicos.

**640-2. Aplicación de otros Artículos**

**a) Alambrado a dispositivos y entre ellos.** El sistema de alambrado de usuarios de energía al equipo y la conexión entre éstos, deben cumplir con los requisitos de los Capítulos 1 a 4, excepto cuando estén modificados por este Artículo.

**b) Alambrado y equipo.** El alambrado y equipo para sistemas públicos de altavoces, de entradas a micrófonos y audífonos, de radiofrecuencia, de audiofrecuencia y para equipo de amplificación asociado con estaciones radiorreceptoras en sistemas de distribución centralizados, deben cumplir con el Artículo 725.

**640-3. Número de conductores en tubo *(conduit)*.** El número de conductores en tubo *(conduit)* no debe exceder el factor de relleno indicado en las Tablas del Capítulo 10.

**640-4. Ductos metálicos con tapa y canales auxiliares.** Los ductos metálicos con tapa deben cumplir con los requisitos del Artículo 362 y los canales auxiliares con lo establecido en el Artículo 374.

***Excepción:*** *Cuando se utilicen para la grabación y reproducción de sonidos deben cumplir con lo siguiente:*

***a.*** *Los conductores en canales metálicos con tapa y en canales auxiliares no deben llenar la canalización a más de 75% de su profundidad.*

***b.*** *Cuando la tapa de los canales auxiliares esté al límite con el piso y esté expuesta a objetos pesados en movimiento, ésta debe ser de acero con un espesor no-menor a 6,4 mm; cuando la tapa no esté expuesta a objetos pesados en movimiento, como en la parte posterior de paneles de equipo, debe tener un espesor de por lo menos 3,4 mm.*

***c.*** *Los ductos metálicos con tapa y canales auxiliares pueden instalarse ocultos siempre que estén colocados en línea recta entre salidas a cajas de empalme. Las tapas de las cajas deben ser accesibles. Los bordes metálicos en las cajas de salida o cajas de empalme deber redondearse y todas las protuberancias ásperas alisadas, para evitar la abrasión del aislamiento o conductores.*

***d.*** *Los ductos metálicos con tapa y canales auxiliares se deben poner a tierra de acuerdo con los requisitos del Artículo 250. Cuando los ductos y los canales auxiliares no contengan conductores de alimentación, el conductor de puesta a tierra no necesita ser mayor en tamaño nominal que 2,082 mm$^2$ (14 AWG) de cobre o su equivalente. Cuando los ductos metálicos con tapa y canales auxiliares contengan conductores de alimentación, el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra no debe ser menor que el exigido en 250-95.*

**640-5. Conductores.** Los circuitos de salida de amplificadores que transporten señales de audiofrecuencia de 70 V o menos y cuya tensión eléctrica en circuito abierto no sea mayor de 100 V, pueden utilizar un sistema de alambrado Clase 2 o 3 como se señala en el Artículo 725.

> **NOTA:** Lo anterior está basado en amplificadores cuya tensión eléctrica en circuito abierto no es mayor de 100 V, cuando son excitados por una señal de cualquier frecuencia de 60 a 100 Hz suficiente para producir su salida de régimen (70,7 V) para su carga nominal. Esto admite el hecho de que el programa medio es de 12 db menor del régimen del amplificador, y por tanto, la tensión eléctrica eficaz en un circuito abierto de 70 V de salida, debe ser solamente 25 V.

**640-6. Agrupamiento de los conductores.** Los conductores de diferentes sistemas agrupados en la misma canalización u otra cubierta o en cables o cordones portátiles deben cumplir con los requisitos siguientes:

**a) Conductores de suministro de energía.** Los conductores de suministro de energía deben estar debidamente identificados y se deben utilizar solamente para alimentar al equipo al cual los otros conductores están conectados.

**b) Terminales a un motor-generador o de convertidor rotatorio.** Las terminales de entrada de un motor-generador o de un convertidor rotatorio, se deben instalar separados de las terminales de salida.

**c) Aislamiento de los conductores**. Los conductores se deben aislar individualmente o en grupos, con un aislante por lo menos equivalente al de los conductores de alimentación y otros conductores.

***Excepción:*** *Cuando los conductores de alimentación y otros conductores estén separados por una cubierta de plomo u otra cubierta metálica continua.*

**640-7. Cordones flexibles.** Los cables y cordones flexibles deben ser de los tipos S, SJ, ST, SJO, SJT u otro tipo aprobado y listado. Los conductores de los cordones flexibles que no sean conductores de alimentación pueden ser de un tamaño nominal no-menor de 0,1282 $mm^2$ (26 AWG), siempre que dichos conductores no estén conectados directamente a los conductores de alimentación y cuenten con medios de limitación de corriente eléctrica de manera que la potencia máxima no sea mayor de 150 W, en cualquier condición.

**640-8. Terminales.** Las terminales se deben marcar para mostrar sus conexiones propias. Las terminales de los conductores que no sean los de alimentación deben estar separados de las terminales de los conductores de alimentación por un espacio al menos tan grande como el que existe entre las terminales de alimentación de polaridad opuesta.

**640-9. Baterías.** Las baterías deben cumplir con lo siguiente:

**a) Instalación.** Las baterías se deben instalar de acuerdo con lo indicado en el Artículo 480.

**b) Aislamiento de los conductores.** Las terminales deben tener aislamientos basados en hule o en termoplásticos.

**640-10. Protección contra sobrecorriente de los circuitos.** La protección contra sobrecorriente se debe efectuar como sigue:

**a) Calentador o filamento (cátodo).** Los circuitos del calentador o filamento (cátodo) de un tubo electrónico, deben tener una protección contra sobrecorriente no-mayor a 15 A cuando sean alimentados por un circuito derivado de alumbrado o por una batería cuya capacidad sea mayor de 20 Ah.

**b) Placa (ánodo-positivo).** Los circuitos a la placa (ánodo-positivo) y a la rejilla de un tubo electrónico, debe tener protección contra sobrecorriente no-mayor a 1 A.

**c) Rejilla de control.** Los circuitos del control de rejilla de un tubo electrónico debe tener protección contra sobrecorriente no-mayor a 1 A cuando sea alimentado por circuitos derivados de alumbrado o por una batería cuya capacidad sea mayor de 20 Ah.

**d) Localización.** Los dispositivos de sobrecorriente deben estar localizados tan cerca como sea posible a la fuente de alimentación.

**640-11. Amplificadores y rectificadores**

**a) Tipo aprobado.** Los amplificadores y rectificadores deben estar cubiertos adecuadamente y deben ser de un tipo aprobado.

**b) Fácil acceso.** Los amplificadores y rectificadores se deben ubicar de manera que estén accesibles fácilmente.

**c) Ventilación.** Los amplificadores y rectificadores se deben ubicar de manera que tengan suficiente ventilación para evitar un aumento excesivo de temperatura dentro del local.

**640-12. Áreas peligrosas (clasificadas).** El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas), debe cumplir con las disposiciones indicadas en el Ártículo 500.

**640-13. Protección contra daño físico.** Los amplificadores, rectificadores, altavoces y otros equipos, deben estar ubicados o deben protegerse de manera que estén resguardados contra daño físico, o lo que pueda resultar por incendios o daño provocados por personas.

## ARTÍCULO 645 - EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y DE CÓMPUTO ELECTRÓNICO

**645-1. Alcance.** Este Artículo incluye equipo, alambrado de alimentación, alambrado de conexión de equipo y puesta a tierra de los sistemas y equipo de procesamiento de datos por computadora electrónica, incluyendo equipo terminal y en cuartos de cómputo.

**645-2. Requerimientos especiales para cuartos de equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico.** Este Artículo se aplica considerando que las siguientes condiciones se cumplen:

**1)** Están provistos medios de desconexión de acuerdo con lo indicado en 645-10.

**2)** Existe un sistema de calefacción, ventilación o aire acondicionado instalado para uso exclusivo del local con equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico separado de otras áreas de ocupación. Cualquier sistema de calefacción, ventilación o aire acondicionado que sirva a otros locales es permitido que sirva también al local de equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico, si existen compuertas contra humo o fuego en el punto límite de propagación del cuarto. Dichas compuertas deben operar con la activación de los detectores de humo y también por la operación de los medios de desconexión requeridos en 645-10.

**3)** Se ha instalado únicamente equipo aprobado para procesamiento de datos y cómputo electrónico.

**4)** Área únicamente ocupada por el personal calificado para la operación y mantenimiento del equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico.

**NOTA:** El local de cómputo no debe usarse para el almacenamiento de combustibles, excepto de los necesarios para la operación del equipo de un día para otro.

**5)** El local de cómputo debe estar separado de los otros locales por paredes, pisos y techos clasificados como resistentes al fuego y con aberturas protegidas.

**6)** La construcción del edificio, locales o áreas de ocupación, cumplen con lo aplicable del Reglamento de Construcciones de la localidad.

**645-5. Circuitos de alimentación y cables de conexión**

**a) Conductores de circuitos derivados.** Los conductores de los circuitos derivados, que alimenten a una o más unidades de un sistema de procesamiento de datos, deben tener una capacidad no-menor a 125% del total de la carga conectada.

**b) Medio de conexión.** Se permite que el sistema de procesamiento de datos esté conectado a un circuito derivado por uno de los siguientes dispositivos aprobados y listados para ese propósito:

**1)** Cable y clavija de computadora o procesador de datos.

**2)** Cordón flexible y clavija.

**3)** Conjunto cordones. Cuando se instalen sobre la superficie del suelo deben ser de tipo protegido contra daño físico.

**c) Cables de conexión.** Las unidades separadas de procesamiento de datos se permite que sean interconectadas por medio de cables y conjunto de cables aprobado para ese propósito. Cuando se instalen sobre la superficie del suelo deben ser de tipo protegido contra daño físico.

**d) Por debajo de pisos falsos.** Los cables de fuerza, cables de comunicaciones, cables de conexión, cables de conexión y receptáculos asociados con el equipo de procesamiento de datos, se permiten debajo de pisos falsos cuando:

**1)** El piso falso es de una construcción adecuada y el área bajo el piso es accesible.

**2)** Los conductores de circuitos derivados que alimenten receptáculos o equipo alambrado en sitio estén alojados en tubo *(conduit)* tipo pesado o semipesado, metálico o no metálico, canalización metálica de superficie con cubierta metálica, tubo *(conduit)* flexible metálico, tubo *(conduit)* metálico o no metálico flexible hermético a los líquidos, cable con blindaje metálico tipo MC, o cable tipo AC. Estos conductores de alimentación deben estar instalados de acuerdo con los requerimientos del Artículo 300.

**3)** La ventilación debajo de los pisos falsos se utilice únicamente para el equipo y para el local de procesamiento de datos.

**4)** Las aberturas para cables en los pisos falsos protegen los cables contra abrasión y minimizan la entrada de basuras debajo del piso.

**5)** Otros cables que no están comprendidos en el inciso (2) anterior deben ser del tipo DP aprobado como resistente al fuego, adecuado para instalarse bajo piso falso en locales de cómputo.

***Excepción 1:*** *Cuando los cables de conexión están instalados en tubo (conduit) o en soportes tipo charola para cables.*

***Excepción 2:*** *Otros cables aprobados que satisfacen los requerimientos anteriores son tipo TC (Artículo 340); tipo CL2, CL3 y PLTC (Artículo 725); tipo FPL (Artículo 760); tipo OFC y OFN (Artículo 770); tipo CM y MP (Artículo 800); tipo CATV (Artículo 820). A estas designaciones se les permite agregárseles las letras P o R.*

**e) Fijación en sitio.** Los cables de fuerza, cables de comunicaciones, cables de conexión, cables de conexión, y cajas, conectadores y receptáculos, asociados como parte de o para equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico, no requieren ser fijados en sitio.

**645-6. Cables fuera del área de cómputo.** Los cables que se extiendan más allá del área de cómputo están sujetos a los requerimientos aplicables de esta NOM.

> **NOTA:** Para circuitos de señalización referirse al Artículo 725, para circuitos de fibra óptica referirse al Artículo 770, y para circuitos de comunicaciones referirse al Artículo 800. Para sistemas de señalización de protección contra el fuego referirse al Artículo 760.

**645-7. Cables a través de paredes.** Los cables que atraviesen el límite de protección de resistencia al fuego del local deben estar de acuerdo con lo indicado en 300-21.

**645-10. Medios de desconexión.** Debe existir un medio de desconexión del suministro de energía para todo el equipo eléctrico, en el local de cómputo electrónico. Debe haber además un medio similar para desconectar el suministro de energía a todo el sistema de aire acondicionado exclusivo para el local y debe activar el cierre de todas las compuertas contra humo y fuego. Estos medios de desconexión deben estar agrupados e identificados y deben ser controlados desde un sitio accesible fácilmente en las principales puertas de salida. Se permite un medio único que controle a ambos, sistema de equipo electrónico y sistema de aire acondicionado.

***Excepción:*** *Instalaciones que se deban sujetar a lo previsto en el Artículo 685.*

**645-11. Sistemas de energía ininterrumpible (SEI).** Los SEI instalados dentro de áreas de procesamiento de datos y cómputo electrónico, y sus circuitos de alimentación y de salidas, deben cumplir con lo indicado en 645-10. Los medios de desconexión deben desconectar la batería de su carga.

***Excepción 1:*** *Instalaciones que clasifiquen bajo lo previsto en el Artículo 685.*

***Excepción 2:*** *Los medios de desconexión que cumplen con lo indicado en 645-10 no se requieren para fuentes de poder con capacidad de 750 VA o menos, derivados de un equipo SEI o de circuitos de baterías integrados a un equipo electrónico. Se debe tomar en cuenta que todos los requisitos indicados en 645-11 se deben cumplir.*

**645-15. Puesta a tierra.** Todas las partes metálicas expuestas, que no transporten corriente eléctrica, de un sistema de procesamiento de datos y cómputo electrónico, deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250

o deben ser de doble aislamiento. Los sistemas de suministro de energía derivados dentro del equipo aprobado que alimenten a equipo de cómputo y las cuales son suministradas como parte de ese equipo, no deben ser considerados separadamente como derivados para propósito de aplicación de lo indicado en 250-5 d).

**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 receptáculos del tipo de puesta a tierra aislada, véase 250-74 Excepción 4.

**645-16. Marcado.** Cada unidad de un sistema de procesamiento de datos que vaya a ser alimentado por un circuito derivado debe estar provista de una placa de datos con el nombre del fabricante, tensión eléctrica de suministro, frecuencia nominal y la máxima carga nominal (A).

## ARTÍCULO 650 - ÓRGANOS TUBULARES

**650-1. Alcance.** Este Artículo cubre aquellos circuitos eléctricos y partes que operan eléctricamente órganos tubulares y que son empleados para controlar los aparatos de sonido y teclados.

**650-2. Otros Artículos.** Los órganos electrónicos deben cumplir con las disposiciones apropiadas del Artículo 640.

**650-3. Fuente de energía.** La fuente de energía debe ser un transformador tipo rectificador, la tensión eléctrica de c.c. no debe exceder 30 V.

**650-4. Puesta a tierra.** El rectificador debe ser puesto a tierra de acuerdo con lo previsto en el Artículo 250.

**650-5. Conductores.** Los conductores deben cumplir con lo siguiente:

**a) Tamaño nominal.** No-menor de 0,08042 $mm^2$ (28 AWG) para circuitos de señales electrónicas y no-menor de 0,1282 $mm^2$ (26 AWG) para alimentación por válvulas electromagnéticas y similares. El conductor común de retorno en alimentaciones electromagnéticas no debe ser menor de 2,082 $mm^2$ (14 AWG).

**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 del mismo 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.** Todo cable debe estar provisto con una cubierta exterior; ya sea general o cinta aislante. Cuando no se use canalización metálica, la cubierta debe ser retardante de la flama o el cable debe estar cubierto con una cinta aislante a prueba de fuego con tejido cerrado.

**650-6. 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. Deben colocarse de forma que no hagan contacto con otros conductores.

**650-7. Protección contra sobrecorriente.** Los circuitos deben estar distribuidos de tal manera que todos los conductores se encuentren protegidos contra sobrecorriente por un dispositivo de capacidad nominal no-mayor a 6 A.

***Excepción:*** *Los conductores del circuito principal de alimentación y el ducto común de retorno.*

## ARTÍCULO 660 - EQUIPOS DE RAYOS X

### A. Disposiciones generales

**660-1. Alcance.** Este Artículo incluye todo equipo de rayos X que funcione a cualquier frecuencia o tensión eléctrica, 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 útil dirigida o dispersa.

**660-2. Definiciones**

**Movible.** Un equipo de rayos X montado sobre una base permanente, dotado de ruedas o similar, que le permite desplazarse cuando está completamente ensamblado.

**Portátil.** Un equipo de rayos X diseñado para llevar a mano.

**Régimen prolongado.** Es un régimen basado en intervalos de funcionamiento de cinco minutos o mayor.

**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 desmontado 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 dichos 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 instalación que cumpla con los requisitos generales de esta NOM.

***Excepción:*** *El equipo debidamente alimentado por circuitos derivados no-mayores a 30 A puede conectarse mediante un cordón y clavija de uso rudo aprobado y listado.*

**b) Equipo portátil movible y transportable.** El equipo de rayos X portátil, movible y transportable, de una capacidad no-mayor a 60 A, no requiere circuitos derivados individuales. El equipo de rayos X portátil y movible de cualquier capacidad debe ser alimentado por medio de cables o cordones de uso rudo aprobados y listados. 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) Tensión eléctrica de alimentación mayor de 600 V nominales.** Los circuitos y equipo que funcionen a más de 600 V nominales, deben cumplir con el Artículo 710.

**660-5. Medios de desconexión.** Los medios de desconexión se deben instalar en un lugar accesible fácilmente y con manejo desde el control del equipo de rayos X. Los medios de desconexión deben ser de capacidad apropiada, por lo menos de 50% de la corriente eléctrica requerida por el régimen momentáneo o de 100% de la corriente eléctrica requerida para el régimen prolongado, escogiendo el mayor de los valores. Para equipo conectado a un circuito derivado de 120 o 127 V nominales, de 30 A o menos, se puede utilizar como medio de desconexión un cordón y clavija de tipo polarizado con puesta a tierra, de capacidad adecuada.

**660-6. Tamaño nominal de los conductores de alimentación y de la protección por sobrecorriente**

**a) Conductores de circuitos derivados.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de alimentación de los circuitos derivados y de los dispositivos de protección por sobrecorriente, no deben ser menores a 50% del régimen momentáneo o a 100% del régimen prolongado del equipo de rayos X, escogiéndose el mayor de los dos valores.

**b) Conductores del alimentador.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores y la capacidad nominal de los dispositivos de protección por sobrecorriente de un alimentador para dos o más circuitos derivados que alimenten dos o más unidades de rayos X, no deben ser menores a 100% del régimen momentáneo (como se indica en (a)) de los dos aparatos de rayos X más grandes, más 20% del régimen momentáneo de los otros aparatos de rayos X.

> **NOTA:** El tamaño nominal mínimo de los conductores para circuitos derivados y alimentadores, se rige también por los requisitos de regulación de la tensión eléctrica. Para una instalación específica, el fabricante generalmente recomienda: transformadores de distribución, capacidad de los medios de desconexión, protección por sobrecorriente y el tamaño nominal mínimo de los conductores.

**660-7. Terminales de alambrado.** El equipo de rayos X debe estar provisto de terminales o puntas de conexión adecuadas para la conexión.

***Excepción:*** *Cuando esté provisto permanentemente de un cordón apropiado.*

**660-8. Número de conductores en una canalización.** El número de conductores de control instalados en una canalización debe ser determinado de acuerdo con lo indicado en 300-17.

**660-9. Tamaño nominal mínimo de los conductores.** Se permite usar conductores de tamaño nominal de 0,8231mm$^2$ (18AWG) o de 1,309mm$^2$ (16 AWG), según se indica en 725-16, y cordones flexibles para los circuitos de control y de funcionamiento de equipo de rayos X y de equipo auxiliar, cuando éste cuente con dispositivos de protección por sobrecorriente no-mayores a 20 A.

**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 y listado.

**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 movible.** El equipo portátil y movible debe cumplir con lo indicado en 660-20, pero el dispositivo de control manual debe estar dentro de él o sobre el mismo.

**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 un contacto con partes energizadas.

**b) Tipos de irradiación y difracción.** El equipo de irradiación y difracción debe estar provisto de un sistema efectivo para indicar cuándo está energizado. El indicador debe ser basado en luces piloto, de un medidor de deflexión fácilmente legible o de cualquier medio equivalente.

***Excepción:*** *Equipo o instalaciones encerrados efectivamente o provistos de bloqueo eléctrico que impida el acceso a partes energizadas durante el funcionamiento.*

**660-24. Control independiente.** Cuando el mismo circuito de alta tensión alimente más de una parte del equipo, cada parte o grupo de equipo que formen una unidad deben tener un desconectador 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.

**C. Transformadores y capacitores**

**660-35. Disposiciones generales.** Los transformadores y capacitores que son parte de equipo de rayos X no necesitan cumplir con los requisitos de los Artículos 450 y 460.

**660-36.Capacitores.** Los capacitores deben estar colocados dentro de envolventes metálicas puestas a tierra, o hechas de material aislante.

**D. Resguardos 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 tener envolventes puestas a tierra. Para aislar las partes de alta tensión de las envolventes 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 desconectadores 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 movible 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 POR PÉRDIDAS DIELÉCTRICAS

**A. Disposiciones generales**

**665-1. Alcance.** Este Artículo cubre la construcción e instalación de equipo de calentamiento por inducción y dieléctrico y accesorios para aplicaciones industriales y científicas, pero no para aplicaciones médicas o dentales, aparatos eléctricos, o para calentamiento de tubería o recipientes.

**NOTA 1:** Véase el Artículo 422 para aparatos eléctricos.

**NOTA2:** Véase el Artículo 427 Parte E, para calentamiento frecuente en oleoductos de barcos.

**665-2. Definiciones**

**Calentamiento dieléctrico.** Es el calentamiento de un material aislante debido a sus propias pérdidas dieléctricas, cuando el material es colocado dentro de un campo eléctrico variable.

**Calentamiento por inducción.** Es el calentamiento de un material conductor, debido a sus propias pérdidas $I^2R$, cuando el material es colocado dentro de un campo electromagnético variable.

**Equipo de calentamiento.** El término "Equipo de Calentamiento" como es usado en este Artículo, incluye cualquier equipo usado para propósitos de calentamiento, cuyo calor es generado por métodos de inducción o dieléctrico.

**665-3. Otros Artículos.** El alambrado de la fuente de poder al equipo de calentamiento debe cumplir con los Capítulos 1 al 4. Los circuitos y equipo operados a más de 600 V nominales deben cumplir con lo indicado en el Artículo 710.

**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.

***Excepción:*** *Donde el equipo y el alambrado estén aprobados e identificados para áreas peligrosas (clasificadas).*

**B. Protección y conexión de puesta a tierra**

**665-20. Envolventes.** Los aparatos convertidores (incluyendo la línea de c.c.) y circuitos eléctricos de alta frecuencia (excluyendo circuitos de salida y circuitos de control remoto), deben estar completamente localizados dentro de una envolventes o envolventes de materiales no-combustibles.

**665-21. Paneles de control.** Todos los paneles 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 acceso interno. Donde se usen puertas dando acceso a tensiones eléctricas de 500 a 1000 V c.a. o c.c., éstas deben tener una cerradura. Donde se usen puertas dando acceso a tensiones mayores de 1000 V c.a. o c.c., éstas deben tener un bloqueo mecánico con un medio de desconexión. Los paneles desmontables no usados para el acceso interno a los mismos, deben ser asegurados, de tal manera que se dificulte su desmontaje.

**665-23. Señalización de prevención.** Las señales de prevención tales como **"Peligro - Alta Tensión Eléctrica - No Entrar**" deben estar fijas al equipo y deben ser totalmente visibles para evitar que personal no-calificado pueda estar en contacto con partes enegizadas aun con las puertas estén abiertas o cuando los paneles eléctricos que operen a una tensión eléctrica arriba de 250 V c.c. o c.a. sean removidos de su sitio.

**665-24. Capacitores.** Donde se utilicen capacitores que excedan de 0,1 μF en circuitos de c.c., ya sea como componente de un filtro de rectificadores o como supresores, con circuitos con tensión eléctrica mayor a 240 V a tierra, deben utilizarse resistencias de descarga o desconectadores de puesta a tierra como dispositivos de puesta a tierra. El tiempo de descarga debe estar de acuerdo con lo indicado en 460-6(a). Donde se usen capacitores con desconexión individual, se debe usar una resistencia de descarga o un medio de desconexión automático como medio de descarga.

Donde se utilicen rectificadores auxiliares con filtros-capacitores en la salida de fuentes preferentes de alimentación, se deben instalar resistencias de descarga, aun cuando la tensión eléctrica de c.c. no exceda 240 V.

**665-25. Cubierta del aplicador de trabajo.** Se deben utilizar jaulas o envolventes protectoras para resguardo de los elementos calentadores distintos de los devanados de inducción. Se permite proteger a los devanados de calentamiento con materiales aislantes y/o refractarios. Se deben instalar desconectadores conmutadores de bloqueo en todas las puertas embisagradas de acceso, paneles corredizos u otros medios de acceso fácil al aplicador. Los desconectadores conmutadores de bloqueo deben estar conectados de tal manera que corten la energía eléctrica del aplicador cuando cualquiera de las puertas de acceso o paneles estén abiertos. No se requieren bloqueos sobre puertas de acceso o tableros, si el aplicador es un devanado de calentamiento por inducción a un potencial de c.c. a tierra, o si está operando a menos de 150 V c.a.

**665-26. Puesta a tierra y unión.** Deben usarse conexiones de puesta a tierra entre unidades donde sea requerido para la operación de circuitos y con esto garantizar a un valor seguro de potencial de radio-frecuencia entre todas las partes expuestas no-portadoras de corriente eléctrica del equipo. Tales conexiones de puesta a tierra y uniones deben estar de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

**665-27. Identificación.** Cada equipo de calentamiento debe suministrarse con una placa de datos proporcionando el nombre del fabricante, modelo de identificación y los siguientes datos de entrada: tensión eléctrica de la línea, frecuencia, número de fases, corriente eléctrica máxima, kVA a máxima carga, factor de potencia a máxima carga.

**665-28. Envolventes de control.** Se permite usar c.c. o c.a. de baja frecuencia dentro de la parte de control del equipo de calentamiento. Esto debe ser limitado a no más de 150 V. También se permite el uso del cable de tamaño nominal de 0,8231 $mm^2$ (18 AWG) o mayor sólido o trenzado. Se permite instalar un transformador reductor, con protección propia de sobrecorriente, dentro de la envolvente de control para obtener una tensión eléctrica alterna menor a 150 V. Las terminales con tensiones más altas deben protegerse para prevenir contactos accidentales. Se permite utilizar componentes de 60 Hz para control de equipo de alta frecuencia, siempre que esté debidamente dimensionado por el fabricante del equipo de calentamiento. Se permite que los cables utilizados en circuitos electrónicos que utilicen dispositivos de estado sólido sean de tamaño nominal más pequeño o en circuitos impresos.

**C. Equipo motor-generador**

**665-40. Generalidades.** El equipo motor-generador debe incluir todo el equipo rotativo diseñado para operar por un motor de c.c. o c.a. o por accionamiento mecánico de un generador de energía o motor primario, produciendo una c.a. de cualquier frecuencia para calentamiento por inducción o por pérdidas dieléctricas.

**665-41. Capacidad de conducción de corriente de conductores de la fuente de suministro de energía.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de la fuente de suministro de energía eléctrica debe ser determinada de acuerdo con lo indicado en el Artículo 430.

**665-42. Protección contra sobrecorriente.** Se debe instalar una protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo especificado en el Artículo 430 para los circuitos de suministro de energía eléctrica.

**665-43. Medio de desconexión.** Se deben instalar los medios de desconexión según lo especificado en el Artículo 430. Se debe proveer un medio de desconexión rápido y accesible para que cada equipo de calentamiento pueda ser separado de su circuito de alimentación. La capacidad nominal de este medio de desconexión no debe ser menor a la corriente eléctrica indicada en la placa de identificación del equipo. Cuando sólo se alimente a un equipo, se permite que el medio de desconexión de la fuente sea el mismo medio de desconexión del equipo de calentamiento.

**665-44. Circuito de salida.** El circuito de salida debe incluir a todos los componentes externos al generador, incluyendo contactores, transformadores, barras de distribución y accesorios mecánicos, y deben cumplir con los siguientes incisos:

**a) Salida del generador.** Los circuitos de salida deben estar separados, sin conexión de puesta a tierra.

***Excepción 1:*** *En donde la capacitancia de acoplamiento en el generador ocasiona que en las terminales del generador se tengan tensiones eléctricas iguales.*

***Excepción 2:*** *En donde un vacío o atmósfera controlada se use con un devanado en un tanque o cámara, el punto central del devanado debe estar puesto a tierra para mantener un potencial igual entre cada terminal.*

Donde la tensión eléctrica nominal exceda 500 V, el circuito de salida debe incorporar una unidad protección contra falla a tierra. La c.c. aplicada en la salida del circuito no debe exceder 30 V y no debe exceder una capacidad de corriente eléctrica de 5 mA. Se permite un transformador de aislamiento para acoplar la carga y la alimentación en el circuito de salida, si la salida del secundario no está a una diferencia de potencial de c.c. respecto de tierra.

**b) Conexión de componentes.** Los diversos componentes requeridos para una instalación completa de un equipo de calentamiento por inducción deben ser conectados por cable multiconductor, barras de distribución o cables coaxiales apropiadamente protegidos. Los cables deben instalarse en canalizaciones de materiales no-ferrosos. Las barras de distribución deben estar protegidas, donde sea requerido, por medio de ductos no-ferrosos.

**665-47. Control remoto**

**a) Desconectador selector.** En donde se utilicen controles remotos para aplicar energía, se debe proveer un conmutador selector de bloqueo, de tal modo que se suministre energía únicamente de un punto de control a la vez.

**b) Desconectador de pedal.** Los desconectadores operados por presión del pie deben blindarse sobre el botón de contacto para evitar cierre accidental del desconectador.

**D. Equipo distinto del motor-generador**

**665-60. Generalidades.** Otros equipos que no sean el motor-generador deben consistir de multiplicadores estáticos y unidades tipo oscilatorio utilizando tubos de vacío (bulbos) o dispositivos de estado sólido. El equipo debe ser capaz de convertir c.c. o c.a. a una c.a. de frecuencia adecuada para producir el calentamiento por inducción o por pérdidas dieléctricas.

**665-61. Capacidad de conducción de corriente de conductores de la fuente de suministro de energía.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores de la fuente de suministro de energía eléctrica debe determinarse de acuerdo con lo siguiente:

**a) Capacidad de placa de datos.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores no debe ser menor a la capacidad de corriente eléctrica según la placa de datos del equipo.

**b) Dos o más.** La capacidad de conducción de corriente de los conductores que alimenten a dos o más equipos no debe ser menor a la suma de las corrientes eléctricas, según datos de placa del equipo.

***Excepción:*** *Si la operación simultánea de dos o más equipos alimentados de la misma fuente no es posible, la capacidad de conducción de corriente del alimentador no debe ser menor a la suma de corrientes eléctricas, según la placa de datos del grupo de máquinas más grande, que pudieran operar simultáneamente, más 100% de las corrientes eléctricas de reserva de las máquinas alimentadas.*

**665-62. Protección por sobrecorriente.** Se debe instalar la protección para sobrecorriente según se especifica en el Artículo 240. Esta protección contra sobrecorriente debe ser suministrada separadamente o como parte del equipo.

**665-63. Medio de desconexión.** Debe instalarse un medio de desconexión rápido y accesible para que cada equipo de calentamiento pueda ser separado del circuito de alimentación. La capacidad de estos medios de desconexión no debe ser menor a la corriente eléctrica según datos de placa del equipo. Se permite que el medio de desconexión del alimentador sea el medio de desconexión del equipo de calentamiento cuando el circuito alimente únicamente un equipo. Se permite la utilización de controles de temperatura para evitar que permanezca conectado cuando alcance la temperatura deseada y brindar mejor utilización de la energía.

**665-64. Circuito de salida.** El circuito de salida debe incluir a todos los componentes externos de la salida del convertidor, incluyendo contactores, transformadores, barras de distribución y accesorios mecánicos; éstos deben cumplir con los incisos (a) y (b):

**a) Salida del convertidor.** El circuito de salida debe estar apartado, separado sin conexión de puesta a tierra.

***Excepción:*** *Donde una tensión eléctrica de c.c. pueda existir en las terminales debido a una falla de un componente interno, el circuito de salida (directo o acoplado) debe estar a un potencial de c.c. respecto de tierra.*

**b) Convertidor y conexión al aplicador.** Si las conexiones entre el convertidor y el aplicador de trabajo exceden 60 cm de longitud, las conexiones deben estar encerradas o protegidas con material no-combustible ni ferroso.

**665-66. Frecuencia de la línea en la salida del equipo convertidor.** Se permite que las salidas de c.a. de frecuencia comercial de 25 a 60 Hz sean acopladas para propósitos de control, pero no deben ser mayores a 150 V durante periodos de operación de los circuitos.

**665-67. Conmutador.** Donde se utilicen circuitos controlados de alta velocidad que dependen del efecto de "oscilador de bloqueo", la tensión eléctrica pico de radiofrecuencia de salida durante la porción bloqueada del ciclo, no debe exceder de 100 V en unidades que utilicen convertidores de radiofrecuencia.

**665-68. Control remoto**

**a) Desconectador selector.** Donde se utilicen controles remotos para aplicar energía eléctrica, se debe proveer un desconectador selector para suministrar energía únicamente de un punto de control a la vez.

**b) Desconectador de pedal.** Los conmutadores operados por presión del pie deben blindarse sobre el botón de contacto para evitar un cierre accidental del desconectador.

## ARTÍCULO 668 - CELDAS ELECTROLÍTICAS

**668-1. Alcance.** Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación de los componentes eléctricos y accesorios de celdas electrolíticas, celdas electrolíticas en línea y a los procesos de suministro de energía 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 en producción de hidrógeno.

> **NOTA:** En general, las celdas o grupos de celdas en línea dispuestos como una unidad para la producción de un metal particular, gas o componentes químicos, pueden diferir de otras celdas o grupos de celdas en línea, que producen lo mismo en las materias primas utilizadas en la capacidad de salida en el uso de métodos y procesos apropiados y otros factores que no son el objeto de esta NOM.

**668-2. Definiciones**

**Celdas en línea.** Un conjunto de celdas electrolíticas interconectadas eléctricamente y alimentadas por una fuente de c.c.

**Accesorios de celdas en línea y equipo auxiliar.** Según lo indicado en este Artículo, los accesorios de celdas en línea y equipo auxiliar incluyen, pero no están limitadas a: tanques auxiliares, tubería de proceso, ductos de trabajo, soportes estructurales, conductores visibles de las celdas en línea, tubo *(conduit)* y otras canalizaciones: bombas, equipo para posicionar y equipo de desconexión o de desvío eléctrico para las 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 las celdas electrolíticas en línea.

En la zona de trabajo de las celdas en línea, el equipo auxiliar incluye las superficies conductoras descubiertas de grúas no-puestas a tierra y el equipo de servicio de las grúas.

**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.

**Zona de trabajo de las celdas electrolíticas en línea.** La zona de trabajo de las celdas en línea es el espacio en el cual se realiza la operación y el mantenimiento, sobre o cerca de superficies energizadas descubiertas de celdas electrolíticas en línea o de 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 celdas electrolíticas.

**b) Sistemas no-conectados eléctricamente.** Los elementos de un sistema de suministro de energía a celdas en línea 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, equipo de protección contra sobrecargas, deben cumplir con las disposiciones de esta NOM.

> **NOTA:** Para los propósitos de este Artículo, "conectado eléctricamente" significa conexión capaz de transportar corriente eléctrica, lo que la distingue de la conexión por inducción electromagnética.

**c) Celdas electrolíticas en línea.** Las celdas electrolíticas en línea deben cumplir con las disposiciones de los Capítulos 1, 2, 3 y 4.

***Excepción 1:*** *Los conductores de las celdas electrolíticas en línea no requieren cumplir con las disposiciones de los Artículos 110, 210, 215, 220 y 225 (véase 668-11).*

***Excepción 2:*** *La protección contra sobrecorriente de los circuitos de energía en c.c. de las celdas electrolíticas no requieren cumplir con los requisitos del Artículo 240.*

***Excepción 3:*** *El equipo ubicado o usado dentro de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en línea o asociado con los circuitos de energía eléctrica en c.c., no requieren cumplir con las disposiciones del Artículo 250.*

***Excepción 4:*** *Las celdas electrolíticas, sus accesorios y el alambrado de equipo y dispositivos auxiliares que estén dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea 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 celdas en línea**

**a) Área cubierta.** El espacio comprendido por la zona de trabajo de las celdas en línea debe ser:

**1)** No-mayor a 2,5 m sobre superficies energizadas de celdas electrolíticas en línea o sobre sus accesorios energizados.

**2)** No-mayor a 2,5 m por debajo de superficies energizadas de celdas electrolíticas en línea o de sus accesorios energizados.

**3)** No-mayor a 1,2 m horizontalmente desde la superficie energizada de las celdas electrolíticas en línea o de sus accesorios energizados o desde el espacio cubierto descrito en 1) y 2) inmediatos anteriores.

**b) Áreas no cubiertas.** La zona de trabajo de celdas en línea no se extiende más allá de paredes, pisos, techos, cercas o similares, para efectos de cumplir con los requisitos establecidos en esta Sección.

**668-11. Alimentación de las celdas en línea mediante c.c.**

**a) No-puesta a tierra.** No se requiere conexión de puesta a tierra de los conductores de alimentación en c.c., de celdas en línea.

**b) Puesta a tierra de las envolventes metálicas.** Las envolventes metálicas de los aparatos de alimentación en c.c. en celdas en línea que operan a una diferencia de potencial entre terminales de más de 50 V. deben ser puestas a tierra por uno de los siguientes medios:

**1)** A través de equipo con relés de protección.

**2)** Conductor de cobre de puesta a tierra de tamaño nominal no-menor de 67,43 $mm^2$ (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 668-11 b), deben instalarse de acuerdo con lo indicado en 250-112, 250-113, 250-115, 250-117 y 250-118.

**668-12 Conductores de celdas en línea**

**a) Aislamiento y material.** Los conductores de celdas en línea deben ser desnudos, cubiertos o aislados; de cobre, aluminio, acero u otro material adecuado.

**b) Tamaño nominal.** El área de la sección transversal de los conductores de celdas en línea debe ser tal, que el aumento de temperatura bajo condiciones de carga máxima, a temperatura ambiente máxima, no exceda la temperatura de operación segura para la cual el aislamiento de los conductores fue diseñado.

**c) Conexiones.** Los conductores de las celdas en línea deben empalmarse mediante conectadores, pernos, abrazaderas, soldadura o sistema de compresión.

**668-13. Medios de desconexión**

**a) Más de una fuente de alimentación.** Cuando haya más de una fuente de alimentación de c.c. para las celdas en línea se proveerá 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 circuitos de corriente eléctrica de celdas en línea alrededor de una o más celdas.

**b) Derivación en paralelo de una o más celdas.** Los conductores, desconectadores o combinación de conductores y desconectadores 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.

***Excepción 1:*** *No se debe utilizar tubería de agua como electrodo.*

***Excepción 2:*** *Se permite cualquier electrodo o combinaciones de ellos, descritos en 250-81 y 250-83.*

**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 celdas en línea, no deben ser puestos a tierra.

***Excepción 1:*** *Cuando la tensión eléctrica del circuito de las celdas en línea no exceda 200 V c.c., dichas envolventes y armazones pueden ser puestas a tierra.*

***Excepción 2:*** *Se permite que las envolventes y armazones de uso manual sean puestas a tierra cuando estén protegidas.*

**b) Transformadores de aislamiento.** El equipo portátil conectado eléctricamente mediante cordón flexible, de uso manual, con envolventes y armazones no-puestos a tierra, usado dentro de la zona de trabajo de las celdas en serie, se conecta a receptáculos que tengan solamente conductores no-puestos a tierra tal como un circuito derivado alimentado por un transformador de aislamiento con el secundario no-puesto a tierra.

**c) Marca.** El equipo eléctrico portátil no debe ser puesto a tierra y, debe marcarse de manera distintiva y emplear clavija y receptáculos de configuraciones tales que eviten la conexión de este equipo a receptáculos del tipo con medio de puesta a tierra, y que eviten el intercambio inadvertido entre equipo eléctrico portátil puesto a tierra y no-puesto a tierra.

**668-21. Circuitos de equipo eléctrico portátil**

**a) Circuitos separados.** Los circuitos que suministran energía a receptáculos no-puestos a tierra para equipo conectados con cordón, de uso manual, deben separarse eléctricamente de un sistema de distribución que suministre a áreas diferentes de la zona de trabajo de celdas en línea, además no deben ser 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 600 V entre conductores y debe estar provisto de una adecuada protección por sobrecorriente. La tensión eléctrica del secundario de los transformadores de aislamiento no debe exceder 300 V 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 receptáculos y clavijas acoplados 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 el uso para equipo que requiere ser puesto a tierra.

**c) Marcado.** Los receptáculos de los circuitos alimentados de 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 c.a. que alimenten a equipo eléctrico fijo y portátil dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea no requieren ser puestos a tierra.

**b) Superficies conductoras descubiertas que no requieren ser puestas a tierra.** Las superficies conductoras descubiertas, como lugares donde se guarda equipo eléctrico, envolventes, cajas, motores, canalizaciones y similares, que estén dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea, no requieren ser puestas a tierra.

**c) Método de alambrado.** Los dispositivos eléctricos auxiliares como motores, sensores, dispositivos de control y alarmas, montados sobre una celda electrolítica u otras superficies energizadas, deben conectarse al sistema de alambrado del usuario por alguno de los siguientes medios:

**1)** Un cordón multiconductor de uso rudo.

**2)** Alambre o cable en canalizaciones adecuadas, soporte para cables tipo charola metálico o no-metálico. Si se usa tubo *(conduit)* metálico, soporte para cables tipo charola, cables armados o sistemas metálicos similares, se deben instalar con desconectador tipo navajas, de manera que no causen una condición potencialmente peligrosa.

**d) Protección de circuitos.** No se requiere de la protección de circuitos para sistemas de control e instrumentación que estén totalmente dentro de la zona de trabajo de las celdas en línea.

**e) Puentes de unión.** Se permite hacer puentes de unión del equipo eléctrico fijo con las superficies conductoras de las celdas en línea y sus accesorios o aditamentos auxiliares. Cuando el equipo eléctrico fijo esté montado sobre una superficie conductora energizada, el equipo debe conectarse a esa superficie, mediante un puente de unión.

**668-31. Conexiones auxiliares no-eléctricas.** Las conexiones auxiliares no-eléctricas, tales como mangueras de aire, mangueras de agua y similares a celdas electrolíticas, no deben tener como refuerzo alambres, blindajes o mallas conductoras, sus accesorios o equipo auxiliar. 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 las celdas en línea, no requieren ser puestas a tierra. La parte de la grúa o montacarga que hace contacto con una celda electrolítica energizada o con un empalme energizado debe aislarse de 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 las celdas en línea, deben emplear uno o más de los siguientes sistemas:

**1)** Circuitos de control separados y no-puestos 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)** Pulsadores colgantes con medios de soporte no-conductores que tengan superficies no-conductoras o superficies conductoras descubiertas no-puestas a tierra.

**4)** Radiocomunicación.

**668-40. Envolventes.** Se permite el uso de envolventes para equipo eléctrico de uso general cuando un sistema natural de ventilación evite la acumulación de gases.

## ARTÍCULO 669 - GALVANOPLASTIA

**669-1. Alcance.** Las disposiciones de este Artículo se aplican a las instalaciones de los componentes eléctricos y accesorios de equipo que suministra energía y sus controladores para la galvanoplastia, anodización, electropulido y decapado eléctrico. Para los propósitos de este Artículo, el término galvanoplastia se usa para identificar cualquiera de estos procesos.

**669-2. Otros Artículos.** Con excepción de lo modificado por este Artículo, el alambrado y equipos usados en el proceso de galvanoplastia debe cumplir con los requisitos aplicables de los Capítulos 1 a 4.

**669-3. Disposiciones generales.** El equipo utilizado para el proceso del galvanoplastia debe identificarse para tales servicios.

**669-5. Conductores de circuitos derivados.** Los conductores de los circuitos derivados que alimenten a una o más unidades de equipo deben tener una capacidad de corriente no-menor a 125% de la carga total conectada. La capacidad de conducción de corriente de las barras debe cumplir con lo establecido en 374-6.

**669-6. Métodos de alambrado.** Los conductores que conecten el equipo del tanque del electrólito con el equipo de conversión deben ser como sigue:

**a) Sistemas menores de 50 V en c.c.** Se permite el tendido de conductores aislados sin soportes aislados, si están protegidos contra daño físico. Se permitirán barras de cobre o conductores de aluminio cuando estén soportados sobre aisladores.

**b) Sistemas mayores de 50 V en c.c.** Se permite el tendido de conductores aislados sobre soportes aislados, si están protegidos contra daño físico. Se permitirán conductores de cobre o de aluminio sin protección cuando estén soportados sobre aisladores y resguardados contra contactos accidentales de acuerdo con lo indicado en 110-17.

***Excepción.*** *Se permitirán conductores descubiertos no-protegidos en las terminales.*

**669-7. Rótulos de prevención.** Se deben colocar rótulos de prevención o señalización para indicar la presencia de conductores desnudos.

**669-8. Medios de desconexión**

**a) Más de una fuente de alimentación.** Cuando se tenga más de una fuente de alimentación en el mismo sistema de c.c., se debe proveer de un medio de desconexión en el lado de c.c. de cada fuente de alimentación.

**b) Puentes o conductores removibles.** Se permitirán puentes o conductores removibles como medios de desconexión.

**669-9. Protección contra sobrecorriente.** Los conductores en c.c. deberán protegerse contra sobrecorriente por uno o más de los medios siguientes:

**1)** fusibles o interruptores automáticos,

**2)** un dispositivo sensor de corriente eléctrica que opere a un medio de desconexión

**3)** otros dispositivos aprobados y listados.

## ARTÍCULO 670 - MAQUINARIA INDUSTRIAL

**670-1. Alcance**. Este Artículo cubre definiciones de maquinaria eléctrica industrial, sus datos de placa y el tamaño nominal de los conductores alimentadores y su protección contra sobrecorriente para suministro de energía eléctrica.

**670-2. Definición de maquinaria industrial (Máquina).** Para el propósito de este Artículo, la maquinaria industrial es equipo (o un grupo de máquinas trabajando juntas, en una forma coordinada), accionado por fuerza electromotriz, que se utiliza para procesar materiales mediante corte, formado, presión o laminado por medio de técnicas eléctricas,

térmicas u ópticas, o una combinación de estas técnicas. Se puede incluir al equipo asociado utilizado para transferir material o las herramientas para el ensamble, desensamble, inspección, pruebas o empaque. (El equipo eléctrico asociado, incluyendo los controladores lógicos junto con los actuadores y sensores se consideran parte de la máquina. No se incluye equipo portátil de operación manual)

**670-3. Placas de datos de la máquina**

**a) Placa de datos permanente.** Se debe fijar sobre la envolvente del equipo de control, o en la misma máquina, en un lugar que sea fácilmente visible una placa permanente de datos donde se indique lo siguiente:

**1)** tensión eléctrica de alimentación,
**2)** número de fases,
**3)** frecuencia,
**4)** corriente eléctrica de plena carga,
**5)** máxima corriente eléctrica de cortocircuito y del dispositivo protección por falla a tierra,
**6)** corriente eléctrica nominal del motor o de la carga de mayor potencia,
**7)** corriente eléctrica nominal de cortocircuito del dispositivo de protección de la máquina, cuando se proporcione,
**8)** número del diagrama de conexiones de la máquina.

La corriente eléctrica de 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 tamaño nominal, la capacidad requerida debe incluirse en la corriente eléctrica de plena carga indicada.

Cuando exista 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(b), 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 nominal.** El tamaño nominal de los conductores de alimentación debe ser tal que tenga una capacidad de conducción de corriente no-menor a 125% de la corriente eléctrica a plena carga de las cargas resistivas, más 125% de la del motor más grande, más la suma de todas las corrientes eléctricas nominales a plena carga de los restantes motores y aparatos conectados que puedan operar simultáneamente.

> **NOTA:** Véase las tablas correspondientes del Artículo 310 para capacidad de conducción de corriente de los conductores.

**b) Protección contra sobrecorriente.** Una máquina se puede considerar como una unidad individual, por lo tanto, debe tener un medio de desconexión. Este medio de desconexión puede alimentarse de los circuitos derivados protegidos por fusibles o por interruptores automáticos. El medio de desconexión no requiere de protección contra sobrecorriente. Cuando forme parte de la máquina, la protección contra sobrecorriente debe consistir de un interruptor automático o de un juego de fusibles. La máquina debe mostrar los datos requeridos en 670-3 y los conductores de alimentación se consideran como alimentadores o 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 propio de la máquina, más 125% de la corriente eléctrica a plena carga de todas las cargas resistivas, más la suma de todas las corrientes eléctricas a plena carga de todos los demás motores y aparatos que puedan funcionar simultáneamente.

***Excepción:*** *Cuando uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores contra cortocircuito de motores se utilice para protección contra cortocircuito y falla a tierra de motores, según se permite en 430-52 (c), el procedimiento anterior se aplica 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 eléctrica del motor a plena carga permitido en la Tabla 430-152 para el tipo de dispositivo de protección utilizado en la máquina.*

Cuando en la máquina no se proporciona dispositivo de protección contra falla a tierra y contra cortocircuito, el valor nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe basar en lo indicado en 430-52 o 430-53, como sea aplicable.

**670-5. Espacios libres.** Cuando sea probable que se requiera inspección, ajuste, servicio o mantenimiento mientras esté energizada la instalación y que las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personal calificado deba dar servicio, las dimensiones del espacio de trabajo en la dirección del acceso a partes vivas que operen no-más de 150V, debe ser de 75 cm como mínimo. Cuando los controles estén encerrados en gabinetes, la(s) puerta(s) deben abrir al menos en un ángulo de 90° o ser removibles.

***Excepción:*** *Cuando la envolvente requiere de herramienta para abrirla y cuando únicamente sea necesario diagnóstico o pruebas de falla en partes vivas que operen a no-más de 150V, línea a línea, los espacios libres pueden ser menores de 75 cm.*

## ARTÍCULO 675 - MÁQUINAS DE RIEGO OPERADAS O CONTROLADAS ELÉCTRICAMENTE

**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 controles que alimenten este tipo de equipo.

**675-2. Definiciones**

**Anillos colectores.** Son un ensamble de anillos de fricción para transferencia de energía eléctrica de un elemento estacionario a un elemento rotatorio.

**Máquina de riego.** Es aquella 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.** Es aquella que gira alrededor de un eje central y emplea desconectadores de alineamiento o dispositivos similares para el control individual de los motores.

**675-3. Otros Artículos.** Las disposiciones de este Artículo son en adición o en complemento de lo establecido en el Artículo 430 o en otros Artículos aplicables de esta NOM.

**675-4. Cables para máquinas de riego**

**a) Construcción.** Los cables para interconectar elementos de la estructura de una máquina de riego deben ser conductores aislados y trenzados con relleno no-higroscópico, con núcleo de material no-metálico, resistente a la humedad y a las llamas, recubierto de material metálico y forrado exteriormente de otro material no-metálico y resistente a la humedad, a la corrosión y a los rayos solares. El aislamiento de los conductores debe ser aprobado listado para temperaturas de 75 °C y para uso en lugares mojados.

Se permite una combinación de cables de fuerza, control y puesta a tierra.

**b) Métodos alternativos de alambrado.** Todos los cables que sean adecuados y aprobados para este propósito.

**c) Soportes.** El cable de riego debe soportarse por medio de abrazaderas, grapas 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 1,2 m

**d) Accesorios.** Se deben utilizar en todos los puntos en que un cable termina. Los accesorios deben estar diseñados para uso con el tipo de cable y ser adecuados para el servicio a la intemperie a prueba de agua y polvo.

**675-5. Más de tres conductores en un ducto o cable.** Los conductores de señalización y control en un ducto o en un cable, no deben ser tomados en consideración para propósitos de dimensionamiento del tamaño de los conductores por capacidad de conducción de corriente como se establece en el Artículo 310 en la Nota 8 de las Tablas 310-16 a 310-19.

**675-6. Identificación en el panel de control principal.** El panel de control principal debe tener una placa de datos con la siguiente información:

**a)** Nombre del fabricante, tensión eléctrica nominal, número de fases y frecuencia nominal.

**b)** Corriente eléctrica nominal de la máquina.

**c)** Capacidad nominal del medio de desconexión principal y el valor de la protección contra sobrecorriente requerida.

**675-7. Valores equivalentes de corriente eléctrica.** Cuando la operación de la máquina no sea intermitente se debe utilizar lo expuesto en el Artículo 430 para determinar los valores de los paneles de control, medios de desconexión y conductores. Cuando la máquina de riego tiene una operación intermitente, se deben hacer las siguientes consideraciones para determinar los valores equivalentes de corriente eléctrica.

**a) Valor de corriente eléctrica en operación continua.** El valor equivalente de corriente eléctrica en operación continua para la selección de los conductores en circuitos derivados y protección contra sobrecorriente, debe ser de 125% de la corriente eléctrica a plena carga del motor de mayor capacidad, más la suma de las corrientes de plena carga de todos los motores que integran la máquina, multiplicados por el factor de utilización en por ciento del ciclo continuo al que pueden operar.

**b) Corriente eléctrica de rotor bloqueado.** La corriente eléctrica 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% 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 la totalidad de la máquina, debe cumplir los siguientes requisitos:

**1)** Una corriente eléctrica de operación continua no-menor a los valores especificados en 675-7(a) o 675-22(a).

**2)** Un valor en kW no-menor a los valores indicados en la Tabla 430-151 basados en la corriente eléctrica a rotor bloqueado equivalente especificada en 675-7(b) y 675-22(b).

**b) Medio de desconexión principal.** El medio de desconexión principal de la máquina debe estar en el punto de conexión eléctrica a la vista y a no-más de 15 m de la máquina, debe ser de fácil y rápido acceso y capaz de bloquearse en la posición de abierto. Este medio de desconexión debe ser de capacidad nominal no-menor a los valores de corriente eléctrica y potencia en kW (CP) requeridos en el controlador principal.

***Excepción:*** *Los interruptores automáticos que no indican su capacidad de potencia en kW (CP) se permiten si están de acuerdo con lo indicado en 430-109.*

**c) Medio de desconexión para controladores y motores individuales.** Se debe proveer un medio de desconexión para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase (portadores de corriente eléctrica) 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 rápido acceso.

**675-9. Conductores de circuitos derivados.** Los conductores en circuitos derivados deben tener una capacidad conducción de corriente no-menor a la que se especifica en 675-7 (a) o 675-22 (a).

**675-10. Varios motores en un circuito derivado.** En 430-53 se prevé la protección de un circuito derivado para cortocircuito, falla a tierra y para varios motores conectados a un circuito derivado. En este Artículo se encuentran modificaciones especiales para la aplicación en este tipo de equipo.

**a) Protección requerida.** Se permite instalar varios motores que no excedan de1,49 kW (2 CP), siempre y cuando el circuito esté protegido a no-más de 30 A en 600 V nominales y siempre que cumplan las siguientes condiciones:

**1)** La corriente eléctrica de plena carga de cualquier motor en el circuito no debe exceder de 6 A.

**2)** Cada motor en el circuito debe contar con su propia protección de sobrecarga de acuerdo con lo indicado en 430-32.

**3)** Las conexiones en derivación de los motores individuales no deben ser menores de 2,082 $mm^2$ (14 AWG) y con una longitud que no exceda 7 m.

**b) Protección individual no requerida.** No se requiere protección de 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 eléctrica para sistemas de fuerza.** El anillo colector debe soportar una corriente eléctrica no-menor a 125% la de plena carga del mayor dispositivo alimentado más 100% de la de plena carga de los demás dispositivos alimentados o en su defecto 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 capacidad de conducción de corriente no-menor a 125% de la corriente eléctrica del mayor dispositivo alimentado, más la suma de 100% de plena carga de todos los demás dispositivos alimentados.

**c) Anillo de tierra.** El anillo colector de conexión de puesta a tierra debe tener una capacidad no-menor a la determinada de acuerdo con lo indicado en 675-11(a).

**d) Protección.** Los anillos colectores deben protegerse contra las condiciones ambientales y de contacto accidental por medio de envolventes adecuadas.

**675-12. Conexión de puesta a tierra.** El siguiente equipo debe tener conexión de puesta a tierra:

**a)** Todo equipo eléctrico en la máquina de riego.

**b)** Todo equipo eléctrico asociado con la máquina de riego.

**c)** Todas las cajas metálicas de empalmes, envolventes y accesorios.

**d)** Los paneles de control para suministro o control de 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 de accionamiento eléctrico.*

***b.*** *La tensión eléctrica de control es de 30 V o menos.*

***c.*** *Los controladores o señales son de corriente limitada de acuerdo con lo especificado en 725-31.*

**675-13. Métodos de puesta a tierra.** Las máquinas que requieren de conexión de puesta a tierra deben tener un conductor de puesta a tierra como parte integral de cada cable, ducto o canalización. Este conductor de puesta a tierra debe dimensionarse, de manera que no sea menor que el mayor de los conductores activos en cada cable, ducto o canalización. Los conductores del alimentador para una máquina de riego deben tener un conductor de puesta a tierra de tamaño nominal como se establece en la Tabla 250-95.

**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 y la pantalla metálica del cable deben estar perfectamente conectadas al conductor de puesta a tierra. El contacto metal-metal con una parte que esté conectada eléctricamente al conductor de puesta a tierra y a las partes no-conductoras de corriente eléctrica, pueden considerarse aceptables como conexión de puesta a tierra.

**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 H, como medio de protección contra descargas atmosféricas.

**675-16. Suministro de más de una fuente.** El equipo dentro de una mismo envolvente que recibe energía eléctrica de más de una fuente, no requiere medios de desconexión para la fuente adicional, cuando la tensión eléctrica suministrada es 30 V o menos y cumple con los requerimientos indicados en el Artículo 725 Parte C.

**675-17. Conexiones.** Las clavijas y conectadores en el equipo deben ser del tipo a prueba de intemperie.

A menos a que su construcción esté destinada únicamente para que cumplan con lo establecido en el Artículo 725 Parte C, las clavijas y conectadores deben ser construidos como se especifica en 250-99(a).

**B. Máquinas de riego con pivote central**

**675-21. Generalidades**. Las disposiciones de la Parte B 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 eléctrica equivalentes.** Para establecer los valores de capacidad de conducción de corriente de controladores, medios de desconexión y de conductores para el trabajo intermitente de este tipo de máquinas, se debe considerar lo siguiente:

**a) Operación continua.** La capacidad nominal de operación continua para la selección de circuitos derivados y dispositivos conectados a éstos, debe ser igual a 125% la corriente eléctrica nominal del motor más grande, más 60% de la suma de la nominal de todos los demás motores conectados al circuito.

**b) Corriente eléctrica de rotor bloqueado.** La capacidad nominal de operación equivalente para la corriente eléctrica a rotor bloqueado, debe ser igual a dos veces la corriente eléctrica a rotor bloqueado del motor más grande, más 80% de la suma de las corrientes a plena carga de todos los demás motores conectados al circuito.

## ARTÍCULO 680 - ALBERCAS, FUENTES E INSTALACIONES SIMILARES

### 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 como desarmables, portátiles, y a todo equipo metálico auxiliar tales como bombas, filtros y similares.

> **NOTA:** El término "alberca" como es utilizado en este Artículo incluye: piscinas terapéuticas instaladas permanentemente, de natación y chapoteaderos. El término fuente utilizado en este Artículo incluye fuentes, albercas ornamentales, piscinas de exhibición y espejos de agua. No se pretende incluir fuentes de agua para beber (bebederos).

**680-2. Aprobación del equipo**. Todo equipo eléctrico instalado en el agua, en las paredes, banquetas, alrededor de albercas, en fuentes e instalaciones similares, debe cumplir con las disposiciones de este Artículo.

**680-3. Otros Artículos aplicables.** Con excepción de lo que se modifica en este Artículo, las instalaciones de alambrado eléctrico y del equipo en las albercas y fuentes o adyacentes a ellas, deben cumplir con las disposiciones que les sean aplicables de los Capítulos 1 a 4.

> **NOTA:** Véase 370-23 para las cajas de empalmes, 347-3 para tubo *(conduit)* no-metálicos tipo pesado y el Artículo 720 para el alumbrado de baja tensión.

**680-4. Definiciones**

**Alberca de natación, chapoteadero o bañera terapéutica, instalada permanentemente.** La que está construida en el piso, sobre el piso o dentro de un inmueble, de forma que la alberca no pueda fácilmente ser desarmada para almacenamiento, esté o no alimentada por circuitos eléctricos de cualquier tipo.

**Alberca de natación desmontable o chapoteadero desmontable.** Es una alberca con una longitud máxima de 5,5 m y una altura máxima de muro de 1 m y construida de forma que pueda ser fácilmente desmontada para ser guardada y vuelta a montar en su forma original. Una alberca del tipo inflable, no-metálica, se considera como una alberca desmontable, sin importar sus dimensiones.

**Alberca con cubierta, eléctricamente accionada.** Equipo accionado con motor, diseñado para cubrir y descubrir la superficie del agua de una alberca por medio de una lámina flexible o de una estructura rígida.

**Bañera auto-contenida o bañera caliente con equipo integrado.** Unidad auto-contenida construida en fábrica consistente en una bañera o bañera caliente, con circulación de agua caliente y equipo de control integrado a la unidad. El equipo de control puede incluir bombas, ventiladores, calentadores, luces, controles, dosificador, generadores entre otros.

**Bañera compacta o equipo para bañera caliente.** Unidad construida en fábrica, consistente en un sistema con circulación de agua, calentamiento y equipo de control montados en una base común, destinado para el funcionamiento del baño o bañera caliente.

**Bañera de hidromasaje.** Una bañera instalada permanentemente y equipada con un sistema de tubería de recirculación y equipo de bombeo, diseñada de manera que pueda circular agua y desaguar después de cada uso.

**Cubierta porta-luminaria.** Estructura diseñada para contener una luminaria de nicho mojado y destinada para instalarse en la estructura de una alberca o una fuente.

**Equipo de iluminación conectado por cordón y clavija.** Es una luminaria que consiste en un accesorio fabricado para montarse en la pared de una bañera de hidromasaje, bañera térmica o piscina desarmable conectada al transformador con cordón y clavija.

**Fuentes de aguas termales o bañeras térmicas.** Una piscina de hidromasajes o bañera para uso recreacional o terapéutico, que no esté localizada en instalaciones de atención médica, diseñada para la inmersión de usuarios y que tiene normalmente un filtro, calentador y ventilador o compresor accionados por motor. Estas piscinas se pueden instalar dentro o fuera de un local, sobre o a nivel del piso o de una estructura de soporte.

**Fuentes y espejos de agua decorativos instalados en forma permanente.** Las que están construidas en la tierra o sobre ella o en un inmueble, de manera que no puedan ser fácilmente desarmadas para ser almacenadas o guardadas, estén o no alimentadas por circuitos eléctricos de cualquier tipo. Estas unidades están construidas principalmente por su valor estético y no para servir de alberca de natación o chapoteadero.

**Luminaria de nicho mojado.** Luminaria para ser instalada en una cubierta porta-luminaria colocada en una estructura de alberca o fuente, donde la luminaria está completamente rodeada de agua.

**Luminaria de nicho seco.** Luminaria para ser instalada en las paredes de las albercas o fuentes, en un nicho que debe estar sellado contra la entrada de agua de la alberca.

**Luminaria sin nicho:** Es un equipo de iluminación diseñado para instalarse encima o debajo del agua sin nicho.

**680-5. Transformadores e interruptores de circuito por falla a tierra**

**a) Transformadores.** Los transformadores utilizados para la alimentación de los aparatos subacuáticos junto con su envolvente o carcaza, deben estar construidos a prueba de intemperie y sumergibles. El transformador debe ser del tipo de dos devanados con una barrera metálica puesta a tierra entre los devanados primario y secundario.

**b) Interruptores de circuito por falla a tierra.** Los interruptores de circuito por falla a tierra deben ser unidades auto-contenidas, de tipo interruptor automático, receptáculo, u otros aprobados y listados.

**c) Alambrado.** Los conductores del lado de la carga de un interruptor de circuito por falla a tierra o de un transformador, usados de manera que cumplan con los requisitos indicados en 680-20 (a) (1), no deben ocupar tubo *(conduit)*, cajas o envolventes que contengan otros conductores.

***Excepción 1:*** *Los interruptores de circuito por falla a tierra, pueden utilizarse en un panel de alumbrado y control que contenga circuitos protegidos por interruptores diferentes de los de protección por falla a tierra.*

***Excepción 2:*** *Los conductores de suministro del tipo de alimentación a través de un interruptor de circuito por falla a tierra, se permiten en un mismo compartimento.*

***Excepción 3:*** *La instalación de los conductores del lado de la carga de un interruptor de circuito por falla a tierra se permite en tubo (conduit), cajas o envolventes que contengan sólo conductores protegidos por interruptores de circuito por falla a tierra.*

***Excepción 4:*** *Los conductores de puesta a tierra.*

**680-6 Receptáculos, aparatos de alumbrado, salidas para alumbrado, dispositivos de interrupción y ventiladores de techo**

**a) Receptáculos**

**1)** No se debe instalar en el lugar ningún receptáculo a menos de 3 m de las paredes de una alberca o fuente.

***Excepción:*** *Un(Los) receptáculo(s) que proporcione(n) energía para el motor de una bomba de agua instalada permanentemente en una alberca de natación, tal como se indica en 680-7, se permite su instalación entre 1,5 m y 3 m de las paredes internas de la alberca; debe ser simultáneamente de tipo sencillo, de candado y con terminal de puesta a tierra y debe estar protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.*

**2)** Cuando se instale una alberca permanente en una vivienda o unidad habitacional ya construida, se deberá colocar por lo menos un receptáculo de 120 o 127 V a una distancia mínima de 3 m y máxima de 6 m de las paredes internas de la alberca de natación. Este receptáculo debe colocarse a no-más de 2 m sobre el piso, plataforma o piso alrededor de la alberca.

**3)** Los receptáculos de 120 o 127 V situados dentro de 6 m de las paredes internas de la alberca deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra. Véase 210-8 (a) (3).

> **NOTA:** Para determinar las dimensiones antes indicadas, la distancia por medir es la vía más corta que el cordón de suministro de un aparato eléctrico conectado al receptáculo debe seguir sin atravesar un piso del inmueble, pared, plafón, marco de puerta corrediza o a través de bisagra, ventana u otra barrera sólida permanente.

**b) Luminarias, salidas para alumbrado y ventiladores de techo**

**1)** Las luminarias, salidas para alumbrado y ventiladores de techo no deben instalarse sobre la alberca o sobre un área medida de 1,50 m horizontalmente desde las paredes de la alberca, a menos que se encuentren a una distancia de 3,7 m del nivel máximo del agua.

***Excepción 1:*** *Las luminarias y salidas para alumbrado ya existentes, situadas a menos de 1,5 m medidos horizontalmente desde las paredes internas de la alberca, deben estar a un mínimo de 1,5 m sobre el nivel máximo de la superficie del agua y deben estar instaladas rígidamente en la estructura existente y el circuito debe estar protegido con un interruptor de circuito por falla a tierra.*

***Excepción 2:*** *En albercas interiores, las limitaciones indicadas en 680-6 (b)(1) no se aplican si todas las condiciones siguientes se cumplen: (1) los aparatos son tipo hermético cerrado; (2) el interruptor de circuito por falla a tierra se instala en el circuito derivado que alimenta a las luminarias, y (3) la distancia desde la base de la luminaria hasta el nivel máximo del agua no es menor de 2,3 m.*

**2)** Las luminarias y las salidas para alumbrado instadas en el área que se extiende horizontalmente entre 1,5 m y 3 m desde las paredes internas de una alberca deben estar protegidas con un interruptor de circuito por falla a tierra, a menos que estén instaladas a 1,5 m sobre el nivel máximo del agua e instaladas en la estructura adecuada adyacente a ella o alrededor de la alberca.

**3)** Las luminarias conectadas con un cordón deben cumplir las mismas especificaciones que el equipo conectado por cordón, indicadas en 680-7, cuando se instalen a una distancia menor de 5 m de cualquier punto sobre la superficie del agua y radialmente desde el perímetro de la alberca.

**c) Dispositivos de interrupción.** Los dispositivos de interrupción se deben ubicar por lo menos a una distancia de 1,5 m de las paredes internas de la alberca, a menos que estén separados de la misma por un muro sólido, pared u otra barrera permanente.

**680-7. Equipo conectado por clavija y cordón.** Los equipos fijos o estacionarios de capacidad nominal de 20 A o menor, que no sean aparatos de alumbrado subacuáticos para una alberca de instalación permanente, pueden conectarse con un cordón flexible, para facilitar su remoción o desconexión para mantenimiento o reparación. Para las albercas diferentes de las desmontables, la longitud del cordón flexible no debe ser mayor de 1 m y debe tener un

conductor de cobre para puesta a tierra de equipo de tamaño nominal no-menor de 3,307mm$^2$ (12 AWG) y una clavija del tipo de puesta a tierra.

**NOTA:** Véase 680-25 (e) para conexiones con cables flexibles.

**680-8. Separación de conductores aéreos.** Las partes de las albercas indicadas a continuación, no se deben colocar debajo de acometidas aéreas existentes ni de otras líneas aéreas descubiertas, ni tampoco se deben hacer tales instalaciones por encima de lo siguiente:

**1)** La alberca y el área que la rodea hasta 3 m medidos horizontalmente desde las paredes internas de la alberca.

**2)** Estructuras de trampolines.

**3)** Puestos de observación, torres y plataformas.

***Excepción 1:*** *Las construcciones indicadas en los incisos (1), (2) y (3) anteriores se permiten bajo líneas o acometidas eléctricas cuando las instalaciones posean los espacios libres indicados en la Tabla 680-8:*

**Tabla 680-8. Espacios libres, Excepción 1**

| | Suministro de 0 -750 V a tierra, con conductores aislados soportados por un mensajero desnudo puesto a tierra eficazmente o con neutro puesto a tierra eficazmente | Todos los demás conductores de suministro | |
|---|---|---|---|
| | | Tensión eléctrica a tierra | |
| | | 0 – 15 kV | Mayor de 15 a 50 kV |
| A. Espacios libres en cualquier dirección al nivel del agua, borde de la superficie del agua o base de plataforma. | 5,5 m | 7,6 m | 8,2 m |
| B. Espacios libres en cualquier dirección de la plataforma. | 4,3 m | 4,8 m | 5,5 m |
| C. Límite horizontal de espacio libre medido desde la pared interior de la alberca | Este límite se debe extender al otro borde de las estructuras mencionadas en (1) y (2) anteriores pero no-menor a 3 m | | |

***Excepción 2:*** *Se permiten conductores de comunicación, operados y mantenidos por la compañía suministradora del servicio; cables coaxiales y sistemas de antena comunitaria que cumplan con el Artículo 820 y cables mensajeros, deben estar a una altura no-menor de 3 m sobre la alberca y chapoteaderos, en estructuras de trampolín, puestos de observación y torres o plataformas.*

**NOTA:** Para otras aplicaciones véase 225-18 y 225-19 para distancias en conductores no cubiertos por este Artículo.

**680-9. Calentadores eléctricos de agua para alberca.** Todos los calentadores eléctricos de agua para alberca deben tener los elementos calentadores subdivididos en cargas que no excedan 48 A y protegidos a no-más de 60 A.

La capacidad de conducción de corriente de los conductores de circuito derivado y la capacidad nominal no debe ser menor a 125% de la carga total de la capacidad nominal de la placa de datos.

**680-10. Instalación del alambrado bajo el piso.** No se permite el alambrado para otros usos bajo el piso de la alberca o debajo del área en una extensión de 1,5 m medidos horizontalmente desde las paredes internas de la alberca.

***Excepción 1:*** *Se permite dentro de esta área el alambrado necesario para alimentar equipo de alberca permitido en este Artículo.*

***Excepción 2:*** *Cuando por limitaciones de espacio el alambrado no pueda cumplir con 1,5 m o más, se permite que el alambrado sea instalado en tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado o en sistemas de canalización no- metálicas. Todo tubo (conduit) metálico debe ser resistente a la corrosión y adecuado para la instalación. La mínima profundidad de instalación debe ser como sigue:*

| Método de alambrado | Profundidad en cm |
|---|---|
| Tubo *(conduit)* metálico tipo pesado | 15 |
| Tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado | 15 |
| Tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado para ser directamente enterrado sin cubierta de concreto | 45 |
| Otras canalizaciones aprobadas* | 45 |

**NOTA:** Las canalizaciones aprobadas para ser enterradas solamente cuando tengan una cubierta de concreto requieren que ésta tenga no-menos de 50 mm de espesor.

**680-11. Casa de máquinas y equipo.** 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.

**680-12. Medio de desconexión.** Se requiere un medio de desconexión que debe ser accesible, ubicado a la vista de la alberca, bañera o bañera caliente, desde el nivel superior de la alberca.

**B. Albercas de instalación permanente**

**680-20. Luminarias subacuáticas**. Los párrafos (a) hasta (d) de esta Sección se aplican a las luminarias instaladas por debajo del nivel normal del agua de la alberca.

**a) Disposiciones generales**

**1)** El diseño de una luminaria subacuática alimentada por un circuito, sea directa o mediante un transformador que cumpla con los requisitos indicados en 680-5 (a), debe ser tal que cuando la luminaria esté instalada adecuadamente sin un interruptor de circuito por falla a tierra no exista ningún peligro de choque eléctrico al producirse cualquier combinación de fallas durante el funcionamiento normal (ni cuando se cambien las lámparas).

Además se debe instalar un interruptor de circuito por falla a tierra en un circuito de luminarias que funcionen a más de 15 V, para que no exista ningún peligro de choque eléctrico cuando se cambien las lámparas. La instalación del interruptor de circuito por falla a tierra debe ser tal que no exista ningún peligro de choque cuando se produzca cualquier combinación de fallas que incluyan una persona en la trayectoria del conductor a tierra entre una parte no-puesta a tierra del circuito o de la luminaria que debe estar puesta a tierra.

El cumplimiento de estos requisitos se debe lograr mediante el uso de una luminaria subacuática aprobada y listada, y la instalación de un interruptor de circuito por falla a tierra aprobado y listado.

**2)** No se deben instalar luminarias que funcionen a una tensión eléctrica mayor de 150 V entre conductores.

**3)** Las luminarias montadas en paredes deben ser instaladas con la parte superior de la lente por lo menos 0,45 m por debajo del nivel normal del agua de la alberca. Las luminarias con el frente dirigido hacia arriba deben tener las lentes adecuadamente protegidas para impedir el contacto con cualquier persona.

***Excepción:*** *Se permiten las luminarias aprobadas para el uso a una profundidad de no-menor a 1 m bajo el nivel normal del agua de la alberca.*

**4)** Las luminarias que dependen de inmersión para una operación segura, deben estar protegidas contra sobrecalentamiento cuando no estén sumergidas.

**b) Luminarias de nicho mojado**

**1)** Se deben instalar envolventes porta-luminarias metálicas aprobadas y listadas para el montaje de luminarias de nicho mojado y deben estar equipadas con entradas para tubo *(conduit)* metálico. El tubo *(conduit)* debe extenderse desde las envolventes porta-luminarias hasta la caja o hasta cualquier otra envolvente colocada según se indica en 690-21. El tubo *(conduit)* debe ser metálico tipo semipesado o pesado, flexible no-metálico a prueba de líquidos o no-metálico tipo pesado. El tubo *(conduit)* metálico debe ser de bronce u otros materiales aprobados y listados resistentes a la corrosión. Cuando se use tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado, se debe instalar en él un conductor aislado, sólido, de cobre de tamaño nominal de 8,367 $mm^2$ (8 AWG), provisto de un medio para su conexión a la caja de empalmes de la cubierta porta-luminaria, o a la envolvente del transformador, o al interruptor de circuito por falla a tierra. La unión del conductor con la cubierta porta-luminaria debe estar protegida con un compuesto contra la corrosión por el agua de la alberca. Las piezas metálicas de la luminaria y de la cubierta porta-luminaria que estén en contacto con el agua de la alberca, deben ser de bronce o de otro material resistente a la corrosión.

**2)** El extremo de la cubierta del cordón flexible y las terminales de los conductores correspondientes dentro de una luminaria deben estar cubiertos con un compuesto sellador con el fin de impedir la entrada de agua en la luminaria por los cordones o por sus conductores. Debe protegerse de manera similar la extensión de puesta a tierra, para evitar así el deterioro que produce el agua si llega a entrar en la luminaria.

**3)** La luminaria se debe fijar y debe estar puesta a tierra en la cubierta porta-luminaria mediante un dispositivo que asegure un buen contacto. Se requiere de una herramienta para retirar la cubierta porta-luminaria.

**c) Aparato de nicho seco.** Una luminaria de nicho seco debe estar provista de:

**1)** medios para el drenaje del agua, y

**2)** medios necesarios para instalar un conductor de puesta a tierra de equipo por cada tubo *(conduit)* que entre.

Se debe instalar un tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado o no-metálico tipo pesado, desde la luminaria hasta el equipo de servicio o hasta el panel de alumbrado y control. No se requiere una caja de empalmes, pero si se usa ésta, no necesita tener la altura ni la ubicación especificadas en 680-21 (a) (4), si la luminaria está específicamente aprobada e identificada para tal propósito.

***Excepción:*** *Se permite usar tubo (conduit) no-metálico para proteger a los conductores cuando se instalen sobre o dentro de los edificios.*

**d) Luminaria sin nicho.** Una luminaria sin nicho debe:

**1)** Estar aprobada y listada para el uso que se le pretenda dar.

**2)** Estar instalada de acuerdo con lo requerido en 680-20(b). Cuando la conexión de la cubierta porta-luminaria esté especificada, debe hacerse a los dispositivos de montaje.

**680-21. 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 directamente a una cubierta porta-luminaria debe ser:

**1)** Provista para recibir tubo *(conduit)* roscado,

**2)** De cobre, bronce, plástico adecuado u otro material aprobado resistente a la corrosión,

**3)** Provista para asegurar la continuidad eléctrica entre cada tubo *(conduit)* metálico conectado a una caja de empalmes y a las terminales de puesta a tierra, para lo cual se utiliza de cobre, bronce u otro material aprobado y listado como resistente a la corrosión y que forme parte integral de la caja.

**4)** Colocada a no-menos de 0,2 m, medidos desde el borde interior de la caja del nivel inferior del piso, de la acera de la alberca o del nivel máximo del agua de la alberca, cualquiera de los tres que tenga la mayor altura y a no-menos de 1,2 m de la pared interior de la alberca, a menos que esté separada de ella por una cerca sólida, pared o barrera permanente.

***Excepción:*** *En circuitos de alumbrado de 15 V o menos se permite una caja empotrada al nivel de la acera, siempre que:*

***a.*** *Se emplee un compuesto para rellenar la caja e impedir la entrada de la humedad, y*

***b.*** *La caja esté ubicada a no-menos de 1,2 m 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)** Estar provista de entradas para tubo *(conduit)* roscado.

**2)** Estar equipada con un sello aprobado en la entrada del tubo *(conduit)*, que impida la circulación de aire entre el tubo *(conduit)* y la cubierta.

**3)** Debe haber continuidad eléctrica entre cada tubo *(conduit)* metálico conectado y las terminales de puesta a tierra de cobre, bronce u otro metal aprobado como resistente a la corrosión que sean parte integral de la cubierta.

**4)** Estar ubicada a no-menos de 10 cm medidos desde el fondo de la cubierta de su nivel inferior al nivel del piso o a no-menos de 20 cm, medidos desde el borde de adentro de la cubierta del nivel del piso, de la acera de la alberca o del nivel máximo del agua de la alberca, cualquiera que dé la mayor altura, y a no-menos de 1,2 m de la pared interior de la alberca, a menos que esté separada de ella por una cerca sólida, pared o barrera permanentemente instalada.

**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 y de interruptores de circuito por falla a tierra, conectadas a tubo *(conduit)* que se extienda directamente hasta una cubierta porta-luminaria, deben estar provistas de terminales de puesta a tierra en cantidad no-menor al número de tubos que entren, más uno.

**e) Medios para distribuir esfuerzos mecánicos.** Las terminales de un cordón flexible de una luminaria subacuática que estén dentro de una caja de empalmes, envolvente de un transformador, del interruptor de circuito por falla a tierra u otras envolventes, deben estar provistas de un medio para distribuir los esfuerzos.

**680-22. Puentes de unión**

**NOTA:** No es la intención de esta Sección que el conductor de conexión de cobre sólido de tamaño nominal de 8,367 $mm^2$ (8 AWG) o mayor, requiera extenderse o unirse a cualquier panel de alumbrado y control distante, equipo de acometida o cualquier electrodo, sino sólo para ser empleado en eliminar el aumento o disminución de tensión eléctrica en el área de la alberca, como se ha establecido.

**a) Partes interconectadas (puentes de unión).** Las partes indicadas a continuación deben estar interconectadas.

**1)** Todas las partes metálicas de la estructura de la alberca, incluyendo el metal reforzado de la misma, brocal y cubierta.

**2)** Todos las envolventes porta-luminarias.

**3)** Todos los accesorios metálicos que estén dentro o fijados a la estructura de la alberca.

**4)** Las partes metálicas de equipo eléctrico relacionado con el sistema de circulación de agua de la alberca, incluyendo los motores de la bomba.

**5)** Las partes metálicas del equipo relacionado con las envolventes de la alberca, incluyendo los motores eléctricos.

**6)** Tubos metálicos, tubo *(conduit)* y todas las partes metálicas fijas que estén dentro de una distancia de 1,5 m de las paredes internas de la alberca, 3,6 m sobre el nivel máximo del agua de la alberca o de cualquier torre o plataforma de observación, cualquier estructura de clavados y que no estén separados de la alberca por una barrera permanente.

***Excepción 1:*** *Los alambres usuales de acero se deben consideran adecuados para la unión del acero estructural y no necesitan soldadura ni mordazas especiales.*

***Excepción 2:*** *Las partes separadas que no son de más de 10 cm en cualquier dimensión y no penetran en la estructura de la alberca más de 25 mm no requieren conexión.*

***Excepción 3:*** *Se permite como malla de tierra para partes no-eléctricas, al cerco de refuerzo estructural de paredes o piso soldado a la estructura, que estén de acuerdo con lo indicado en 250-113.*

***Excepción 4:*** *Las partes metálicas de equipo aprobado incorporadas en un sistema de doble aislamiento y con previsión de un medio de conexión de puesta a tierra interno no-accesible; las partes metálicas no-transportadoras de corriente eléctrica no deben ser interconectadas.*

**b) Malla común de conexión.** Todas las partes metálicas indicadas en el inciso a) de esta Sección deben conectarse a la malla común con un conductor sólido de cobre aislado, cubierto o desnudo, no-menor de 8,367 $mm^2$ (8 AWG). Las conexiones deben hacerse con conectadores a presión o abrazaderas de cobre, bronce o aleación de cobre. La malla común de conexión puede ser de cualquiera de los elementos indicados a continuación:

**1)** el acero estructural de refuerzo de una alberca de concreto donde las varillas están interconectadas con el alambre de acero normal de amarre o equivalente,

**2)** las paredes de una alberca metálica atornillada o soldada,

**3)** un conductor sólido de cobre aislado, cubierto o desnudo, no-menor de 8,367 $mm^2$ (8 AWG).

**c) Calentadores de agua para alberca.** Para los calentadores de agua para alberca que tienen una capacidad nominal de más de 50 A y que tienen instrucciones especificadas con relación a la conexión y puesta a tierra, se interconectan solamente aquellas partes que estén diseñadas para ser interconectadas y se ponen a tierra solamente las partes diseñadas ello.

**680-23. Equipo de sonido subacuático.** Todo equipo de sonido subacuático debe estar aprobado e identificado para este propósito.

**a) Altavoces.** Cada altavoz debe estar montado dentro de una cubierta porta-equipo de metal aprobado, cuyo frente sea cerrado por una pantalla metálica cautiva, o equivalente, que esté unida y asegurada a la cubierta porta-equipo por un dispositivo de cierre del tipo positivo, que asegure un contacto de baja resistencia y requiera una herramienta al abrirse para la instalación o mantenimiento. La cubierta porta-equipo debe instalarse en un nicho en la pared o en piso de la alberca.

**b) Métodos de alambrado.** El tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado, de bronce u otros metales resistentes a la corrosión, o tubo *(conduit)* no-metálicos tipo pesado, deben extenderse desde la cubierta porta-equipo hasta una caja de empalmes adecuada u otra envolvente, como se indica en 680-21. Cuando se use tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado, se debe instalar en el tubo *(conduit)* un conductor aislado de cobre de 8,37 $mm^2$ (8 AWG), con terminales apropiadas para rematar en la cubierta porta-equipo. La terminación del conductor en la cubierta porta-equipo debe protegerse o encapsularse con un adecuado compuesto resinoso, para protegerla contra la corrosión del agua.

**c)** La cubierta porta-equipo y la pantalla de metal deben ser de bronce u otro metal aprobado como resistente a la corrosión.

**680-24. Puesta a tierra.** El equipo siguiente debe tener conexión de puesta a tierra:

**1)** Luminarias subacuáticas de nicho mojado.

**2)** Luminarias subacuáticas de nicho seco.

**3)** Todo equipo eléctrico colocado dentro de 1,5 m de las paredes interiores de la alberca de nicho seco debe ser puesto a tierra a la terminal de puesta a tierra del equipo. Esta terminal debe estar directamente conectada a la envolvente del tablero. El conductor de puesta a tierra del equipo se debe instalar sin uniones ni empalmes.

**4)** Todo equipo eléctrico relacionado con el sistema de recirculación de agua de la alberca.

**5)** Cajas de empalmes.

**6)** Envolvente de los transformadores.

**7)** Interruptores de circuito por falla a tierra.

**8)** Panel de alumbrado y control que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico de la alberca.

**680-25. Métodos de puesta a tierra**

**a) Disposiciones generales.** Se deben aplicar las disposiciones siguientes para la puesta a tierra de luminarias subacuáticas, cajas de empalmes metálicas, envolventes metálicas de transformadores, paneles de alumbrado y control, motores y otras envolventes y equipos.

**b) Luminarias en albercas y equipo relacionado**

**1)** Las luminarias de nicho mojado deben conectarse a un conductor de puesta a tierra de equipo, cuyo tamaño nominal esté de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95, pero que no sea menor de 3,307$mm^2$(12 AWG). El conductor debe ser de cobre aislado y ser alojado con los conductores del circuito en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado o en tubo *(conduit)* no-metálico tipo pesado.

***Excepción 1:*** *Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero para la protección de los conductores que vayan sobre o dentro de inmuebles.*

***Excepción 2:*** *Se permite el uso de tubo (conduit) no-metálico tipo ligero para la protección de los conductores instalados dentro de inmuebles de acuerdo con los requerimientos del Artículo 331.*

***Excepción 3:*** *El conductor de puesta a tierra que esté entre la cámara de alambrado del devanado secundario de un transformador y una caja de empalmes, debe ser de un tamaño nominal que esté de acuerdo con el dispositivo de protección de este circuito.*

**2)** La caja de empalmes, la envolvente del transformador u otra envolvente, en el circuito de alimentación de una luminaria de nicho mojado y la cámara de alambrado hecha en obra para la luminaria de nicho seco, deben ser puestos a tierra a través de la terminal para puesta a tierra del equipo del panel de alumbrado y control. Esta terminal debe estar directamente conectada a la envolvente del panel de alumbrado y control. El conductor de puesta a tierra del equipo debe instalarse sin uniones ni empalmes.

***Excepción 1:*** *Cuando más de una luminaria subacuática esté alimentada por el mismo circuito derivado, el conductor de puesta a tierra de equipo instalado entre cajas de empalmes, envolventes de transformador u otras envolventes en el circuito alimentador de luminarias de nicho mojado, o entre los compartimentos de alambrado hechos en obra, de las luminarias de nicho seco, debe conectarse a las terminales de puesta a tierra del panel de alumbrado y control.*

***Excepción 2:*** *Cuando la luminaria subacuática se alimente desde un transformador, un interruptor de circuito por falla a tierra, un desconectador operado por un reloj, un desconectador de acción rápida manual que esté localizado entre el panel de alumbrado y control y una caja de empalmes, conectados a la tubería que se extiende directamente hasta la luminaria sub-acuática, el conductor de puesta a tierra del equipo puede conectarse a las terminales de puesta a tierra en el transformador, interruptor de circuito por falla a tierra, o envolvente del desconectador de acción rápida.*

**3)** Las luminarias de nicho mojado que estén alimentadas por cables o cordones flexibles deben tener todas las partes metálicas no-conductoras de corriente eléctrica descubiertas puestas a tierra por un conductor de cobre aislado y que sea parte integral del cordón o cable. Este conductor de puesta a tierra debe conectarse a una terminal de puesta tierra en la caja de empalmes de alimentación en la envolvente del transformador u otra senvolventes. El conductor de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor de alimentación y no-menor de 1,307 $mm^2$ (16 AWG).

**c) Motores.** Los motores relacionados con albercas deben conectarse a un conductor de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-95, pero no-menor de 3,307 $mm^2$ (12 AWG). Debe ser un conductor de cobre aislado y se debe instalar con los conductores del circuito dentro de tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado o no-metálico tipo pesado, o en cable tipo MC.

***Excepción 1:*** *Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero para proteger a los conductores cuando se instalen sobre o dentro de edificios.*

***Excepción 2:*** *Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles dentro de un motor o adyacentes a él, se permite el uso de tubo metálico flexible hermético a líquidos con accesorios aprobados y listados.*

***Excepción 3:*** *Se permiten cualquiera de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3 de esta NOM para ser usado en unidades de vivienda unifamiliares.*

***Excepción 4:*** *Se permite cordón flexible de acuerdo con lo indicado en 680-7.*

**d) Paneles de alumbrado y control.** Un panel de alumbrado y control que no sea parte del equipo de acometida debe tener un conductor de puesta a tierra instalado entre su terminal de puesta a tierra y la terminal de puesta a tierra del equipo de acometida. Este conductor debe ser de tamaño nominal acorde con la Tabla 250-95 pero no-menor a 3,307 $mm^2$ (12 AWG); debe ser un conductor aislado e instalado con los conductores alimentadores en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado, o no-metálico tipo pesado. El conductor de puesta a tierra del equipo debe conectarse a una terminal de puesta a tierra del panel de alumbrado y control.

***Excepción 1:*** *El conductor de puesta a tierra de equipo entre un panel de alumbrado y control lejano existente y el equipo de acometida, no necesita colocarse en un tubo si la conexión se hace por medio de un cable aprobado y listado ensamblado con un aislante que tenga un conductor de puesta a tierra de equipo con envolvente.*

***Excepción 2:*** *Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero para proteger a los conductores cuando se instalen sobre o dentro de edificios.*

**NOTA:** Véase 348-1.

**e) Equipo conectado con cordones.** Cuando se conecte equipo fijo o estacionario con un cordón flexible para facilitar su remoción o desconexión para mantenimiento, reparación o almacenamiento, como está indicado en la Sección 680-7, los conductores de puesta a tierra de equipo deben conectarse a una parte metálica fija del conjunto. La parte que es desmontable debe estar montada sobre la parte metálica fija o estar interconectada a ella.

**f) Otros equipos.** Los equipos eléctricos que no sean luminarias subacuáticas, deben ser puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y conectados por los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3.

**680-26. Cubiertas de albercas accionadas eléctricamente**

**a) Motores y controladores.** Los motores eléctricos, controladores y alambrados, deben estar ubicados por lo menos a 1,5 m 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 deberán ser del tipo totalmente cerrado.

**NOTA 1:** Para envolventes instaladas en lugares secos y mojados, véase 373-2(a).

**NOTA 2:** Para interruptores automáticos instalados en lugares mojados, véase 380-4.

**NOTA 3:** Para protección contra líquidos véase 430-11.

**b) Métodos de alambrado.** El motor eléctrico y el controlador deben estar conectados a un circuito protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.

**680-27. Calefacción en el área del borde de la alberca.** Las disposiciones de esta Sección aplican a todas las áreas del borde de la alberca, incluyendo albercas cubiertas, cuando las unidades de calefacción accionadas eléctricamente se instalen dentro de una distancia de 6 m de la pared interna desde alberca.

**a) Unidades de calefacción.** La unidad de calefacción debe fijarse sólidamente a la estructura y debe ser de tipo hermético o resguardado. La unidad de calefacción no debe montarse sobre la alberca o sobre un área de 1,5 m que se extienda horizontalmente desde la pared interna de la alberca.

**b) Radiadores eléctricos permanentes.** Los radiadores eléctricos deben estar adecuadamente resguardados y asegurados a su dispositivo de montaje. Los calentadores no deben ser instalados sobre la alberca o sobre una extensión de un área de 1,5 m medidos horizontalmente desde la pared interna de la alberca y deben ser montados a no-menos de 3,7 m verticalmente por encima de la acera de la alberca, a menos que el equipo sea aprobado, para ubicarlo de otra manera.

**c) Cables para calefactores no permitidos.** No se permiten cables de calefactores empotrados, embebidos, en el borde de la alberca.

**680-28. Bombas para alberca con doble aislamiento.** En albercas de natación instaladas permanentemente, se permite que sean alimentadas con bombas aprobadas y listadas para conexión con cordón y clavija, las cuales deben incorporar un sistema de doble aislamiento que provea un medio de puesta a tierra solamente de las partes metálicas internas inaccesibles no-conductoras de corriente eléctrica de la bomba.

### C. Albercas desmontables

**680-30. Bombas.** Una bomba con filtro para alberca conectada por cordón, debe tener incorporado un sistema aprobado de doble aislamiento o su equivalente y debe estar provista con medios para la puesta a tierra solamente de las partes metálicas del aparato eléctrico, internas e inaccesibles, que no transporten corriente eléctrica. El medio de puesta a tierra debe ser un conductor instalado con los propios conductores de la fuente de alimentación en el cordón flexible, que esté adecuadamente terminado por una clavija con terminal de puesta a tierra.

**680-31. Interruptores de circuitos por falla a tierra.** Todo equipo eléctrico, incluyendo los cordones de alimentación, utilizado en albercas desmontables, debe protegerse con interruptores de circuito por falla a tierra.

**NOTA:** Cuando se utilicen cordones flexibles, véase 400-4.

**680-32. Luminarias.** Una luminaria instalada en o sobre la pared de una alberca desmontable, debe ser del tipo conectada por cordón y clavija. Este aparato debe:

**1)** No tener partes metálicas expuestas.

**2)** Tener una lámpara que opere a 15 V o menos.

**3)** Tener la envolvente del transformador, lentes poliméricos resistentes al impacto y una cubierta porta luminarias.

**4)** Tener un transformador que cumpla lo requerido en 680-5(a) con una tensión eléctrica en el primario de no-más de 150 V.

**5)** Estar aprobadas y listadas para tal propósito.

***Excepción:*** *Una luminaria sin transformador y con lámpara que operen a no-más de 150 V puede ser del tipo para conectar por medio de cordón y clavija si se cumple con lo siguiente:*

***a.*** *No tiene partes metálicas expuestas.*

***b.*** *Tiene lentes poliméricos resistentes al impacto.*

***c.*** *Está provista de un interruptor de circuito por falla a tierra con protección de neutro abierto, como parte integral del conjunto.*

***d.*** *La luminaria debe estar conectada permanentemente al interruptor de circuito por falla a tierra con protección de neutro abierto.*

***e.*** *Cumple con lo requerido en 680-20 (a).*

***f.*** *Está aprobada y listada para este propósito.*

### D. Fuentes de aguas termales y bañeras térmicas

**680-40. Instalaciones exteriores.** Las instalaciones exteriores de fuentes de aguas termales y bañeras, deben cumplir con las disposiciones de las Partes A y B de este Artículo.

***Excepción 1:*** *Cintas metálicas o abrazaderas usadas para asegurar los peldaños de madera no están incluidas en 680-22.*

***Excepción 2:*** *Las unidades en conjunto pueden conectarse por medio de cordón y clavija, de longitud no-mayor de 4,60 m si están protegidas por un interruptor de circuito por falla a tierra.*

***Excepción 3:*** *Se permitirá la conexión de metal a metal de una estructura común o base.*

***Excepción 4:*** *Las unidades empaquetadas que utilicen un panel de alumbrado y control remoto instalado en fábrica pueden ser conectadas por medio de tubo (conduit) flexible a prueba de líquidos de no-más de 90 c m de longitud.*

**680-41. Instalaciones interiores**. Las instalaciones interiores de una bañera térmica o de una fuente de aguas termales deben estar conformes con los requisitos de esta Parte y el método de alambrado, debe ser según lo indicado en el Capítulo 3.

***Excepción:*** *En las unidades en conjunto aprobadas, de capacidad nominal de 20 A o menor, se permite conectar por medio de cordón y clavija para facilitar la remoción o desconexión para mantenimiento y reparación.*

**a) Receptáculos**

**1)** Al menos un receptáculo debe localizarse en el lugar a no-menos de 1,5 m de la pared interna de la fuente de aguas termales o de la bañera térmica.

**2)** Los receptáculos de 120 o 127 V localizados dentro de 3 m de la pared interna de la bañera térmica o de aguas termales, deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

**NOTA:** En la determinación de las dimensiones, la distancia medida es la línea más corta que el cordón de alimentación de un aparato eléctrico conectado al receptáculo, debe seguir sin penetrar un piso, pared o techo de una edificación u otra barrera fija.

**3)** Los receptáculos que suministran energía a la bañera térmica o a las fuentes termales deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra.

**b) Luminarias, salidas de luminarias y ventiladores de techo**

**1)** Las luminarias, salidas para luminarias y ventiladores de techo localizados sobre fuentes de aguas termales o bañeras térmicas, ubicadas dentro de 1,5 m medidos horizontalmente desde el interior de las paredes de las fuentes de aguas termales o bañeras térmicas, deben estar localizadas por lo menos a 2,3 m sobre el nivel máximo del agua y deben estar protegidas con un interruptor de circuito por falla a tierra.

***Excepción 1:*** *Las luminarias, salidas para luminarias y ventiladores de techo a 3,6 m o más sobre el nivel del agua no requieren de un interruptor de circuito por falla a tierra.*

***Excepción 2:*** *Se permite instalar a menos de 2,3 m sobre las fuentes aguas termales o bañeras térmicas, a las luminarias que cumplan los requisitos de (a) y (b) siguientes y que estén protegidas por un interruptor de circuito por falla a tierra,*

***a.*** *Las luminarias empotradas con un lente plástico o de vidrio y un borde no-metálico o borde metálico separado eléctricamente, aprobadas e identificadas para usarse en lugares mojados.*

***b.*** *Los aparatos montados en la superficie con un globo plástico o de vidrio y un dispositivo no- metálico para usarse en lugares mojados.*

**2)** Los aparatos de alumbrado subacuático deben cumplir con las disposiciones de la Parte B de esta Sección.

**c) Desconectadores de pared.** Los desconectadores de pared deben estar localizados a no-menos de 1,5 m medidos horizontalmente desde el interior de la pared de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas.

**d) Puentes de unión.** Las siguientes partes deben conectarse eléctricamente:

**1)** Todos los accesorios metálicos dentro o fijos a la estructura de la fuente de aguas termales o de la alberca térmica.

**2)** Partes metálicas de equipo eléctrico asociado al sistema de circulación del agua de la fuente de aguas termales y bañeras térmicas, incluyendo motores y bombas.

**3)** Canalizaciones metálicas y cañerías metálicas, dentro de 1,5 m del interior de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas y que no estén separadas de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas por una barrera permanente.

**4)** Todas las superficies metálicas que estén dentro de 1,5 m de la pared interna de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas y que no estén separadas de éstas por una barrera permanente.

***Excepción:*** *Pequeñas superficies conductoras no-susceptibles de energizarse tales como surtidores de aire, herrajes de desagüe, que no estén conectados a tubería metálica, toalleros, marcos de espejos y equipo no-eléctrico.*

**5)** Dispositivos y controles eléctricos no-asociados con la fuente de aguas termales o con las bañeras térmicas deben ubicarse a 1,5 m o más, de las unidades que deben conectarse al sistema de la fuente de aguas termales y bañeras térmicas.

**e) Métodos de conexión de puentes de unión.** Todas las partes metálicas asociadas con la fuente de aguas termales y bañeras térmicas deben conectarse por cualquiera de los siguientes métodos:

**1)** la conexión de tubería y accesorios metálicos roscados o de tubería metálica,

**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 de 8,367 $mm^2$ (8 AWG).

**f) Puesta a tierra.** El siguiente equipo debe tener conexión de puesta a tierra:

**1)** Todo equipo eléctrico localizado dentro de 1,5 m de la pared interior de la fuente de aguas termales o de las bañeras térmicas.

**2)** Todo equipo eléctrico asociado al sistema de circulación del agua de la fuente de aguas termales o bañeras térmicas.

**g) Métodos de puesta a tierra**

**1)** Todo equipo eléctrico debe ser puesto a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y conectado por un método de alambrado establecido en el Capítulo 3.

**2)** Cuando el equipo se conecte con un cordón flexible, el conductor de puesta a tierra del equipo debe ser conectado a una parte metálica fija del conjunto.

**h) Calentadores eléctricos de agua.** Todos los calentadores eléctricos para aguas termales o bañeras térmicas deberán estar aprobados y listados, tener los elementos de calefacción subdivididos en carga que no exceda 48 A y estar protegidos a no-más de 60 A.

La capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito derivado y la capacidad o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, no debe ser menor a 125% del total de la carga de la capacidad nominal de la placa de datos.

**i) Equipo de audio subacuático.** El equipo de audio subacuático debe cumplir con lo dispuesto en las Partes B o C de este Artículo.

**680-42. Protección.** Las salidas para conectar equipo eléctrico asociado con las bañeras térmicas deben estar protegidas por interruptores de circuito por falla a tierra.

**E. Fuentes**

**680-50. Disposiciones generales.** Las disposiciones de la Parte E deben aplicarse a todas las fuentes que están definidas en 680-4. Las fuentes que tienen agua común de una alberca deben cumplir con los requisitos para alberca de este Artículo.

***Excepción:*** *Las fuentes desmontables auto abastecidas con cualquier dimensión no-mayor de 1,5 m no están cubiertas por la Parte E.*

**680-51. Luminaria, bombas y otros equipos sumergibles**

**a) Interruptores de circuito por falla a tierra.** Debe instalarse un interruptor de circuito por falla a tierra en los circuitos derivados que alimenten a equipos de fuentes.

***Excepción:*** *No se requiere del interruptor de circuito por falla a tierra cuando el equipo opere a 15 V o menos y esté alimentado por un transformador que cumpla con lo indicado en 680-5 (a).*

**b) Tensión eléctrica de operación.** Todas las luminarias deben instalarse para operar a 150 V o menos entre conductores. Las bombas y equipos sumergibles deberán operar a 300 V o menos entre conductores.

**c) Lentes de luminarias.** Las luminarias deben instalarse con su parte superior por debajo del nivel de agua de la fuente, a menos que estén aprobadas para ser colocadas por encima. Una luminaria dirigida hacia arriba debe tener su lente resguardada para impedir el contacto de cualquier persona.

**d) Protección contra aumentos de temperatura.** El equipo eléctrico cuyo funcionamiento seguro depende de la condición de estar sumergido, debe estar protegido contra aumentos de temperatura por medio de un sistema de interrupción que opere cuando el nivel de agua descienda.

**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 m. Los cordones que se prolonguen más allá del perímetro de la fuente, deben estar dentro de un ducto aprobado y listado 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 sacarla enteramente para el cambio de lámparas, para mantenimiento o para inspección.

**g) Estabilidad.** El equipo debe tener una estabilidad inherente o estar fijo en su sitio de manera segura.

**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 subacuáticas, deben cumplir con lo indicado en 680-21(a)(1), (2) y (3) y (b) (c) y (d).

**b) Cajas de empalmes u otras envolventes subacuáticas.** Las cajas de empalmes y otras envolventes subacuáticas deben ser herméticas al agua y:

**1)** Deben estar equipadas con entradas para tubo *(conduit)* roscado, o con conectadores de compresión o sellos para la entrada de cordones,

**2)** Deben ser de cobre, bronce u otro material resistente a la corrosión,

**3)** Deben sellarse con un compuesto aprobado para prevenir la entrada de humedad,

**4)** Deben estar firmemente fijadas a los soportes o directamente a la superficie de la fuente e interconectadas como está requerido. Cuando la caja de empalmes está soportada solamente por un tubo eléctrico, el tubo debe ser de cobre, bronce u otro material aprobado resistente a la corrosión. Cuando la caja esté unida a un tubo no-metálico debe tener soportes adicionales y sujetadores de cobre, bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión.

**NOTA:** Véase 370-23 para soportes de envolventes.

**680-53. Conexiones.** Todo tubo *(conduit)* metálico relacionado con la fuente debe conectarse al conductor de puesta a tierra del circuito primario que alimenta a la fuente.

**NOTA:** Véase 250-95 para tamaño nominal de los conductores.

**680-54. Puesta a tierra.** El siguiente equipo debe estar puesto a tierra:

**1)** Todo equipo eléctrico localizado dentro de la fuente o hasta 1,5 m de distancia de la pared interna de la misma.

**2)** Todo equipo relacionado con el sistema de regulación de agua de la fuente.

**3)** Los paneles de alumbrado y control que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico relacionado con la fuente.

**680-55. Métodos de puesta a tierra**

**a) Disposiciones generales.** Las disposiciones indicadas en 680-25 deben aplicarse, excepto (e).

**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 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 sumergidos o expuestos al agua, deben ser tipo pesado resistentes a este servicio, como se establece en la Tabla 400-4.

**c) Sello.** El extremo del aislamiento y las terminales del cordón flexible del conductor dentro del equipo y su conexión a tierra, deben ser tratados de manera similar con un sellador para prevenir la entrada de agua y proteger estas conexiones de sus efectos dañinos dentro del equipo.

**d) Terminales.** Las conexiones con cordón flexible deben ser permanentes, excepto cuando se usen clavijas y receptáculos 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 una parte de la fuente que contenga agua.

**F. Albercas y bañeras para uso terapéutico**

**680-60. Disposiciones generales.** Las disposiciones de la Parte F deben aplicarse a albercas y bañeras para uso terapéutico en lugares para el cuidado de la salud, gimnasios, salas de entrenamiento atlético y áreas similares. Véase Sección 517-3 para definición de cuidados de la salud. Los aparatos eléctricos terapéuticos móviles deben cumplir con el Artículo 422.

**680-61. Albercas terapéuticas instaladas permanentemente.** Las albercas terapéuticas instaladas a nivel del piso o sobre el piso 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 680-6(b)(1) y (2) no se aplican cuando la luminaria es del tipo totalmente cerrada.*

**680-62. Bañeras terapéuticas (tanques hidroterapéuticos).** Las bañeras terapéuticas usadas para la inmersión y tratamiento de pacientes que no se pueden mover fácilmente de un lugar a otro en uso normal, o aquellas que estén aseguradas de cualquier manera en un lugar específico, incluyendo sistemas de tubería asociados, deben estar en conformidad con esta Parte de la NOM.

**a) Interruptor de circuito por falla a tierra.** Todo equipo terapéutico debe estar protegido con un interruptor de circuito por falla a tierra.

***Excepción:*** *El equipo eléctrico terapéutico portátil debe cumplir con lo indicado en 250-45.*

**b) Puentes de unión.** Las siguientes partes deben ser conectadas eléctricamente entre sí:

**1)** Todos los accesorios metálicos dentro o fijos a la estructura de la bañera.

**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 1,5 m desde la pared interna de la bañera y no-separados de la bañera por una barrera permanente.

**4)** Todas las superficies metálicas que estén dentro de una distancia de 1,5 m de la pared interna de la bañera 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 1,5 m de ésta, o se deben conectar al sistema de puentes de unión de bañeras terapéuticas.

**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 conexión 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 de 8,367 $mm^2$ (8 AWG).

**d) Puesta a tierra.** El siguiente equipo eléctrico debe tener conexión de puesta a tierra.

**1)** Todo equipo eléctrico localizado dentro de 1,5 m de las paredes internas de la bañera.

**2)** Todo equipo eléctrico asociado al sistema de circulación de agua de la bañera.

**e) Métodos de puesta a tierra**

**1)** Todo equipo eléctrico debe ser puesto a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 y conectado por un método de alambrado de los indicados en el Capítulo 3.

**2)** Cuando el equipo se conecte con un cordón flexible, los conductores de puesta a tierra del equipo deben estar conectados a una parte metálica fija del conjunto.

**f) Receptáculos.** Todos los receptáculos dentro de 1,5 m alrededor de una bañera terapéutica deben protegerse con un interruptor de circuito por falla a tierra.

**g) Luminarias.** Todas las luminarias usadas en áreas de bañeras terapéuticas deben ser del tipo totalmente cerrado.

**G. Bañeras de hidromasaje**

**680-70. Protección.** Las bañeras de hidromasajes y sus componentes eléctricos asociados deben protegerse por medio de un interruptor de circuito por falla a tierra. Todos los receptáculos monofásicos de 120 y 127 V dentro de una distancia de 1,5 m de la pared interna de la bañera de hidromasaje deben estar protegidos por interruptor de circuito por falla a tierra.

**680-71. Otro equipo eléctrico.** Las luminarias, desconectadores, receptáculos y otros equipos eléctrico ubicados en la misma sala y que no estén directamente asociados con una bañera 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 baños.

## ARTÍCULO 685 - SISTEMAS ELÉCTRICOS INTEGRADOS

**A. Disposiciones generales**

**685-1. Alcance.** Este Artículo cubre sistemas eléctricos integrados, que no sean un conjunto, 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 deben dar servicio al sistema.

**3)** Cuando se han establecido y mantenido salvaguardas efectivas.

**685-2. Aplicación de otros Artículos.** En casos particulares se aplican a la instalación de conductores y equipo, hay requisitos de interrupción programada que son complementarios de este Artículo o modificaciones de ellos, a saber:

| Concepto | Sección |
|---|---|
| Coordinación de Sistemas Eléctricos | 240-12 |
| Desconexión | 430-74 Excepciones 1 y 2 |
| Más de una fuente de energía | 430-113 Excepciones 1 y 2 |
| Más de un edificio o estructura | 225-8 |
| Medios de desconexión | 645-10 Excepción |
| Medios de desconexión a la vista desde el controlador | 430-102 Excepción 2<br>430-44 |
| Parada programada | 240-3 |
| Protección de conductores | 230-95, Excepción 1 |
| Protección por falla a tierra del equipo | 240-13, Excepción 1 |
| Protección por falla a tierra del equipo | 250-5(b) Excepción 3 |
| Puesta a tierra de sistemas de 50 a 1000 V c.a. | 705-12, Excepción 1 |
| Punto de conexión | |

**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 alturas de montaje adecuadas que permitan una operación segura por personal no-calificado.

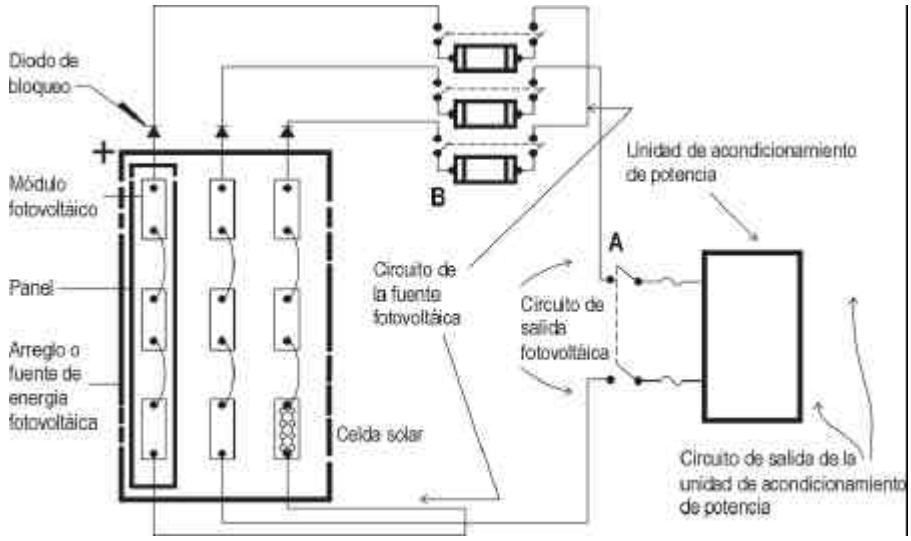
**685-12. Puesta a tierra en sistemas de c.c.** Se permite que los circuitos de c.c. de dos hilos no sean puestos a tierra.

**685-14. Circuitos de control no-puestos a tierra.** Cuando se requiera una operación continua, se permite que los circuitos de control de 150 V o menos de sistemas derivados separados, no sean puestos a tierra.

## ARTÍCULO 690 - SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

**A. Disposiciones generales**

**690-1. Alcance.** Lo dispuesto en este Artículo se aplica a sistemas eléctricos de energía fotovoltaica incluyendo circuitos del sistema, unidades de acondicionamiento de potencia y controladores para tales sistemas. Los sistemas solares fotovoltaicos cubiertos por este Artículo pueden ser interactivos con otras fuentes de producción de energía eléctrica o autónomos, con o sin almacenamiento de energía eléctrica, como baterías. Estos sistemas pueden tener salidas para utilización en c.a. o c.c.




**A:** Medios de desconexión requeridos en 690-13.

**B:** Equipo permitido que debe estar en el lado de la fuente fotovoltaica de los medios de desconexión de dicha fuente, según se indica en la excepción 2 de 690-14. Véase 690-16

**Figura 690-1 Sistema solar fotovoltaico (Diagrama simplificado, no se muestra el circuito de puesta a tierra del sistema)**

**690-2. Definiciones**

**Celda solar fotovoltaica:** El dispositivo fotovoltaico básico que genera energía eléctrica cuando es expuesto a la luz solar.

**Circuito de la fuente fotovoltaica:** Los conductores entre módulos y desde los módulos hasta el o los puntos de conexión común del sistema de c.c. Véase la Figura 690-1.

**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 c.c. Véase la Figura 690-1.

**Controlador de carga:** Dispositivo que controla el régimen y la condición de carga de las baterías, protegiéndolas contra sobrecargas y descargas que excedan sus límites de operación normal.

**Diodo de bloqueo:** Un diodo usado para impedir el flujo inverso de corriente eléctrica hacia el circuito de la fuente fotovoltaica.

**Fuente de energía fotovoltaica:** Un sistema o agregado de sistemas, los cuales generan energía en c.c. a la tensión y corriente eléctricas del sistema.

**Inversor:** Equipo que es usado para cambiar el nivel de tensión eléctrica de la energía, su forma de onda o ambos. Usualmente un inversor (también conocido como unidad de acondicionamiento de potencia o sistema de conversión de potencia) es un dispositivo que cambia una entrada de c.c. a una salida de c.a.

Los inversores en sistemas autónomos pueden incluir también cargadores de baterías que toman la c.a. de una fuente auxiliar, como un generador, y la rectifican a c.c. para cargar baterías.

**Inversor: Circuito de entrada:** Los conductores entre el inversor y las baterías en un sistema autónomo o los conductores entre el inversor y los circuitos de salida fotovoltaica en sistemas interconectados a la red.

**Inversor: Circuito de salida:** Los conductores entre el inversor y el tablero de cargas de c.a. en un sistema autónomo, o los conductores entre el inversor y el equipo de acometida u otra fuente de producción de energía eléctrica tal como la compañía suministradora, en sistemas interconectados a la red. Véase la Figura 690-1.

**Módulo:** El ensamble completo más pequeño de celdas solares, protegido del ambiente, con su óptica y otros componentes excluyendo el dispositivo de seguimiento, diseñado para generar c.c. por la acción de la luz solar.

**Panel:** Un conjunto de módulos unidos mecánica y eléctricamente, diseñado para manejarse como una unidad instalable en campo.

**Sistema:** Un ensamble mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura soporte y cimentación, seguimiento solar, control térmico, y otros componentes, según se requieran para formar una unidad de producción de energía en c.c.

**Sistema autónomo:** Un sistema solar fotovoltaico que abastece energía en forma independiente de otras fuentes de energía.

**Sistema interactivo:** Un sistema solar fotovoltaico que opera en paralelo con otra fuente de producción de energía eléctrica conectada a la misma carga y que puede estar diseñado para entregar energía a dicha fuente.

Para el propósito de esta definición, un subsistema de almacenamiento de energía de un sistema solar fotovoltaico, tal como una batería, no es otra fuente de producción de potencia eléctrica.

**Sistema solar fotovoltaico:** El total de componentes y subsistemas que, en combinación, convierten la energía solar en energía eléctrica apropiada para la conexión a una carga de utilización.

**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. Los sistemas solares fotovoltaicos que operan como fuentes interconectadas de producción de energía deben instalarse de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 705.

**690-4. Instalación**

**a) Sistema Fotovoltaico.** Se permite que un sistema solar fotovoltaico suministre energía a una edificación u otra estructura, en adición a cualquier acometida de otros sistemas de suministro de energía eléctrica.

**b) Conductores de Sistemas Diferentes.** Los circuitos de la fuente fotovoltaica y los circuitos de salida fotovoltaica no deben estar contenidos en la misma canalización, charola, cables, cajas de salida o cajas de empalme o accesorios similares, junto con los circuitos alimentadores o derivados de otros sistemas.

***Excepción:*** *Cuando los conductores de diferentes sistemas están separados por una división o se conecten juntos.*

**c) Conexiones de módulos.** Las conexiones a un módulo o panel deben estar dispuestas de tal manera que al remover un módulo o panel de un circuito de la fuente fotovoltaica no se interrumpa al conductor puesto a tierra de otro circuito de la fuente fotovoltaica.

**d) Equipo.** Los inversores o motogeneradores deben estar aprobados e identificados para uso en sistemas fotovoltaicos.

**e) Montaje de Módulos.** Cuando la estructura y los materiales de la edificación a la que suministra energía el sistema fotovoltaico no tengan la resistencia mecánica necesaria, los módulos deben montarse en una estructura independiente que les dé el soporte y la orientación necesarios, asegurando su adecuada ventilación. En todo caso, el cable de acometida entre el sistema fotovoltaico y la edificación debe quedar adecuadamente protegido contra posibles daño físico.

**690-5. Detección e interrupción de fallas a tierra.** Los sistemas fotovoltaicos montados en techos de casas habitación deben tener protección contra fallas a tierra para reducir el riesgo de incendio.

El circuito de protección contra falla a tierra debe ser capaz de detectar una falla a tierra, interrumpiendo la trayectoria de la falla y desconectando el sistema.

**B. Requisitos para los circuitos**

**690-7. Tensión eléctrica máxima**

**a) Capacidad de tensión eléctrica.** En una fuente de energía fotovoltaica y sus circuitos de c.c., la tensión eléctrica considerada debe ser la del circuito abierto especificada. Para instalaciones de tres hilos, incluyendo circuitos de dos hilos conectados a sistemas de tres hilos, la tensión eléctrica del sistema debe ser la más alta entre dos conductores.

**b) Circuitos de utilización de c.c.** La tensión eléctrica de los circuitos de utilización de c.c debe de apegarse a lo indicado en 210-6.

**c) Circuitos de la fuente y salida fotovoltaica.** Se permite operar hasta 600 V los circuitos de la fuente fotovoltaica y los circuitos de salida fotovoltaica que no incluyan portalámparas, ni artefactos para lámparas ni receptáculos.

***Excepción:*** *Para instalaciones que no sean viviendas para una o dos familias, se permiten sistemas de más de 600 V nominales, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 710.*

**d) Circuitos a más de 150 V a tierra.** En casas habitación de una o 2 familias, las partes vivas de los circuitos de la fuente fotovoltaica y de los circuitos de salida fotovoltaica a más de 150 V a tierra no deben estar accesibles mientras están energizados, excepto a personal calificado.

> **Nota:** Véase 110-17 para la protección de partes vivas y 210-6 para la tensión eléctrica a tierra y entre conductores.

**690-8. Dimensionamiento y capacidad de conducción de corriente eléctrica de los circuitos**

**a) Capacidad de conducción de corriente eléctrica y dispositivos de protección contra sobrecorriente.** La capacidad de conducción de corriente eléctrica de los conductores y la especificación o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en un circuito de un sistema solar fotovoltaico no deben ser menores a 125% de la corriente eléctrica calculada de acuerdo al inciso (b) siguiente.

La especificación o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar de acuerdo con lo indicado en 240-3, (b) y (c).

***Excepción:*** *Los circuitos que contengan un ensamble cuyo conjunto de dispositivos de protección contra sobrecorriente están especificados para operación continua a 100% de su capacidad.*

**b) Cálculo de la corriente eléctrica de los circuitos.** La corriente eléctrica para cada circuito individual debe calcularse como sigue :

**1) Circuitos de la fuente fotovoltaica.** La suma de la corriente eléctrica especificada de corto circuito de los módulos en paralelo.

**2) Circuito de salida fotovoltaica.** La corriente eléctrica especificada de corto circuito de la fuente de energía fotovoltaica.

**3) Circuito de salida del inversor.** La corriente eléctrica de salida especificada del inversor o de la unidad de acondicionamiento de potencia.

***Excepción:*** *Cuando no exista una fuente de energía externa que pueda ocasionar un regreso de corriente eléctrica, la capacidad de conducción de corriente de los conductores del circuito sin dispositivos de protección contra sobrecorriente no debe ser menor a la corriente eléctrica de cortocircuito.*

**4) Circuito de entrada de un inversor autónomo.** La corriente eléctrica especificada de entrada del inversor autónomo cuando el inversor está produciendo su potencia especificada a la menor tensión eléctrica de entrada.

**c) Sistemas con tensiones eléctricas múltiples de c.c.** En una fuente fotovoltaica que tiene múltiples tensiones eléctricas de salida y que emplea un conductor común de retorno, la capacidad de conducción de corriente del

conductor de retorno no debe ser menor que la suma de las capacidades de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos individuales de salida.

**690-9. Protección contra sobrecorriente**

**a) Circuitos y Equipos.** Los conductores y equipos del circuito de la fuente fotovoltaica, del circuito de la salida fotovoltaica, del circuito de salida de la unidad de acondicionamiento de potencia y del circuito de la batería de almacenamiento deben estar protegidos de acuerdo con los requisitos establecidos en el Artículo 240. Los circuitos conectados a más de una fuente de energía eléctrica deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente localizados de tal manera que brinden protección desde cualquiera de las fuentes.

> **NOTA:** Un posible regreso de corriente eléctrica desde cualquiera de las fuentes de alimentación, incluyendo una alimentación a través de la unidad de acondicionamiento de potencia hacia el circuito de salida fotovoltaica y hacia los circuitos de la fuente fotovoltaica, deben considerarse para determinar si se está suministrando protección adecuada contra sobrecorriente, desde todas las fuentes hacia los conductores y módulos.

**b) Transformadores.** Se debe suministrar protección contra sobrecorriente para un transformador con una o varias fuentes en cada lado del mismo, de acuerdo con lo indicado en 450-3, considerando como primario primero un lado del transformador y luego el otro lado.

***Excepción:*** *En un transformador que tenga una corriente eléctrica nominal en el lado conectado hacia la fuente de alimentación fotovoltaica no-menor que la corriente eléctrica nominal de corto circuito de salida de la unidad de acondicionamiento de energía, se permite que no tenga protección contra sobrecorriente desde dicha fuente.*

**c) Circuitos de la fuente fotovoltaica.** Se permite que los dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos derivados o suplementarios provean protección en circuitos de la fuente fotovoltaica. Los dispositivos de protección deben ser accesibles pero no es necesario que estén expuestos.

**d) Capacidad en c.c.** Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, empleados en cualquier porción en c.c. del sistema de energía fotovoltaica, ya sean fusibles o interruptores automáticos, deben estar aprobados y listados para uso en circuitos de c.c. y deben tener las capacidades apropiadas de tensión y corriente eléctricas y de interrupción.

### C. Medios de desconexión

**690-13. Todos los conductores.** Se deben proveer los medios para desconectar todos los conductores que lleven corriente eléctrica de una fuente de energía fotovoltaica de todos los otros conductores en un edificio u otra estructura.

***Excepción:*** *Cuando una conexión del circuito de puesta a tierra no está diseñada para ser automáticamente interrumpida como parte del sistema de protección contra falla a tierra requerida en 690-5, un desconectador o un interruptor automático usado como medio de desconexión no debe tener un polo conectado al conductor de tierra.*

> **NOTA:** El conductor de puesta a tierra puede tener algún medio de desconexión para permitir el mantenimiento o reparación por personal calificado.

**690-14. Disposiciones adicionales.** Las disposiciones establecidas en el Artículo 230, Parte F deben aplicarse a los medios de desconexión de la fuente de alimentación fotovoltaica.

***Excepción No. 1:*** *No se requiere que los medios de desconexión sean adecuados para equipo de acometida y deben ser especificados de acuerdo con lo indicado en 690-17.*

***Excepción No. 2:*** *Se permiten equipos tales como desconectadores de aislamiento del circuito de la fuente fotovoltaica, dispositivos de protección contra sobrecorriente y diodos de bloqueo en el lado de la fuente de energía fotovoltaica donde están los medios de desconexión de la misma.*

**690-15. Desconexión de equipo fotovoltaico.** Deben proveerse medios para desconectar equipos tales como inversores, baterías, controladores de carga y similares, de todos los conductores no-puestos a tierra de todas las fuentes. Si el equipo está energizado por más de una fuente, los medios de desconexión deben ser agrupados e identificados.

**690-16. Fusibles.** Deben proveerse medios para desconectar un fusible de todas las fuentes de alimentación si aquél está energizado por ambas direcciones y está accesible a personal no-calificado. Dicho fusible, en un circuito de fuente fotovoltaica, debe poder desconectarse independientemente de los fusibles de otros circuitos de la fuente fotovoltaica.

**690-17. Desconectadores o interruptores automáticos.** Los medios de desconexión para conductores no-puestos a tierra consisten de uno o varios desconectadores o interruptores automáticos: (1) localizados en un lugar accesible fácilmente (2) operables externamente sin exponer al operador al contacto con partes vivas (3) indicando claramente si está en la posición cerrado o abierto, y (4) deben tener una corriente de interrupción suficiente para la corriente y tensión eléctricas que puede estar disponible en las terminales de línea del equipo. Se debe fijar un letrero de precaución adyacente a los medios de desconexión cuando todas sus terminales puedan estar energizadas en la posición de abierto. El letrero de precaución debe ser claramente legible y tener la siguiente leyenda:

"PRECAUCIÓN - CHOQUE ELÉCTRICO - NO TOCAR – TERMINALES ENERGIZADAS EN POSICIÓN DE ABIERTO".

***Excepción:*** *Un medio de desconexión localizado en el lado de c.c. puede tener una corriente de interrupción menor que la capacidad de conducción de corriente eléctrica del sistema, cuando el sistema está diseñado de tal manera que el desconectador de c.c. no pueda ser abierto bajo carga.*

**690-18. Deshabilitación de un sistema.** Deben proveerse medios para deshabilitar un sistema o porciones del mismo.

**Nota:** Los módulos fotovoltaicos están energizados mientras están expuestos a la luz. La instalación, reemplazo o servicio de componentes del sistema mientras uno o varios módulos están siendo irradiados puede exponer a las personas a un choque eléctrico.

**D. Métodos de alambrado**

**690-31. Métodos permitidos**

**a) Sistemas de alambrado**. Se permiten todos los métodos de canalización y alambrado de cables incluidos en esta NOM y otros sistemas de alambrado y accesorios específicamente destinados e identificados para uso en arreglos fotovoltaicos. Cuando se usen dispositivos de alambrado con envolventes integrales, se debe proveer suficiente longitud de cable para facilitar el reemplazo.

**b) Cable con conductor dúplex.** Se permite cable tipo TWD-UV en circuitos de la fuente fotovoltaica, cuando se instalen a la intemperie y expuestos a los rayos del Sol. Véanse el Artículo 338 y la Tabla 310-13.

**NOTA:** Para información sobre el uso de cables aislados en circuitos de fuentes fotovoltaicas, véase la nota de 310-13.

**c) Cables y cordones flexibles.** Cuando se usen cables y cordones flexibles para conectar las partes móviles de seguidores solares, se debe cumplir con lo indicado en el Artículo 400 y deben ser cordones para uso extra rudo Tipos ST, SO o W, adecuados para uso en intemperie y resistentes al agua y a la luz del Sol. La capacidad de conducción de corriente debe estar de acuerdo con lo indicado en 400-5.

Para temperaturas ambiente que excedan de 30°C, la capacidad de conducción de corriente debe reducirse con los factores dados en la Tabla 690-31(c).

**Tabla 690-31(c). Factores de corrección**

| Temperatura ambiente °C | Temperatura máxima de operación del conductor | | |
|---|---|---|---|
| | 60°C | 75°C | 90°C |
| 30 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 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 |

**d) Cables con conductores pequeños.** Se permiten cables monoconductores de tamaño nominal de 1,307 $mm^2$ (16 AWG) y 0,823 $mm^2$ (18 AWG) aprobados y listados para uso en intemperie y que sean resistentes a la luz del Sol y al agua, para conexiones de módulos cuando esos cables cumplen con los requerimientos de capacidad de conducción de corriente indicados en 690-8. Se debe referir a 310-15 para determinar la capacidad de conducción de corriente y los factores de corrección por temperatura de los cables.

**690-32. Conexión de componentes.** Cuando estén aprobados para ese uso, se permiten, accesorios y conectores destinados a quedar ocultos al momento del ensamble en el sitio para la conexión de módulos u otros componentes de los sistemas. Tales accesorios y conectadores deben ser adecuados en aislamiento, elevación de temperatura y tolerancia a las corrientes eléctricas de falla al método de alambrado empleado, y deben ser capaces de resistir los efectos del ambiente en que se usen.

**690-33. Clavijas o conectadores.** Los conectadores permitidos en 690-32 deben cumplir con lo indicado en los incisos siguientes:

**a) Configuración.** Los conectadores deben ser polarizados y tener una configuración que no sea intercambiable con receptáculos de otros sistemas eléctricos del usuario.

**b) Protección.** Los conectadores deben estar construidos de forma que protejan a las personas del contacto inadvertido con partes vivas.

**c) Tipo.** Los conectadores deben ser de tipo de cierre o seguro.

**d) Elemento de Puesta a Tierra.** El elemento de puesta a tierra del conectador acoplable debe ser el primero en hacer contacto y el último en romperlo.

**e) Interrupción del Circuito.** Los conectadores deben ser capaces de interrumpir la corriente eléctrica del circuito sin peligro para el operador.

**690-34. Acceso a cajas.** Las cajas de empalme, de paso y de salida localizadas atrás de los módulos o paneles deben instalarse de forma que el alambrado contenido en ellas pueda hacerse accesible directamente o desplazando uno o varios módulos o paneles montados por fijaciones removibles y conectados por un sistema de alambrado flexible.

**E. Puesta a tierra**

**690-41. Puesta a tierra del sistema.** Para una fuente de energía fotovoltaica, un conductor de un sistema de dos conductores especificado a más de 50 V o un conductor neutro de un sistema de tres conductores, deben ser puestos a tierra sólidamente.

***Excepción:*** *Se permiten otros métodos que logren un sistema de protección equivalente y que utilicen equipo aprobado e identificado para tal uso.*

**NOTA:** Véase la primera nota en 250-1.

**690-42. Punto de conexión de la puesta a tierra del sistema.** La conexión de puesta a tierra del circuito de c.c. debe hacerse en un solo punto del circuito de salida fotovoltaica.

**NOTA:** El sistema queda mejor protegido contra transitorios de sobretensiones por descargas eléctricas atmosféricas si el punto de conexión de puesta a tierra se localiza tan cerca de la fuente fotovoltaica como sea posible.

**690-43. Puesta a tierra del equipo.** Las partes metálicas de los marcos de los módulos, del equipo y de las envolventes de conductores que no lleven corriente eléctrica, deben ser puestas a tierra sin importar la tensión eléctrica.

**690-44. Sistema de electrodo de puesta a tierra.** Debe proveerse un sistema de electrodo de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-81 a 250-86.

**690-45. Tamaño nominal del conductor de puesta a tierra del equipo.** En sistemas donde la corriente eléctrica de corto circuito disponible de la fuente fotovoltaica sea menor que dos veces la corriente eléctrica especificada del dispositivo de protección contra sobrecorriente, el conductor de puesta a tierra del equipo, no debe ser de menor tamaño nominal al requerido para los conductores del circuito.

En cualquier otro sistema, el conductor de puesta a tierra debe ser calculado de acuerdo con lo indicado en 250-95.

### F. Marcado

**690-51. Módulos.** Los módulos deben marcarse con identificación de las terminales o cables de salida, en cuanto a su polaridad, a la especificación del dispositivo de protección contra sobrecorriente máxima, y con la especificación de: (1) tensión eléctrica de circuito abierto (2) tensión eléctrica de operación (3) tensión eléctrica máxima permisible del sistema (4) corriente eléctrica de operación (5) corriente eléctrica de corto circuito y (6) potencia máxima.

**690-52. Fuente de energía fotovoltaica**. El instalador debe marcar en el sitio, en un lugar accesible en los medios de desconexión de la fuente de energía fotovoltaica, las especificaciones de: (1) corriente eléctrica de operación (2) tensión eléctrica de operación (3) tensión eléctrica de circuito abierto, y (4) corriente eléctrica de cortocircuito de la misma fuente.

**NOTA:** Cuando se utilicen sistemas reflejantes para aumentar la irradiación se debe considerar en el marcado el incremento resultante de los niveles de corriente eléctrica y potencia de salida.

### G. Interconexión a otras fuentes de energía

**690-61. Pérdida de la tensión eléctrica del sistema.** La salida de potencia de la unidad de acondicionamiento de energía en un sistema solar fotovoltaico que es interactivo con otro u otros sistemas eléctricos debe ser automáticamente desconectada de todos los conductores no-puestos a tierra de tales sistemas eléctricos al perderse la tensión eléctrica en dichos sistemas y no debe reconectarse a los sistemas eléctricos hasta que aquélla sea restablecida.

**NOTA:** Para otras fuentes interconectadas de producción de energía eléctrica véase el Artículo 705.

Se permite operar un sistema solar fotovoltaico normalmente interactivo como sistema autónomo para suministro de energía eléctrica a una edificación.

**690-62. Capacidad del conductor neutro puesto a tierra.** Si una unidad de acondicionamiento de energía monofásica, dos hilos, se conecta al neutro puesto a tierra y a un solo conductor de fase de un sistema de tres hilos o a un sistema trifásico estrella de cuatro hilos, la suma de la carga máxima conectada entre el neutro puesto a tierra y cualquier conductor de fase, más la capacidad de salida de la unidad de acondicionamiento de energía, no debe exceder la capacidad de conducción de corriente del conductor neutro puesto a tierra.

**690-63. Conexiones desbalanceadas**

**a) Monofásicas.** La salida de una unidad de acondicionamiento de energía monofásica no debe ser conectada a un servicio eléctrico de tres fases, tres o cuatro hilos, derivado directamente de un transformador con conexión delta.

**b) Trifásicas.** Una unidad trifásica de acondicionamiento de energía debe ser desconectada automáticamente de todos los conductores de fase del sistema interconectado cuando se abra una de las fases de cualquier fuente.

***Excepción para (a) y (b):*** *Cuando el diseño del sistema interconectado es tal que no resulten tensiones eléctricas desbalanceadas significativas.*

**690-64. Punto de interconexión.** La salida de una fuente de producción de energía debe ser interconectada como se específica en los incisos siguientes:

**NOTA:** Para los propósitos de esta Sección una fuente de producción de energía se considera como: (1) la salida de una unidad de acondicionamiento de energía cuando esté conectada a una fuente de electricidad de c.a. (2) el circuito de salida fotovoltaica cuando sea interactivo con una fuente de c.c.

**a) Lado del suministro.** Se debe interconectar al lado del suministro de los medios de desconexión de la acometida como se permite en la Excepción 6 de 230-82.

**b) Lado de la demanda.** Se debe interconectar al lado de la demanda de los medios de desconexión de la acometida de las otras fuentes, si se cumplen las siguientes condiciones:

**1)** Cada una de las conexiones de las fuentes deben ser hechas a un interruptor automático o a un medio de desconexión de fusibles destinado para ello.

**2)** La suma de las capacidades de corriente eléctrica de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en los circuitos que suministran energía a una barra de conexiones o a un conductor no debe exceder la capacidad de la barra de conexiones o del conductor.

***Excepción:*** *Para una casa habitación, la suma de las capacidades de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben exceder de 120% la capacidad de la barra de conexiones o del conductor.*

**3)** El punto de conexión debe estar en el lado de la línea de todos los equipos de protección contra falla a tierra.

***Excepción:*** *Se permiten conexiones en el lado de la demanda de la protección contra falla a tierra, si se provee una protección contra falla a tierra para el equipo hacia las posibles fuentes de corriente eléctrica de falla a tierra.*

**4)** Los equipos que contengan dispositivos de protección contra sobrecorriente en circuitos que suministran energía a una barra de conexiones o a un conductor deben marcarse para indicar la presencia de todas las fuentes.

***Excepción:*** *Los equipos con energía suministrada desde un solo punto de conexión.*

**5)** Los equipos como interruptores automáticos, si son retroalimentados deben identificarse para tal operación.

### H. Baterías de acumuladores

**690-71. Instalación**

**a) General.** Las baterías de acumuladores en un sistema solar fotovoltaico deben instalarse de acuerdo con lo previsto en el Artículo 480.

***Excepción:*** *Lo previsto en 690-73.*

**b) Casas-Habitación**

**1)** Las baterías para casas-habitación deben tener las celdas conectadas de forma que operen a menos de 50 V.

***Excepción:*** *Cuando las partes vivas no estén accesibles durante el mantenimiento rutinario de las baterías, se permite una tensión eléctrica del sistema de baterías de acuerdo con lo indicado en 690-7.*

**2)** Las partes vivas de sistemas de baterías para casas-habitación deben estar protegidas para evitar el contacto accidental por personas u objetos sin importar la tensión eléctrica o tipo de batería.

**NOTA:** Las baterías en sistemas solares fotovoltaicos están sujetas a ciclos extensos de carga - descarga y típicamente requieren de mantenimiento frecuente, como la verificación del electrólito y la limpieza de las conexiones.

**c) Limitación de corriente eléctrica.** Se debe instalar un dispositivo adecuado de limitación de sobrecorriente en cada circuito adyacente a las baterías, cuando la corriente eléctrica de cortocircuito de la batería o del banco de baterías exceda la corriente de interrupción o de soporte de otros equipos en dicho circuito. La instalación de fusibles limitadores de corriente eléctrica deben cumplir con lo indicado en 690-16.

**690-72. Estado de carga.** Debe proveerse equipo para controlar el estado de carga de la batería. Todos los medios de ajuste para controlar el estado de carga de la batería deben ser accesibles solamente a personal calificado.

***Excepción:*** *Cuando el diseño de la fuente de energía fotovoltaica cumple con los requisitos de capacidad de tensión y corriente eléctricas de carga de las celdas de batería interconectadas.*

El controlador de carga en los sistemas fotovoltaicos para electrificación de casas-habitación debe operar en forma automática.

**690-73. Puesta a tierra.** Las celdas de baterías interconectadas pueden considerarse puestas a tierra cuando la fuente de energía fotovoltaica se instala de acuerdo a la Excepción de 690-41.

**690-74. Conexiones de batería.** Se permite el uso de cables flexibles dentro de la envolvente de las baterías, como se identifican en el Artículo 400, de tamaño nominal de 67,43 $mm^2$ (2/0 AWG) y mayores, desde las terminales de la batería a una caja de empalmes cercana, donde deben conectarse por un método adecuado. Se permiten también cables flexibles entre baterías y celdas dentro de la envolvente de baterías. Los cables deben estar aprobados y listados para uso rudo y ser resistentes al ácido y humedad.

## ARTÍCULO 695 - BOMBAS CONTRA INCENDIOS

**695-1. Alcance**

**a) Alcance.** Este Artículo cubre la instalación de:

**1)** Las fuentes de energía de suministro y circuitos de conexión para las bombas, y

**2)** Equipo de interrupción y control de los motores de las bombas.

**b) Exclusiones.** Este Artículo no cubre:

**1)** El funcionamiento, mantenimiento y pruebas de aceptación de las instalaciones de bombas contra incendios, ni de las conexiones internas de los componentes de dichas instalaciones.

**2)** Bombas de mantenimiento de presión (auxiliares o de cebado).

**695-2. Otros Artículos.** La instalación de los cables y equipos para bombas contra incendios debe cumplir lo establecido en los Capítulos 1 a 4 de esta NOM.

***Excepción:*** *Las que se permitan en este Artículo.*

**695-3. Fuentes de suministro de los motores de bombas contra incendios**

**a)** La corriente eléctrica debe llegar a los motores eléctricos de bombas contra incendios a través de uno o más de los siguientes medios:

**1) Acometida.** Cuando el motor reciba energía desde una acometida, debe estar situado e instalado de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de daño por los incendios producidos en el interior del edificio o por otros riesgos.

**2) Generadores internos.** Cuando el motor reciba energía de generadores instalados en el edificio, éstos deben estar protegidos de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de daños por los incendios producidos.

**b)** Si el motor recibe la energía de otra acometida o de una conexión situada en un punto anterior al medio de desconexión de la acometida, la instalación debe cumplir lo siguiente:

**1)** Excepción 1 de 230-2.

**2)** 230-72(b).

**3)** Excepción 5 de 230-82.

Cuando el motor reciba corriente eléctrica de una conexión situada en un punto anterior al medio de desconexión de la acometida, dicha conexión no debe estar situada en el mismo compartimento en el que esté instalado el medio de desconexión.

**c)** Los conductores de conexión deben conectar directamente la fuente de suministro a un controlador aprobado y listado para bombas contra incendios.

***Excepción 1:*** *Se permite instalar un medio de desconexión y uno o más dispositivos de protección contra sobrecorriente entre la fuente de suministro y el controlador aprobado. Dicho medio de desconexión y dispositivo o dispositivos de sobrecorriente deben cumplir los siguientes requisitos:*

***a.*** *Los dispositivos de sobrecorriente se deben elegir o programar de modo que soporten indefinidamente la suma de las corrientes eléctricas a rotor bloqueado, de todos los motores de las bombas contra incendios y de las bombas auxiliares, más la capacidad de corriente eléctrica a plena carga de todos los accesorios eléctricos de las bombas que estén conectados a dicha fuente de suministro.*

***b.*** *Los medios de desconexión deben estar aprobados como adecuados para su uso como equipo de la acometida y se deben poder bloquear en posición cerrada.*

***c.*** *En la parte exterior del medio de desconexión se debe instalar una placa con el mensaje Medio de desconexión de la bomba contra incendios , en letras de 2,5 cm de alto como mínimo.*

***d.*** *Al lado del controlador de la bomba contra incendios se debe instalar otra placa que indique la posición del medio de desconexión y lugar de la llave, si el medio la requiere.*

***e.*** *El medio de desconexión se debe poder supervisar en posición cerrada por uno de los medios siguientes:*

**1.** Por medio de un dispositivo de señales conectado a un puesto central, un puesto remoto o de otro tipo especial.

**2.** Por medio de un sistema de señales que avise a través de una señal sonora producida en un lugar con vigilancia constante.

**3.** Bloqueándolo en su posición cerrada.

**4.** Cuando el medio de desconexión esté situado en locales cercados o en edificios supervisados por el propietario, instalando una forma de sellado en el medio de desconexión e inspeccionándolo semanalmente.

***Excepción 2:*** *Cuando la tensión eléctrica de suministro sea distinta a la del motor de la bomba, se debe instalar un transformador que cumpla los requisitos indicados en 695-5 y un medio de desconexión y uno o varios dispositivos de protección contra sobrecorriente que cumplan los requisitos de la Excepción 1anterior.*

**695-4. Bombas contra incendios con varias fuentes de suministro**

**a) Varias fuentes de suministro.** Cuando no sea posible disponer de una fuente de suministro eléctrico confiable según se establece en 695-3(a), esto se debe conseguir por medio de: (1) la combinación de dos o más de los medios anteriormente descritos, o (2) con uno o más de esos medios y un grupo generador en el sitio. Las fuentes de suministro se deben conectar de modo que un incendio en una de ellas no impida que funcionen las demás.

**b) Conexión directa.** Los conductores de suministro deben conectar directamente las fuentes de suministro a una combinación aprobada de controlador de bomba y desconectador de transferencia o a un medio de desconexión y a uno o más dispositivos de protección contra sobrecorriente que cumplan los requisitos indicados en la Excepción 1 de 695-3(c).

***Excepción:*** *Cuando una de las fuentes alternativas de suministro sea un grupo generador instalado en el edificio, el medio de desconexión y los dispositivos de sobrecorriente de dichos conductores se deben elegir o programar para que permitan la transferencia instantánea y el funcionamiento de todos los motores de las bombas.*

**695-5. Transformadores**

**a) Capacidad admisible.** Cuando se utilice un transformador exclusivamente para una instalación de bombas contra incendios, su capacidad nominal debe ser como mínimo 125% de la siguiente cantidad:

**1)** La corriente eléctrica a plena carga de todos los motores de las bombas, más

**2)** La corriente eléctrica a plena carga de todos los motores de las bombas auxiliares que estén conectados al mismo circuito, más

**3)** La corriente eléctrica a plena carga de todos los demás accesorios de las bombas que estén conectados al mismo circuito.

**b) Protección contra sobrecorriente**

**1)** No se permite instalar protección contra sobrecorriente en el secundario.

**2)** Se permite seleccionar o programar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario a 600% de la corriente eléctrica nominal a plena carga del transformador. Ese valor debe bastar para transportar indefinidamente una corriente eléctrica equivalente a la del secundario del transformador, es decir, la suma de:

**a.** La corriente eléctrica a rotor bloqueado de todos los motores de las bombas.

**b.** La corriente eléctrica a rotor bloqueado de todos los motores de las bombas auxiliares que estén conectados al mismo circuito.

**c.** La corriente eléctrica a plena carga de todos los demás accesorios de las bombas que estén conectados al mismo circuito.

**695-7. Ubicación del equipo**

**a) Ubicación de los controladores y del desconectador de transferencia.** Los controladores de los motores eléctricos de las bombas y de los desconectadores 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 otros motores.** Los controladores de los demás motores eléctricos deben estar situados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.

**c) Almacenamiento de baterías.** Las baterías de los motores diesel deben estar en un estante sobre el suelo, o bien sujetas y situadas donde no estén expuestas a temperatura excesiva, vibraciones, daño mecánico o al agua.

**d) Partes energizadas de equipo.** Todas las partes de equipo que puedan estar energizadas deben estar situadas a 30 cm como mínimo sobre el nivel del suelo.

**e) Controladores y desconectadores de transferencia.** Los controladores de motores y los desconectadores de transferencia deben estar situados o protegidos para que no les llegue el agua procedente de las bombas o de sus conexiones.

**f) Equipo de mando.** Todos los equipos de control de las bombas contra incendios deben estar sujetos a estructuras de material no-combustible.

**695-8. Alambrado**

**a) Conductores de suministro.** Los conductores de suministro deben instalarse por la parte exterior de las construcciones y tratarse como conductores de la acometida, de acuerdo con las disposiciones del Artículo 230 de esta NOM. Cuando no puedan instalarse por fuera del edificio, se permite instalarlos por dentro, siempre que estén enterrados o encerrados bajo concreto de un espesor mínimo de 50 mm, como lo establece el Artículo 230.

***Excepción 1:*** *Se permite que los conductores de suministro de las bombas contra incendios a los que se refiere la Excepción 1 de 695-3(c), pasen a través del edificio si están conectados a sistemas de protección aprobados con clasificación a prueba de flama de una hora como mínimo. Esas instalaciones deben cumplir las limitaciones establecidas para la aprobación de dichos sistemas.*

***Excepción 2:*** *Los conductores de suministro que haya en el cuarto de distribución del que se deriven y el cuarto de máquinas de las bombas.*

**b) Métodos de alambrado.** Todos los cables que vayan desde los controladores de los motores de las bombas hasta dichos motores, deben instalarse en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado, metálico flexible a prueba de líquidos o ser cables de Tipo MI.

**c) Conductores.** Los conductores deben estar protegidos contra cortocircuito solamente según se permita o exija en lo siguiente:

**1)** Excepción 4 de 230-90(a)
**2)** Excepción de 230-94
**3)** Excepción 2 de 230-95
**4)** Sección 230-208.
**5)** Sección 240-3(a).
**6)** Excepción 2 de 240-13
**7)** Sección 430-31.
**8)** Excepción 4 de 430-72(b)
**9)** Excepción 5 de 430-72(c).

***Excepción:*** *Los conductores entre las baterías y el motor.*

**d) Controladores de las bombas contra incendios.** Los controladores de las bombas contra incendios no se deben usar como cajas de empalmes para conectar a otro equipo. Tampoco se deben conectar a los controladores de las bombas contra incendios, los conductores de suministro de las bombas auxiliares.

**e) Tensión eléctrica en las terminales de la red.** Cuando se pongan en marcha los motores, la tensión eléctrica de las terminales de la red en el control no debe caer más de 15% por debajo de su valor normal (tensión eléctrica

nominal del controlador). Cuando el motor funcione a 115% de su corriente eléctrica a plena carga, la tensión eléctrica en las terminales del motor no debe caer más de 5% de la tensión eléctrica nominal del motor.

***Excepción:*** *Esta limitación no se aplica a la puesta en marcha de emergencia por medios mecánicos.*

**f) Requisitos de alambrado.** Todos los cables entre los controladores de los motores y las baterías, se deben instalar siguiendo las instrucciones del fabricante del motor y del controlador. Estos cables deben protegerse contra daño físico.

**695-9. Cables de control**

**a) Circuitos conectados exteriormente a los controladores.** Los circuitos externos de control deben instalarse de manera que la falta de uno de ellos (circuito abierto o cortocircuito) no impida el funcionamiento de la bomba por otros medios internos o externos. La apertura, desconexión, cortocircuito o corte de corriente eléctrica en estos circuitos, pueden hacer que la bomba siga funcionando continuamente, pero no deben impedir que el controlador o controladores pongan en marcha la bomba por causas distintas a estos circuitos externos de control.

**b) Instalación de sensores.** No se deben instalar sensores de baja tensión eléctrica, de pérdida de fase, de cambios de frecuencia u otros que impidan automática o manualmente el funcionamiento del circuito del motor.

**c) Dispositivos remotos.** No se deben instalar dispositivos remotos que impidan el funcionamiento automático del desconectador de transferencia.

**d) Alambrado en el sitio.** Todos los conductores entre el controlador y el motor diesel, deben ser cableados y tener una capacidad de conducción de corriente que les permita transportar continuamente toda la carga o corriente eléctrica de control necesaria, según las instrucciones del fabricante del controlador. Los cables deben estar protegidos contra daño físico. En cuanto a la separación y tamaño nominal de los cables, se deben seguir las instrucciones del fabricante del control.

**e) Métodos de alambrado.** Todos los cables de control de los motores eléctricos de bombas contra incendios deben ir instalados en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado, metálico flexible a prueba de líquidos, o ser cables de Tipo MI.

## CAPÍTULO 7 (4.7) CONDICIONES ESPECIALES

### ARTÍCULO 700 - SISTEMAS DE EMERGENCIA

### A. Disposiciones generales

**700-1. Alcance.** Los requisitos de este Artículo se aplican a la instalación, operación y mantenimiento de sistemas de emergencia constituidos por circuitos y equipos destinados a alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para iluminación o fuerza, cuando se interrumpe el suministro normal de energía eléctrica.

Los sistemas de emergencia son aquellos requeridos por Ley y clasificados como tales por reglamentaciones, decretos o legislaciones federales vigentes.

Estos sistemas deben suministrar iluminación o fuerza automáticamente a las áreas críticas y a los equipos, necesarios para la seguridad de la vida humana, en el caso de falla del suministro normal de energía eléctrica o de los elementos del sistema.

> **NOTA 1:** Para más información de los requisitos en instalaciones para áreas de atención a la salud véase el Artículo 517.
>
> **NOTA 2:** Los sistemas de emergencia son generalmente instalados en lugares de reunión donde la iluminación artificial es necesaria para asegurar la salida del local, o para controlar el pánico en edificios con gran concentración de personas, tales como hoteles, teatros, canchas deportivas, centros comerciales, servicios de asistencia médica o lugares similares. Los sistemas de emergencia también deben proveer la energía necesaria para equipos tales como: ventiladores, sistemas de alarmas y detección de incendios, ascensores, bombas para equipo contra incendio, sistemas de comunicación de seguridad pública, procesos industriales, y otros con funciones similares donde la interrupción de la energía eléctrica podría producir serios riesgos a la integridad de la vida humana.

**700-2. Otros Artículos aplicables.** Los sistemas de emergencia deben cumplir con las demás disposiciones de esta NOM que les sean aplicables, excepto lo modificado en este Artículo.

**700-3. Aprobación del equipo.** Todo equipo utilizado en los sistemas de emergencia debe estar aprobado para este uso.

**700-4. Pruebas y mantenimiento**

**a) Verificación del sistema.** Se realizará una prueba con carga del sistema completo al ser instalado, y posteriormente a intervalos periódicos.

**b) Pruebas periódicas.** Los sistemas se deben probar periódicamente por el usuario, para asegurar que los trabajos de mantenimiento son los adecuados para mantener las condiciones apropiadas de funcionamiento.

**c) Mantenimiento de sistemas de baterías.** Los sistemas de baterías, incluyendo los acumuladores utilizados para el arranque, control o ignición de máquinas auxiliares, deben tener mantenimiento periódico.

**d) Registros escritos o bitácora.** Se debe mantener un registro o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento.

**e) Prueba con carga.** Se deben proveer medios necesarios para la prueba de sistemas de emergencia de alumbrado y fuerza, en condiciones de carga máxima.

**700-5. Capacidad del sistema**

**a) Capacidad nominal.** Los sistemas de emergencia deben tener la capacidad nominal adecuada para la operación simultánea con todas las cargas. El equipo del sistema debe ser adecuado para soportar la corriente eléctrica máxima de falla disponible en sus terminales.

**b) Sistema selectivo de carga y desconexión de carga.** Se permite que la fuente alterna suministre energía a los sistemas de emergencia, de reserva requeridos legalmente y a los de reserva opcional, si se provee de un sistema automático selectivo de toma y desconexión de carga para asegurar la energía adecuada a cada sistema, según se necesite, en ese orden de prioridad. La fuente alterna también puede usarse para reducir el efecto de los picos de carga si se cumplen las condiciones anteriores y adicionalmente los requisitos de prueba indicados en 700-4.

Una fuente alterna portátil o provisional debe estar disponible para sustituir al generador de emergencia cuando esté fuera de servicio por mantenimiento mayor o reparación.

**700-6. Equipo de transferencia.** El equipo de transferencia debe ser automático y aprobado para este uso. Debe ser diseñado e instalado para prevenir la conexión accidental de la alimentación normal y la fuente de emergencia, por medio de bloqueo mecánico. Véase 230-83.

Se permite el uso de medios para desvío y separación del equipo de transferencia. Cuando se usen estos medios, se debe evitar el funcionamiento involuntario en paralelo.

**700-7. Señalización.** Donde sea necesario, se debe proveer de dispositivos de señales audibles y visuales, para los siguientes propósitos:

**a) De avería.** Para indicar avería de la fuente de emergencia.

**b) De operación.** Para indicar que la batería o el generador están funcionando.

**c) De no-operación.** Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

**d) De falla a tierra.** Para indicar una falla a tierra en sistemas en estrella de puesto a tierra, de más de 150 V a tierra y con dispositivos de protección de circuitos de 1000 A o más. El sensor para los dispositivos de señalización de falla a tierra deberá estar ubicado en o delante de los medios de desconexión del sistema principal de la fuente de

emergencia, y el ajuste del dispositivo de señalización no debe exceder de 1200 A de falla a tierra. Las instrucciones que se deben seguir, en caso de falla a tierra durante el funcionamiento, se deben ubicar en o cerca del lugar del sensor.

**700-8. Rótulos**

**a) Fuentes de emergencia.** Se debe colocar un rótulo en el equipo de entrada de la acometida que indique el tipo y la localización de las fuentes de emergencia ubicadas en el lugar.

***Excepción:*** *No es necesario instalar letreros en los equipos unitarios, como se indica en 700-12 (e).*

**b) Puesta a tierra.** Donde el conductor puesto a tierra del circuito conectado a la fuente de emergencia se conecte al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de la fuente de emergencia, debe haber un rótulo en el lugar de la conexión que identifique a todas las fuentes normales y de emergencia conectadas en ese lugar.

**B. Alambrado de circuitos**

**700-9. Alambrado de sistemas de emergencia**

**a) Identificación.** Todas las cajas y envolventes (incluyendo desconectadores de transferencia, generadores y tableros de distribución) para circuitos de emergencia deben ser marcados de forma que puedan ser identificados fácilmente como componentes de un circuito de emergencia.

**b) Alambrado.** El alambrado desde la fuente de emergencia o desde los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema de distribución de la fuente de emergencia a las cargas de emergencia, debe mantenerse completamente independiente, y no debe pasar por la misma canalización, cable, caja, gabinete o equipo de otros sistemas de alambrado.

***Excepción 1:*** *Dentro de la cubierta del equipo de transferencia.*

***Excepción 2:*** *En anuncios de salida o equipos de alumbrado para emergencia alimentadas desde dos fuentes.*

***Excepción 3:*** *En una caja de empalme unida a un anuncio de salida o equipo de alumbrado para emergencia alimentada desde dos fuentes.*

***Excepción 4:*** *Está permitido colocar en la misma canalización el alambrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados desde la misma fuente.*

***Excepción 5:*** *En una caja de empalme unida a un equipo unitario, la cual contenga solamente el circuito derivado que alimenta al equipo y el circuito de emergencia suministrado para el equipo.*

Los circuitos de emergencia deberán diseñarse y localizarse, de forma que se minimicen los riesgos que puedan causarles daño como inundaciones, incendios, vandalismo y otras condiciones adversas.

**c) Protección contra incendios.** En las construcciones donde pueda haber más de 1000 personas o que tengan más de 23 m de altura y que estén dedicadas a actividades educativas, comerciales o de oficinas, viviendas, negocios, centros de rehabilitación o en los que haya lugares de reunión, los sistemas de emergencia deben cumplir además los siguientes requisitos*:*

**1)** Los cables de alimentadores deben estar instalados en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos de protección contra incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, entre otros) o deben formar una instalación protegida y aprobada, con clasificación resistente al fuego de una hora.

**2)** El equipo del circuito alimentador (incluidos los desconectadores de transferencia, transformadores, tableros de distribución, etc.) debe estar instalado en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos de protección contra incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, entre otros) o deben formar una instalación protegida, aprobada, con clasificación resistente al fuego de una hora.

**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) a (d) siguientes. El equipo que esté de acuerdo con lo indicado en 700-12 (f) debe cumplir con los requisitos de ese Artículo.

En la selección de la fuente de energía para emergencia, debe tenerse en cuenta la clase de servicio que se necesite, si es de corta duración, como el alumbrado para la evacuación de un teatro, o de larga duración como el alumbrado y la energía por una falla prolongada dentro o fuera de un edificio.

En las construcciones en las que pueda haber más de 1000 personas o que tengan más de 23 m de altura y que estén dedicadas a actividades educativas, comerciales o de oficinas, viviendas, negocios o centros de rehabilitación, o en las que haya lugares de reunión, el equipo de las fuentes de suministro para los sistemas de emergencia, tal como se describe en los siguientes incisos (a) a (d), debe estar instalado en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos de protección contra incendios aprobados (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, etcétera) o en espacios con clasificación resistente al fuego de una hora.

**NOTA:** La asignación del grado de confiabilidad del sistema de suministro de energía de emergencia, depende de una cuidadosa evaluación de las variables de cada instalación en particular.

**a) Baterías.** Las baterías instaladas como fuente de alimentación para sistemas de emergencia deben ser de régimen y capacidad adecuados para suministrar y mantener la carga total, durante un periodo de por lo menos una hora y media, sin que la tensión eléctrica aplicada a la carga caiga por debajo de 87,5% de lo normal.

Las baterías, ya sean de tipo ácido o alcalino, deben estar diseñadas y construidas para servicio de emergencia y ser compatibles con el tipo de cargador de la instalación particular.

Para las baterías que no requieren mantenimiento, el envase no necesita ser transparente. Las baterías de tipo plomo-ácido que necesitan la adición periódica de agua, deben estar provistas de envases transparentes o translúcidos. No se deben utilizar baterías de uso automotriz.

Se debe proveer un medio de carga automática de las baterías.

**b) Grupo generador**

**1)** El grupo generador debe ser aprobado, y su capacidad debe estar de acuerdo con lo señalado en 700-5. Se deben proveer los medios necesarios para el arranque automático de la fuerza motriz cuando falle el servicio normal y para la transferencia y operación automática de todos los circuitos eléctricos requeridos. Se debe proveer un dispositivo con ajuste mínimo de tiempo de 15 minutos para impedir la retransferencia en caso de restablecimiento, en un corto tiempo, del suministro normal.

**2)** Donde se use como fuerza motriz un motor de combustión interna, debe proveerse la cantidad suficiente de combustible para el funcionamiento del sistema por un lapso no-menor de dos horas a plena carga.

**3)** La fuerza motriz no debe depender exclusivamente del servicio público para la alimentación de combustible, o de la fuente de agua municipal para el enfriamiento del sistema. Se deben proveer medios para transferir automáticamente de un suministro de combustible a otro, cuando se use doble alimentación.

***Excepción:*** *Se permite el uso adicional de combustible del servicio público que no esté en el sitio, cuando exista una baja probabilidad de falla simultánea del combustible suministrado externamente y el suministro normal de energía eléctrica.*

**4)** Cuando se usa una batería para energizar sistemas de control o señalización, o como medio de arranque de la fuerza motriz, ésta debe ser adecuada para el uso, y estar equipada con medios de carga automáticos independientes del grupo del generador.

**5)** El grupo generador que requiera más de diez segundos para generar energía, es aceptable cuando se provea una fuente auxiliar, que alimente el sistema de emergencia hasta que el generador tome la carga.

**c) Fuente de alimentación ininterrumpible.** Las fuentes de alimentación ininterrumpible usadas para suministrar energía a sistemas de emergencia, deben cumplir con lo establecido en los incisos (a) y (b) de 700-12.

**d) Acometida separada.** Donde sea aceptado por la empresa suministradora, se permite una segunda acometida eléctrica para uso de emergencia. Esta acometida puede ser aérea o subterránea, y deberá cumplir con lo establecido en el Artículo 230, con diferente bajada de acometida aérea o estar suficientemente separada, tanto eléctrica como físicamente de la acometida del servicio normal, con el objeto de disminuir la posibilidad de una interrupción simultánea del suministro.

**e) Conexión antes de los medios de desconexión de la acometida.** Donde sea aceptado por la empresa suministradora, se permiten las conexiones antes, pero no dentro, de los medios de desconexión de la acometida normal. La acometida de emergencia debe estar suficientemente separada de los medios de desconexión de la acometida normal, para evitar la interrupción simultánea del suministro debida a una falla dentro del edificio o grupo de edificios servidos.

**NOTA:** Véase 230-82, que se refiere a los equipos permitidos en el lado de alimentación de los medios de desconexión.

**f) Equipo unitario.** El equipo unitario para iluminación de emergencia debe incluir: (1) una batería recargable; (2) los medios para la carga de la batería; (3) la instalación para una o más lámparas montadas en el equipo y, opcionalmente, terminales para lámparas remotas, y (4) un relé para energizar automáticamente a las lámparas, al fallar el suministro normal. La batería debe ser de características nominales y capacidad suficiente para alimentar y mantener a no-menos de 87,5% de la tensión eléctrica nominal de la batería, la carga total de lámparas asociadas a la unidad, durante un periodo mínimo de una hora y media, o deben alimentar y mantener a no-menos de 60% de la iluminación inicial de emergencia por un periodo no-menor de una hora y media. Las baterías del tipo ácido o alcalino deben diseñarse y fabricarse para servicio de emergencia.

El equipo unitario debe instalarse permanentemente en su lugar (no-portátiles), y todo el alambrado a cada unidad debe estar de acuerdo con los requisitos de alguno de los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3. Las conexiones con cordón flexible y clavija pueden usarse, siempre que la longitud del cordón no sea mayor de 1 m. El circuito derivado que alimente al equipo unitario debe ser el mismo circuito derivado que alimente al alumbrado normal del área, estar claramente identificado en el tablero de distribución y debe estar conectado antes de cualquier apagador. Las luminarias de emergencia que reciban su alimentación de un equipo unitario y que no formen parte de él, estarán alambrados al equipo unitario como se indica en 700-9 y por uno de los métodos indicados en el Capítulo 3.

***Excepción:*** *En un área separada y sin divisiones, con un mínimo de tres circuitos de alumbrado normal, se permite instalar un circuito derivado separado para equipo unitario, si éste se origina desde el mismo panel de alumbrado y control y está provisto de un dispositivo de bloqueo.*

**D. Circuitos de emergencia para alumbrado y fuerza**

**700-15. Cargas en circuitos derivados de emergencia.** Los circuitos de alumbrado de emergencia no deben alimentar aparatos eléctricos ni lámparas que no sean los especificados como necesarios para su utilización en estos servicios.

**700-16. Alumbrado de emergencia.** El alumbrado de emergencia debe incluir las rutas de evacuación, avisos de salida y otras áreas o avisos considerados como necesarios.

Los sistemas de alumbrado de emergencia deben ser diseñados e instalados de forma que la falla de un elemento cualquiera, como es el caso de una lámpara fundida, no deje en total oscuridad al área asignada.

En sistemas de alumbrado con lámparas de descarga de alta intensidad, como de vapor de sodio, vapor de mercurio y aditivos metálicos, de alta y baja presión, que constituyen la única fuente de alumbrado normal, el sistema de alumbrado de emergencia debe estar diseñado para que funcione por un tiempo adicional, hasta que el alumbrado normal se restaure.

***Excepción:*** *Cuando otros medios alternativos aseguren que el nivel de luminosidad de emergencia se mantiene mientras se restaura el sistema normal.*

**700-17. Circuitos para alumbrado de emergencia.** Los circuitos derivados de alumbrado de emergencia deben ser instalados de forma que reciban el suministro de una fuente de energía, como se indica en 700-12, cuando se interrumpe el suministro de alumbrado normal. El suministro se debe obtener por alguno de los medios siguientes: (1) de una fuente de energía independiente del sistema general de alumbrado, provista con el equipo necesario para la transferencia automática, cuando falle el suministro normal, o (2) dos o más sistemas separados y completos con fuentes de suministro independientes. Cada uno con capacidad suficiente para proporcionar energía al sistema de alumbrado de emergencia y provistos con el equipo necesario para la transferencia automática de la carga de emergencia a un sistema, cuando falle el otro. Se permite que uno o ambos sistemas alimenten al de alumbrado normal, si cumplen con los requisitos de otras Secciones de este Artículo que les sean aplicables.

**700-18. Circuitos para energía de emergencia.** Los circuitos derivados que alimenten equipo clasificado como de emergencia, deben contar con una fuente de alimentación a la cual será transferida la carga automáticamente cuando falle el suministro normal.

### E. Control de los circuitos del alumbrado de emergencia

**700-20. Requisitos para los desconectadores.** Los desconectadores instalados en los circuitos de alumbrado de emergencia se deben disponer de forma tal que solamente personas autorizadas tengan acceso al control de este sistema.

***Excepción 1:*** *Cuando dos o más desconectadores de una vía estén conectados en paralelo para controlar un solo circuito, por lo menos uno de estos desconectadores debe ser accesible solamente a personas autorizadas.*

***Excepción 2:*** *Se permiten desconectadores adicionales que puedan solamente encender lámparas de emergencia, pero no apagarlas.*

No se deben instalar desconectadores conectados en serie ni de tres o cuatro vías.

**700-21. Localización de los desconectadores.** Todos los desconectadores manuales que controlen circuitos de emergencia, deben estar ubicados en lugares accesibles a las personas autorizadas responsables de su control. En lugares de reunión, como es el caso de un teatro, se debe ubicar un desconectador en el vestíbulo para controlar el sistema de alumbrado de emergencia, o en un lugar accesible a ellos.

No se permite colocar un desconectador de control para alumbrado de emergencia de un teatro, cine o lugar de reunión, dentro de una cabina de proyección, escenario o plataforma.

***Excepción:*** *Cuando se provean desconectadores múltiples, se permite que uno de ellos esté ubicado en lugares dispuestos de forma que solamente puedan energizar al circuito, pero no lo puedan desenergizar.*

**700-22. Alumbrado exterior.** Para el alumbrado exterior de un edificio que no se requiera para iluminar cuando hay suficiente luz natural, se permite que sea controlado por medio de un dispositivo automático activado por falta de luz natural, aprobado para este propósito.

### F. Protección contra sobrecorriente

**700-25. Accesibilidad.** Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados de emergencia, deben ser accesibles solamente a personas calificadas.

> **NOTA:** Los interruptores automáticos y los fusibles para la protección contra sobrecorriente de circuitos de emergencia, aumentan la confiabilidad del sistema cuando están coordinados para asegurar la separación selectiva de las corrientes eléctricas de falla.

**700-26. Protección de falla a tierra del equipo.** La fuente alterna de los sistemas de emergencia no requiere protección de falla a tierra del equipo con medios de desconexión automática. Debe instalarse un dispositivo indicador de falla a tierra, según lo establecido en 700-7 (d) para la fuente de emergencia.

## ARTÍCULO 701 - SISTEMAS DE RESERVA REQUERIDOS LEGALMENTE

### A. Disposiciones generales

**701-1. Alcance.** Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación, operación y mantenimiento de sistemas de reserva requeridos legalmente, constituidos por circuitos y equipos destinados a alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para iluminación o fuerza cuando es interrumpido el suministro normal de energía eléctrica.

Los sistemas a que se refiere este Artículo son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, incluyendo la fuerza motriz.

**701-2. Sistemas de reserva requeridos legalmente.** Los sistemas de reserva requeridos legalmente son aquellos exigidos por leyes, reglamentos y otros ordenamientos, y tienen por objeto suministrar automáticamente energía a cargas seleccionadas (exceptuando las de emergencia), en el caso de falla del suministro normal.

**NOTA:** Los sistemas de reserva requeridos legalmente, son típicamente instalados para servir cargas tales como: sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones, sistemas de ventilación y extracción de humo, sistemas de drenaje, sistemas de alumbrado y procesos industriales, que en el caso de falla del suministro normal de energía eléctrica, pueden ocasionar peligros o dificultar las operaciones de extinción de incendios y de rescate.

**701-3. Aplicación de otros Artículos.** A excepción de lo modificado en este Artículo, los sistemas de reserva requeridos legalmente deben cumplir con otras disposiciones de esta NOM, que les sean aplicables.

**701-4. Aprobación de equipo.** Todo equipo instalado en estos sistemas debe estar aprobado para este uso específico.

**701-5. Pruebas y mantenimiento para sistemas de reserva requeridos legalmente**

**a) Verificación del sistema.** Se debe efectuar una prueba del sistema completo al ser instalado.

**b) Pruebas periódicas.** Los sistemas se deben probar periódicamente por el usuario, con objeto de asegurar que los trabajos de mantenimiento son los adecuados para mantener las condiciones apropiadas de funcionamiento.

**c) Mantenimiento de sistemas de baterías.** Los sistemas de baterías, incluyendo los acumuladores utilizados para el arranque, control o ignición de máquinas auxiliares, deben tener mantenimiento periódico.

**d) Registros escritos o bitácora.** El usuario deberá llevar un registro escrito o bitácora de las pruebas y del mantenimiento.

**e) Pruebas con carga.** Se deben proveer los medios necesarios para probar en condiciones de carga máxima los sistemas de reserva requeridos legalmente.

**701-6. Capacidad nominal.** Un sistema de reserva legalmente requerido debe tener la capacidad nominal adecuada para la operación simultánea con todas las cargas. Los equipos del sistema deben ser adecuados para soportar la corriente eléctrica máxima de falla disponible en sus terminales.

Se permite que una fuente alterna alimente las cargas del sistema de reserva legalmente requerido y las del de reserva opcional, si se provee de un sistema automático de toma y desconexión de carga según se necesite, dando preferencia al sistema de reserva legalmente requerido.

**701-7. Equipo de transferencia.** El equipo de transferencia debe ser automático y aprobado e identificado para este uso. Debe ser diseñado e instalado para prevenir la conexión accidental de la alimentación normal y la fuente de emergencia, por medio de bloqueo mecánico. Véase 230-83.

Se permite el uso de medios de desvío para separar el equipo de transferencia. Cuando se usen estos medios, se debe evitar el funcionamiento involuntario en paralelo.

**701-8. Señalización.** Donde sea práctico, se deben proveer dispositivos de señales audibles y visuales, para los siguientes propósitos:

**a) De avería.** Para indicar avería de la fuente de emergencia.

**b) De operación.** Para indicar que la batería o el generador están funcionando.

**c) De no-operación.** Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

**701-9. Rótulos**

**a) Fuentes de reserva.** Se debe colocar un rótulo en el equipo de entrada de la acometida, que indique el tipo y la localización de las fuentes de reserva ubicadas en el lugar.

**b) Puesta a tierra.** Donde el conductor puesto a tierra del circuito conectado a la fuente de reserva se conecte al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de la fuente, debe haber un rótulo en el lugar de la ubicación de la puesta a tierra que identifique a todas las fuentes normales, de reserva y de emergencia conectadas en ese lugar.

***Excepción:*** *no se requiere un rótulo para equipos unitarios como los especificados en 701-11(f)*

**B. Alambrado de circuitos**

**701-10. Alambrado de los sistemas de reserva requeridos legalmente.** Se permite que el alambrado de los sistemas de reserva requeridos legalmente ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes del sistema normal.

**C. Fuentes de alimentación**

**701-11. Sistemas de reserva requeridos legalmente.** El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado o la energía del sistema de reserva legalmente requerido, estén disponibles dentro del tiempo necesario para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 60 segundos. El sistema de suministro para los sistemas de reserva requeridos legalmente, adicional a los servicios normales del edificio, puede comprender uno o más de los tipos señalados en (a) hasta (e) siguientes. El equipo unitario que esté de acuerdo con lo indicado en 701-11(f) satisface los requisitos de ese Artículo.

En la selección de la fuente de energía para sistemas de emergencia requeridos legalmente, debe tenerse en cuenta la clase de servicio que se necesite, y si éste es de corta o larga duración.

Deben tomarse las precauciones necesarias en el diseño y la localización del equipo, para reducir los riesgos de la falla total del sistema debidos a inundaciones, incendios o vandalismo.

**NOTA:** La asignación del grado de confiabilidad del sistema de reserva requerido legalmente depende de una cuidadosa evaluación de las variables de cada instalación en particular.

**a) Baterías.** Las baterías instaladas como fuente de alimentación para sistemas de reserva requeridos legalmente, deben ser de régimen y capacidad adecuados para suministrar y mantener la carga total durante un periodo de por lo menos una hora y media, sin que la tensión eléctrica aplicada a la carga caiga por debajo de 87,5% de lo normal.

Las baterías, ya sean de tipo ácido o alcalino, deben estar diseñadas y construidas para servicio de emergencia y ser compatibles con el tipo de cargador de la instalación en particular.

Para las baterías que no requieren mantenimiento, el envase no necesita ser transparente. Las baterías de tipo plomo-ácido que necesitan la adición periódica de agua, deben estar provistas de envases transparentes o translúcidos. No se deben utilizar baterías de uso automotriz.

Se debe proveer un medio de carga automática de las baterías.

**b) Grupo generador**

**1)** El grupo generador debe ser aprobado, y su capacidad debe estar de acuerdo con lo señalado en 701-6. Se deben proveer medios necesarios para el arranque automático de la fuerza motriz cuando falle el servicio normal y para la transferencia y operación automática de todos los circuitos eléctricos requeridos. Se debe proveer un dispositivo con ajuste mínimo de tiempo de 15 minutos para impedir la retransferencia en caso de restablecimiento, en un corto tiempo, del suministro normal.

**2)** Donde se use como fuerza motriz un motor de combustión interna, debe proveerse en el sitio la cantidad suficiente de combustible para el funcionamiento del sistema por un lapso no-menor de dos horas a plena carga.

**3)** La fuerza motriz no debe depender exclusivamente del servicio público para su alimentación de combustible, o de la fuente de agua municipal para el enfriamiento del sistema. Se deben proveer medios para transferir automáticamente de un suministro de combustible a otro, cuando se use doble alimentación.

***Excepción:*** *Se permite el uso de combustible del servicio público que no esté en el sitio, cuando exista una baja probabilidad de falla simultánea del combustible suministrado externamente y el suministro normal de energía eléctrica.*

**4)** Cuando una batería se usa para energizar sistemas de control o señalización, o como medio de arranque de la fuerza motriz, ésta debe ser adecuada para el uso, y estar equipada con medios de carga automáticos independientes del grupo del generador.

**c) Fuente de energía ininterrumpible.** Las fuentes de alimentación ininterrumpible usadas para suministrar energía a sistemas de reserva requeridos legalmente, deben cumplir con lo establecido en 701-11 (a) y (b).

**d) Acometida separada.** Donde sea aceptado por la empresa suministradora, se permite una segunda acometida eléctrica para uso de emergencia. Esta acometida puede ser aérea o subterránea, y deberá cumplir con lo establecido en el Artículo 230, con diferente bajada de acometida o estar suficientemente separada, tanto eléctrica como físicamente de la acometida del servicio normal, con el objeto de disminuir la posibilidad de una interrupción simultánea del suministro.

**e) Conexión antes de los medios de desconexión a la acometida.** Donde sea aceptado por la empresa suministradora, se permiten las conexiones antes, pero no dentro, de los medios de desconexión de la acometida normal. La acometida del sistema de reserva legalmente requerido debe estar suficientemente separada de los medios de desconexión de la acometida normal, para evitar la interrupción simultánea del suministro, debida a una falla dentro del edificio o grupos de edificios servidos.

**NOTA:** Véase 230-82, que se refiere a equipo permitido en el lado de acometida de los medios de desconexión.

**f) Equipo unitario.** El equipo unitario para alumbrado de los sistemas de reserva requeridos legalmente debe incluir: 1) una batería recargable; 2) los medios para la carga de la batería; 3) la instalación para una o más lámparas montadas en el equipo y, opcionalmente, terminales para lámparas remotas y 4) un relé para energizar automáticamente a las lámparas, al fallar el suministro normal. La batería debe ser de características nominales y capacidad suficiente para alimentar y mantener a no-menos del 87,5% de la tensión eléctrica nominal de la batería, la carga total de lámparas asociadas a la unidad, durante un periodo mínimo de una hora y media, o deben alimentar y mantener a no-menos de 60% la iluminancia inicial, por un periodo no-menor de una hora y media. Las baterías del tipo ácido o alcalino deben diseñarse y fabricarse para servicio de emergencia.

El equipo unitario debe instalarse permanentemente en su lugar (no-portátiles), y todo el alambrado a cada unidad debe estar de acuerdo con los requisitos de alguno de los métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3. Las conexiones con cordón flexible y clavija pueden usarse, siempre que la longitud del cordón no sea mayor a 1 m. El circuito derivado que alimenta al equipo unitario debe ser el mismo circuito derivado que alimenta al alumbrado normal del área y debe estar conectado antes de cualquier desconectador local. Las luminarias que reciban su alimentación de un equipo unitario y que no formen parte de él, estarán alambradas al equipo unitario por uno de los métodos indicados en el Capítulo 3.

***Excepción:*** *En una zona independiente y continua que tenga como mínimo tres circuitos de alumbrado normal, se permite instalar un circuito independiente para equipo unitario que inicie en el mismo panel de alumbrado y control que los circuitos normales de alumbrado y que tenga un mecanismo de seguridad.*

**D. Protección contra sobrecorriente**

**701-15. Accesibilidad.** Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados de reserva requeridos legalmente, deben ser accesibles únicamente a personas calificadas.

**701-17. Protección de falla a tierra del equipo.** La fuente alterna de los sistemas de reserva requeridos legalmente, no requiere protección de falla a tierra del equipo.

## ARTÍCULO 702 - SISTEMAS DE RESERVA OPCIONALES

### A. Disposiciones generales

**702-1. Alcance**. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación y operación de los sistemas de reserva opcionales.

Los sistemas a que se refiere este Artículo son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, incluyendo la fuerza motriz.

**702-2. Sistemas de reserva opcionales.** Los sistemas de reserva opcionales tienen por objeto proteger negocios o propiedades privadas, donde la seguridad de la vida de las personas no depende del funcionamiento de estos sistemas. Se instalan para abastecer en sitio cargas seleccionadas en forma manual o automática.

> **NOTA:** Los sistemas de reserva opcionales se instalan típicamente para proveer una fuente alterna de energía en instalaciones tales como: edificios comerciales, edificios industriales, granjas y residencias, así como para abastecer cargas de sistemas de calefacción, refrigeración, sistemas de procesamiento de datos, comunicaciones y procesos industriales; en los cuales una falla del suministro normal de energía eléctrica puede ocasionar incomodidad, interrupción de un proceso, daños a productos, o situaciones similares.

**702-3. Aplicación de otros Artículos.** A excepción de lo modificado en este Artículo, los sistemas de reserva opcionales deben cumplir con otras disposiciones de esta NOM, que les sean aplicables.

**702-4. Aprobación del equipo.** Todo equipo instalado en estos sistemas debe estar aprobado para este uso específico.

**702-5. Capacidad nominal.** Un sistema de reserva legalmente requerido debe tener la capacidad nominal adecuada para la operación simultánea con todas las cargas. El equipo del sistema debe ser adecuado para soportar la corriente eléctrica máxima de falla disponible en sus terminales.

**702-6. Equipo de transferencia.** El equipo de transferencia debe ser diseñado e instalado para prevenir la conexión accidental de la alimentación normal y la fuente alterna.

Se permite que el equipo de transferencia conectado después del dispositivo de protección del circuito derivado, contenga otros dispositivos suplementarios de protección contra sobrecorriente, con corriente de interrupción suficiente para soportar la corriente eléctrica máxima de falla disponible en las terminales de generador.

**702-7. Señalización.** Donde sea necesario, se debe proveer de dispositivos de señalización audibles y visuales, para los siguientes propósitos:

**a) De avería.** Para indicar avería de la fuente de emergencia.

**b) De operación.** Para indicar que el generador está funcionando.

**702-8 Rótulos**

**a) Fuentes de reserva.** Se debe colocar un rótulo en el equipo de entrada de la acometida, que indique el tipo y la localización de las fuentes de reserva ubicadas en el lugar.

***Excepción:*** *No es necesario instalar rótulos en equipo unitario de alumbrado de reserva.*

**b) Puesta a tierra.** Donde el conductor puesto a tierra del circuito conectado a la fuente de reserva se conecte al conductor del electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de la fuente, debe haber un rótulo que identifique a todas las fuentes normales, de reserva y de emergencia conectadas en ese lugar.

### B. Alambrado de circuitos

**702-9 Alambrado de los sistemas de reserva opcionales.** Se permite que el alambrado de los sistemas de reserva opcionales ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes del sistema normal.

## ARTÍCULO 705 - FUENTES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA INTERCONECTADA

**705-1. Alcance.** Este Artículo cubre la instalación de una o más fuentes de energía eléctrica que operan en paralelo con una o más fuentes primarias de electricidad.

> **NOTA:** La fuente primaria puede ser del servicio público o particular. Véase a este respecto la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento.

**705-2. Definición.** Para los propósitos de este Artículo, se aplica la siguiente definición:

**Sistema Interactivo:** Es un sistema de producción de energía eléctrica capaz de operar en paralelo con una fuente primaria de suministro para proporcionar energía eléctrica.

**705-3. Otros artículos.** Las fuentes de producción de energía eléctrica interconectada deben cumplir con este Artículo y también con los requisitos aplicables de los siguientes artículos:

| Concepto | Artículo |
|---|---|
| Generadores | 445 |
| Sistemas solares fotovoltaicos | 690 |
| Sistemas de emergencia | 700 |
| Sistemas de reserva requeridos legalmente | 701 |

**705-10. Directorio.** Se debe instalar una placa permanente o guía en cada equipo de acometida, y en los lugares donde se localizan todas las fuentes de producción de energía eléctrica capaces de ser interconectadas, indicando todas las fuentes de energía eléctrica en las instalaciones.

***Excepción:*** *Se permite que las instalaciones con gran número de fuentes de energía sean designadas por grupos.*

**705-12. Punto de interconexión.** Las salidas de los sistemas de producción de energía eléctrica deben ser interconectadas en los medios de desconexión de acometida de las instalaciones. Véase la Excepción 6 de 230-82.

***Excepción 1:*** *Las salidas pueden ser interconectadas en cualquier otro punto o donde el sistema esté calificado como un sistema eléctrico integrado e incorpore equipo de protección de acuerdo con todas las secciones aplicables del Artículo 685.*

***Excepción 2:*** *Las salidas pueden ser interconectadas en cualquier otro punto, si se reúnen las condiciones siguientes:*

***a.*** *El conjunto de fuentes de energía eléctrica que no son de servicio público y tienen una capacidad que excede 100 kW, o la acometida es de más de 1000 V.*

***b.*** *Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas darán servicio y operarán el sistema.*

***c.*** *Se establezcan y mantengan resguardos y equipos de protección.*

**705-14. Características de salida.** La salida de un generador o de otra fuente de producción 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 necesariamente significa igualar la forma de la onda de la fuente primaria.

**705-16. Capacidad de aguante a las corrientes de falla y corriente nominal de interrupción.** Se debe considerar la contribución de las corrientes eléctricas de falla de todas las fuentes de energía interconectadas para la capacidad de aguante a las corrientes de falla y corriente nominal de interrupción del equipo en sistemas interactivos.

**705-20. Medios de desconexión de las fuentes.** Deben proveerse medios para desconectar todos los conductores sin puesta a tierra de una fuente, o fuentes de producción de energía eléctrica de todos los otros conductores. Véase el Artículo 230.

**705-21. Medios de desconexión de equipo.** Deben proveerse medios para desconectar el equipo, tales como inversores o transformadores asociados con una fuente de producción de energía, de todos los conductores sin puesta a tierra de todas las fuentes de alimentación.

***Excepción:*** *El equipo destinado para ser operado y mantenido como una parte integral de una fuente de producción de energía que exceda de 1000 V.*

**705-22. Dispositivo de desconexión.** Los medios de desconexión para conductores de fase debe consistir en uno o más desconectadores manuales, o de operación eléctrica, o en uno o más interruptores automáticos:

**1)** Situados donde puedan ser operados.

**2)** Que puedan ser operables desde afuera sin exponer al operador a contacto con las partes vivas, y si son de operación eléctrica, que sean de un tipo que pueda ser abierto en forma manual en caso de falla en el suministro de energía.

**3)** Que indique claramente si está en la posición de abierto o cerrado.

**4)** Que tengan capacidades nominales no-menores a la carga conectada y a la corriente eléctrica de falla que va a ser interrumpida.

Para equipo de desconexión energizado desde ambos lados, debe proveerse una marca que indique que todos los contactos del equipo de desconexión pueden estar energizados.

**NOTA 1:** En sistemas de generación en paralelo puede ocurrir que algunos equipos, estén energizados en ambas direcciones incluyendo desconectadores de cuchillas (véase 240-40).

**NOTA 2:** La conexión a una fuente primaria fuera del local, puede requerir un medio de desconexión visible y verificable.

**705-30. Protección contra sobrecorriente.** Los conductores deben estar protegidos según el Artículo 240. La protección contra sobrecorriente del equipo debe estar de acuerdo con lo indicado en otros Artículos a que hace referencia el Artículo 240. Los conductores y el equipo conectado a más de una fuente de energía eléctrica, deben tener un número suficiente de dispositivos de protección contra sobrecorriente, ubicados de forma que proporcionen protección desde todas las fuentes.

**1)** Los generadores deberán protegerse de acuerdo con lo establecido en 445-4.

**2)** Los sistemas solares fotovoltaicos deben estar protegidos de acuerdo con lo establecido en el Artículo 690.

**3)** Debe proveerse protección contra sobrecorriente para un transformador con una o varias fuentes en cada lado, de acuerdo con lo indicado en 450-3, tomando en cuenta primero un lado del transformador, y luego el otro lado como el primario.

**705-32. Protección contra falla a tierra.** Cuando se use protección contra falla a tierra, la salida de un sistema interactivo debe conectarse en el lado de la alimentación del dispositivo de protección contra falla a tierra.

***Excepción:*** *Se permitirá hacer la conexión en el lado de la carga del dispositivo de protección contra falla a tierra, siempre que haya protección de falla a tierra para equipo, en todas las fuentes de corriente eléctrica de falla a tierra.*

**705-40. Pérdida de la fuente primaria.** Cuando haya pérdida de la fuente primaria, se debe desconectar automáticamente de la fuente de primaria, a todos los conductores de fase de la fuente de producción y no deben ser reconectados hasta que la fuente primaria se restaure.

**NOTA 1:** Sería peligroso para el personal y para el equipo asociado con la fuente primaria, si la fuente de producción interactiva operara en forma aislada. Se puede requerir de métodos especiales para detectar la interrupción de la fuente primaria y efectuar la desconexión en forma automática y, posteriormente, cuando se restaure el sistema, evitar la reconexión fuera de fase.

**NOTA 2:** Los generadores de inducción con capacitancia significativa pueden llegar a autoexcitarse con la pérdida de la fuente primaria, originando severas sobretensiones eléctricas.

**705-42. Interconexiones desbalanceadas.** Una fuente de producción de energía eléctrica de tres fases, debe desconectarse automáticamente de todos los conductores de fase de sistemas interconectados, cuando una de las fases de esa fuente se abra.

***Excepción:*** *Una fuente de producción de energía eléctrica que provea energía para un sistema de emergencia o sistema de reserva legalmente requerido.*

**705-43. Generadores síncronos.** Los generadores síncronos operando en un sistema paralelo, deben estar provistos del equipo necesario para establecer y mantener la condición de sincronismo.

**705-50. Puesta a tierra.** Las fuentes de producción de energía eléctrica interconectadas, deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

***Excepción:*** *Se permite que los sistemas de c.c., conectados a través de un inversor a la acometida con conductor de puesta a tierra, utilicen otros métodos equivalentes, si el equipo está aprobado para este uso.*

## ARTÍCULO 709 ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN EN LUGARES DE REUNIÓN

**709-1. Alcance.** Los requisitos de este Artículo se aplican a los sistemas de emergencia para alumbrado y señalización en lugares de reunión (véase el Artículo 518), y tienen por objeto asegurar, aun faltando el alumbrado normal, la iluminancia y señalización necesarias para una eventual evacuación del público. Este tipo de alumbrado se instala en salones, puertas, pasillos, escaleras, accesos y salidas, para proporcionar vías de escape seguras del público hacia el exterior.

**709-2. Clasificación.** Según la aplicación específica, este tipo de alumbrado puede ser:

**a) Alumbrado de evacuación.** El alumbrado de evacuación tiene por objeto proporcionar el nivel de iluminancia mínimo necesario en locales y rutas de evacuación, para permitir la salida fácil y segura del público hacia el exterior.

Los circuitos de esta parte del sistema deben ser alimentados únicamente por fuentes propias de energía sean o no exclusivas para dicho alumbrado, y no por fuente de suministro exterior. Cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por equipo autónomo similar, se permite utilizar un suministro exterior para su carga.

El alumbrado de evacuación debe entrar en funcionamiento automáticamente al fallar el alumbrado normal, y mantenerse durante un tiempo mínimo de una hora.

**b) Alumbrado de señalización.** El alumbrado de señalización es aquel que se instala para señalar de modo permanente y continuo la ubicación de puertas, pasillos, escaleras, salidas y señalamientos de la ruta de evacuación, durante todo el tiempo en que los locales permanezcan con personas, debiendo proporcionar en el eje de la ruta de evacuación un nivel mínimo de iluminancia de 1 lx, en ausencia de cualquier otra fuente luminosa.

Los circuitos de alumbrado de señalización deben estar alimentados al menos por dos fuentes independientes de suministro, ya sean del sistema normal, de la fuente propia o de la batería integrada en un equipo unitario.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle o su tensión eléctrica baje a menos de 70% de su valor nominal, la alimentación debe pasar automáticamente al segundo suministro.

**c) Alumbrado de reemplazamiento.** El alumbrado de reemplazamiento tiene por objeto permitir la continuación normal de todo el alumbrado durante un tiempo mínimo de dos horas, y debe ser alimentado obligatoriamente por fuentes propias de energía y no por ningún suministro exterior. Si la fuente propia de energía está constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos similares, se permite utilizar un suministro exterior para su carga.

**709-3. Locales que deben ser provistos de alumbrado especial de emergencia**

**a) Con alumbrado de evacuación.** Todos los lugares de reunión que puedan albergar a más de 100 personas, así como locales de espectáculos y lugares de cuidado de la salud.

**b) Con alumbrado de señalización.** Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, áreas para cuidado de la salud, y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones del público, en horas o lugares en que el alumbrado natural no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales la iluminancia mínima de 1 lx.

**c) Con alumbrado de reemplazamiento.** En áreas para el cuidado de la salud: únicamente en quirófanos, salas de expulsión, salas de curación y unidades de vigilancia intensiva.

**709-4. Referencia a otros artículos.** Las siguientes secciones del Artículo 700 (sistemas de emergencia) complementan este Artículo en las Partes que les sean aplicables:

| | |
|---|---|
| Aprobación del equipo | 700-3 |
| Pruebas y mantenimiento | 700-4 |
| Capacidad del sistema | 700-5 |
| Equipo de transferencia | 700-6 |
| Señalización | 700-7 |
| Avisos | 700-8 |
| Alambrado de circuitos | 700-9 |
| Fuentes de energía | 700-12 |
| Alumbrado de emergencia | 700-16 |
| Circuitos para alumbrado de emergencia | 700-17 |
| Requisitos para los interruptores | 700-20 |
| Ubicación de los interruptores | 700-21 |
| Protección contra sobrecorriente | 700-25 |
| Protección contra falla a tierra | 700-26 |

**709-5. Instrucciones complementarias.** Se deben aplicar además las siguientes instrucciones complementarias:

**a)** Para este sistema de alumbrado, se deben emplear únicamente lámparas incandescentes o fluorescentes.

**b)** Los circuitos derivados deben ser de capacidad nominal no-mayor a 15 A, y no deben alimentar a más de doce dispositivos.

**c)** La distribución de los circuitos y dispositivos debe ser tal que en el caso de falla de una fase, no se afecte a más de la tercera parte del total de lámparas o señales instaladas en forma alternada en el eje de la ruta de evacuación.

**d)** Los tableros de distribución se deben instalar en locales a los que no tenga acceso el público y separados de otros locales donde exista un peligro de incendio o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, aparadores, etc.). Cerca del tablero se debe colocar una placa con indicación del circuito a que pertenece cada uno de los interruptores de los circuitos derivados.

**e)** El local que aloja a los interruptores principales y tableros del sistema eléctrico, contará con su propio sistema de alumbrado de emergencia o deberá estar conectado a un circuito de este sistema, según convenga.

**f)** Los conductores portadores de corriente eléctrica deben estar aislados para una tensión eléctrica nominal no-inferior a 600 V, con aislamiento no-propagador de la flama, de baja emisión de humos y de baja toxicidad.

**g)** En áreas de cuidado de la salud, grandes hoteles, locales de espectáculos de gran capacidad, estaciones de pasajeros, estacionamientos subterráneos, aeropuertos y establecimientos comerciales con gran afluencia de público, las fuentes propias de energía deben poder suministrar además de los tipos de alumbrado aquí mencionados, la energía necesaria para atender otros servicios urgentes o indispensables.

## ARTÍCULO 710 - INSTALACIONES CON TENSIONES ELÉCTRICAS NOMINALES MAYORES A 600 V

### A. Disposiciones generales

**710-1. Alcance**. Este Artículo cubre los requisitos generales para todos los circuitos y equipo que operan a más de 600 V nominales.

**710-2. Definición**. Para los propósitos de este Artículo, el término "Alta Tensión eléctrica" se aplica a tensiones eléctricas de operación mayores a 600 V nominales.

**710-3 Otros Artículos.** Las disposiciones aplicables a tipos específicos de instalación están comprendidas en los siguientes Artículos:

| Concepto | Artículo |
|---|---|
| Acometidas | 230 |
| Alimentadores y derivados exteriores | 225 |
| Anuncios luminosos y alumbrado de realce | 600 |
| Apartarrayos | 280 |
| Cajas de registro y dispositivos de empalme | 370 |
| Capacitores | 460 |
| Conductores para alambrado en general | 310 |
| Ductos con barras (electroductos) | 364 |
| Cordones y cables flexibles | 400 |
| Definiciones | 100 |
| Luminarias, portalámparas, lámparas y receptáculos | 410 |
| Métodos de alambrado | 300 |
| Motores, circuitos de motores y sus controladores | 430 |
| Protección contra sobrecorriente | 240 |
| Puesta a tierra | 250 |
| Requisitos de instalaciones eléctricas | 110 |
| Resistencias y reactores | 470 |

| | |
|---|---|
| Soportes tipo charola para cables | 318 |
| Transformadores y bóvedas de transformadores | 450 |

**710-4. Métodos de alambrado**

**a) Conductores por encima del nivel del piso.** Los conductores para instalaciones sobre el nivel del piso, deben ser instalados en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado, tubo *(conduit)* no-metálico rígido, soporte para cables tipo charola, ductos con barras (electroducto), ducto con cables, y en otras canalizaciones adecuadas o en trayectorias abiertas de cable con gabinete metálico adecuado para ese uso.

En sitios accesibles únicamente a personal calificado, pueden usarse cables Tipo MV en trayectorias abiertas, conductores desnudos o barras desnudas.

**b) Conductores en instalaciones subterráneas.** Los conductores en instalaciones subterráneas deben estar identificados para la tensión eléctrica y para las condiciones en las que se instalen.

Los cables directamente enterrados deben cumplir con las disposiciones indicadas en 310-7. En vía pública no se permite el uso de cables directamente enterrados (véase los Artículos 311 y 711).

Los cables subterráneos pueden instalarse directamente enterrados o dentro de canalizaciones adecuadas para ese uso, y deben cumplir con las especificaciones de profundidad indicadas en la Tabla 710-4(b).

Los cables sin pantalla pueden instalarse en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado o en tubo *(conduit)* no metálico rígido embebido en concreto con espesor no-menor de 76 mm.

***Excepción 1:*** *Cables Tipo MC con conductores sin pantalla, donde la cubierta metálica sea puesta a tierra en forma efectiva cumpliendo con los requisitos establecidos en 250-51.*

***Excepción 2:*** *Cables con cubierta de plomo con conductores sin pantalla, donde la cubierta de plomo sea puesta a tierra en forma efectiva cumpliendo con los requisitos de establecidos en 250-51.*

**Tabla 710-4(b). Profundidad mínima de enterrado (mm)***

| Tensión eléctrica Del Circuito | Cables Directamente Enterrados** | Tubo (conduit) no-metálico | Tubo (conduit) metálico |
|---|---|---|---|
| Más de 600V a 22 kV | 750 | 450 | 150 |
| Más de 22 kV a 40 kV | 900 | 600 | 150 |
| Más de 40 kV | 1100 | 750 | 150 |

*La profundidad mínima es la distancia en mm más corta medida desde un punto en la superficie superior de cualquier conductor directamente enterrado, cable, tubo *(conduit)*, u otra canalización hasta la superficie exterior del piso terminado, concreto o recubrimiento similar.

**Aprobados y listados como adecuados para enterrarse directamente sin estar embebidos. Todos los demás sistemas no-metálicos requieren una protección de 50 mm de espesor de concreto o un material equivalente sobre el tubo *(conduit),* además de la profundidad indicada en la Tabla.

***Excepción 1:*** *En áreas sujetas a tráfico de vehículos, tales como casetas de cobro o áreas de estacionamientos comerciales, se debe enterrar como mínimo a una profundidad de 60 cm.*

***Excepción 2:*** *La profundidad mínima para enterrar otras canalizaciones diferentes del tubo (conduit) metálico tipo pesado y semipesado, puede reducirse 15 cm, por cada 50 mm de protección de concreto o material equivalente, colocado en la trinchera sobre la instalación subterránea.*

***Excepción 3:*** *Los requerimientos de profundidad mínima no se aplican a tubo (conduit) u otras canalizaciones situadas bajo un edificio o una placa exterior de concreto de un espesor no-menor de 100 mm, y que se extienda más allá de la instalación subterránea por lo menos 150 mm. Se debe poner una cinta con un letrero de advertencia u otro método adecuado sobre la instalación subterránea para avisar la existencia de ésta.*

***Excepción 4:*** *Se permiten profundidades menores cuando los cables y conductores suben a las cajas de terminales o empalmes, o cuando se requiere el acceso por alguna otra razón.*

***Excepción 5:*** *En pistas de aeropuertos, incluyendo áreas adyacentes en las cuales el acceso está prohibido, se permite que los cables puedan ser enterrados sin canalización ni revestimiento de concreto o material equivalente, a profundidades no-menores a 45 cm.*

***Excepción 6:*** *Las canalizaciones instaladas en roca sólida pueden enterrarse a menor profundidad, siempre y cuando estén cubiertas con una capa de 50 mm de espesor de concreto, la cual debe extenderse sobre los bordes de la roca.*

**1) Protección contra daños.** Los conductores que salen del suelo deben ser encerrados dentro de canalizaciones aprobadas. Las canalizaciones instaladas en postes deben ser de tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado, de PVC cédula 80, u otra equivalente, y extenderse del nivel de piso especificado en la Tabla 710-4(b) hasta una altura de 2,5 m por encima del piso terminado. Los conductores que entren a un edificio deben ser protegidos por una envolvente o canalización aprobada, desde su salida del piso hasta el punto de entrada. Las envolventes metálicas deben ponerse a tierra.

**2) Empalmes.** Se permite que en los cables directamente enterrados se hagan empalmes o derivaciones sin emplear cajas de empalme, siempre y cuando se utilice materiales aprobados para esa aplicación. Los empalmes y derivaciones deberán ser herméticos al agua y estar protegidos contra daño mecánico. Para los cables con pantalla, ésta deberá ser continua a través de los empalmes o derivaciones.

***Excepción:*** *En los empalmes prefabricados de los sistemas de cables directamente enterrados de un solo conductor con separación entre fases, se permite cortar o traslapar los blindajes metálicos. En ambos casos se debe poner a tierra las dos partes del blindaje en un punto.*

**3) Relleno.** Para rellenar la excavación después de la instalación, no debe usarse materiales que contengan residuos de pavimento, escorias, materiales grandes o con bordes cortantes u otros materiales o substancias corrosivas que puedan dañar a las canalizaciones o a los cables o que impidan la compactación adecuada del relleno.

Para evitar daño físico a la canalización o al cable, éstos deben protegerse con material de relleno seleccionado de granulación uniforme, o con cubiertas adecuadas.

**4) Sellos para las canalizaciones.** Cuando una canalización entre a un edificio desde el sistema subterráneo, el extremo a la entrada del edificio deberá sellarse con un compuesto adecuado para evitar la entrada de humedad o gases, o debe estar dispuesta en tal forma que evite el contacto de la humedad con las partes vivas.

**c) Barras conductoras.** Se permiten tanto las barras de cobre como las de aluminio.

**710-5. Conductores con pantalla.** Los componentes metálicos y semiconductores de cables con pantalla, deben removerse en las terminales hasta una distancia que depende de la tensión eléctrica del circuito y del material del aislamiento. Deben proveerse medios para la reducción del esfuerzo eléctrico en todas las terminaciones de los cables con pantalla.

Deben ponerse a tierra los componentes metálicos de las pantallas como cintas, alambres o mallas, o combinaciones de ellos, así como sus elementos complementarios, conductores o semiconductores.

**710-6. Aislamiento blindado.** Los blindajes metálicos semiconductores de los cables blindados, se deben pelar hasta una distancia que resulte adecuada a la tensión eléctrica y aislamiento del circuito. En todas las terminales de los blindajes y pantallas de los cables se deben instalar elementos que eviten las tensiones mecánicas.

Los blindajes metálicos como mallas, trencillas o combinaciones y todos sus accesorios conductores o semiconductores, se deben poner a tierra.

**710-7. Puesta a tierra.** Las instalaciones y equipo se deben poner a tierra cumpliendo las disposiciones aplicables del Artículo 250.

**710-8. Protección mecánica o contra la humedad de cables con cubierta metálica**. Cuando los conductores de un cable salen de la cubierta metálica y se requiere protección contra la humedad o contra daño físico, el aislamiento de los conductores debe estar protegido por un dispositivo terminal apropiado.

**710-9. Protección del equipo de acometida, desconectadores en gabinete metálico y tableros de control industrial.** No debe haber cerca del sistema eléctrico tubos o ductos que no pertenezcan a la instalación eléctrica, y que requieran mantenimiento periódico, y cuya falla pueda poner en peligro la operación del equipo de acometida, desconectadores en gabinete metálico o tableros de control industrial. Deben proveerse protecciones para evitar daño producido por condensación, fugas o roturas en los tubos o ductos que no pertenecen al sistema eléctrico.

***Excepción:*** *No se consideran elementos extraños la tubería o instalaciones similares que pertenezcan al sistema de protección contra incendio del sistema eléctrico.*

**B. Disposiciones generales para equipos**

**710-11. Instalaciones en interiores.** Véase 110-31(a).

**710-12. Instalaciones en exteriores.** Véase 110-31(b).

**710-13. Equipo en envolventes metálicas.** Véase 110-31(c).

**710-14. Equipo en aceite.** La instalación de equipo eléctrico distinto de los transformadores y que contengan más de 40 L de aceite inflamable por unidad, deben cumplir con las partes B y C del Artículo 450.

**C. Disposiciones específicas para equipos**

**Nota:** Véanse también las referencias de 710-3, para las instalaciones de tipos específicos de instalaciones.

**710-20. Protección contra sobrecorriente.** Debe proveerse protección contra sobrecorriente en cada conductor activo (de fase) por medio de alguna de las siguientes formas:

**a) Relés de sobrecorriente y transformadores de corriente.** En circuitos trifásicos los interruptores de potencia utilizados para la protección contra sobrecorriente, deben tener como mínimo tres relés de sobrecorriente accionados por tres transformadores de corriente.

***Excepción 1:*** *En circuitos de tres fases, tres hilos, se permite que un relé de sobrecorriente en el circuito residual de los transformadores de corriente, reemplace a uno de los relés de fase.*

***Excepción 2:*** *Un relé de sobrecorriente accionado por un transformador de corriente que enlaza a todos los conductores de un circuito de tres fases, tres hilos, puede reemplazar al relé residual y a uno de los transformadores de corriente de los conductores de fase. Cuando el neutro no está puesto a tierra en el lado de la carga del circuito (como variación de lo permitido en 250-152(b)), se permite que el transformador de corriente enlace a los tres conductores de fase y al conductor puesto a tierra del circuito.*

**b) Fusibles.** Debe conectarse un fusible en serie con cada conductor de fase.

**710-21. Dispositivos de interrupción de circuitos**

**a) Interruptores de potencia**

**1)** En las instalaciones interiores, los interruptores de potencia deben ubicarse dentro de gabinetes metálicos o en celdas resistentes al fuego.

***Excepción:*** *Se permite el montaje abierto de interruptores automáticos en lugares que sean accesibles solamente a personas calificadas.*

**2)** Los interruptores de potencia utilizados para el control de transformadores en aceite deben estar situados fuera de la bóveda del transformador. Se permite que se instalen dentro de la bóveda, siempre y cuando se puedan operar desde el exterior.

**3)** Los interruptores de potencia automáticos en aceite deben ubicarse de forma tal que los materiales o estructuras adyacentes que sean fácilmente combustibles, estén protegidos de manera apropiada.

**4)** Los interruptores de potencia deben tener el siguiente equipo y características de operación:

**a.** Un medio mecánico accesible u otro medio aprobado para el accionamiento manual, independiente de cualquier otro medio de control.

**b.** Que no existan obstrucciones para el disparo.

**c.** Si el interruptor de potencia puede operarse energizado, la velocidad de apertura o cierre de los contactos principales debe ser independiente de la velocidad de la operación manual.

**d.** Un indicador de posición mecánica en el interruptor de potencia para mostrar la posición abierta o cerrada de los contactos principales.

**e.** En el caso de operación remota, un medio de indicación de la posición abierta o cerrada del interruptor de potencia en el(los) sitio(s) desde el(los) cual(es) pueda ser operado.

**f.** Una placa de datos legible y permanente, que muestre el nombre del fabricante o marca registrada, número de identificación o código del tipo según el fabricante, capacidad de corriente eléctrica nominal, corriente de interrupción en MVA o A y la tensión eléctrica máxima de operación. Cuando se realice una modificación al interruptor de potencia que modifique sus características nominales de operación, se debe hacer el cambio correspondiente en la placa de datos.

**5)** La capacidad de corriente eléctrica nominal en régimen continuo del interruptor de potencia, no debe ser menor que la corriente eléctrica máxima que circule en forma continua a través del interruptor de potencia.

**6)** La corriente de interrupción de un interruptor de potencia, no debe ser menor que la máxima corriente eléctrica de falla que deba interrumpir, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

**7)** La corriente de interrupción nominal de cierre de un interruptor de potencia, no debe ser menor que la corriente eléctrica de falla máxima asimétrica, en la cual el interruptor de potencia pueda ser cerrado.

**8)** La corriente de interrupción momentánea no debe ser menor que la máxima corriente eléctrica de falla asimétrica en el punto de su instalación.

**9)** La tensión eléctrica máxima nominal no debe ser menor que la tensión eléctrica máxima del circuito.

**b) Fusibles de potencia y portafusibles**

**1) Uso.** Cuando se empleen fusibles para proteger conductores y equipo, debe colocarse un fusible en cada conductor de fase. Se permite usar dos fusibles de potencia en paralelo para proteger la misma carga, si ambos tienen idéntica capacidad y si están instalados en un montaje común identificado con conexiones eléctricas, que dividan la corriente eléctrica en partes iguales.

Los fusibles de potencia ventilados no deben ser usados en interiores, en registros subterráneos o en envolventes metálicas, a menos que sean aprobados e identificados para tales usos.

**2) Corriente de interrupción.** La corriente de interrupción de los fusibles de potencia no debe ser menor a la máxima corriente eléctrica de falla que el fusible deba interrumpir, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

**3) Tensión eléctrica nominal.** La tensión eléctrica nominal de los fusibles de potencia no debe ser menor a la tensión eléctrica máxima del circuito. Los fusibles que tengan una tensión eléctrica de operación mínima recomendada no deben ser empleados en tensiones inferiores a ese valor.

**4) Identificación de las unidades fusibles y de sus montajes.** Las unidades fusibles y los montajes para fusibles, deben tener placas de identificación legibles y permanentes, mostrando el tipo o designación del fabricante, la capacidad de corriente eléctrica en régimen de operación continua, la corriente de interrupción y la tensión eléctricas máximas de operación.

**5) Fusibles.** Los fusibles que al abrir un circuito desprendan llamas, deben diseñarse o estar instalados de forma que su operación no represente peligro para las personas o propiedades.

**6) Portafusibles.** Los portafusibles deben estar diseñados o instalados de tal forma que queden desenergizados cuando se tenga que reemplazar un fusible.

***Excepción:*** *Cuando los fusibles y portafusibles estén diseñados para permitir el reemplazo de fusibles por personas calificadas, usando el equipo diseñado para ese propósito sin desenergizar el portafusible.*

**7) Fusibles de alta tensión eléctrica.** En equipo instalado en envolventes metálicas o en subestaciones que utilicen fusibles de alta tensión eléctrica se debe instalar un desconectador-separador de operación múltiple o un interruptor removible con fusibles como medio para aislar los fusibles de la fuente de alimentación. El

desconectador debe ser del tipo de operación con carga, a menos que esté mecánica o eléctricamente enlazado con otro dispositivo de operación con carga, que permita reducir la carga a la capacidad de operación del desconectador.

***Excepción:*** *Se permite usar más de un desconectador como medio de desconexión para un grupo de fusibles, cuando dichos desconectadores se instalan para proveer conexión a más de un grupo de conductores de alimentación. Los desconectadores deben tener un dispositivo de seguridad mecánico o eléctrico que permita el acceso a los fusibles solamente cuando todos los desconectadores estén abiertos. Se debe colocar un rótulo visible que diga:*

***"PRECAUCIÓN-LOS FUSIBLES PUEDEN ESTAR ENERGIZADOS DESDE MÁS DE UNA FUENTE".***

**c) Cortacircuitos de fusibles y eslabones fusibles tipo expulsión**

**1) Instalación.** Los cortacircuitos deben estar localizados de forma que su operación y el reemplazo de fusibles pueda efectuarse con facilidad, y la expulsión de gases de los fusibles no sea peligrosa para las personas. Los cortacircuitos de distribución no deben usarse en locales interiores o subterráneos, o en envolventes metálicas.

**2) Operación.** Cuando los cortacircuitos con fusibles no son apropiados para interrumpir el circuito manualmente con carga, debe instalarse un desconectador aprobado para abrir con carga. A menos que los cortacircuitos estén enlazados con el desconectador para evitar la apertura del cortacircuitos bajo carga, se debe colocar en éstos un rótulo que resalte claramente y en forma legible la inscripción

"CUIDADO - NO ABRIR CON CARGA".

**3) Corriente de interrupción.** La corriente de interrupción de los cortacircuitos de distribución, no debe ser menor que la máxima corriente eléctrica de falla que el cortacircuitos deba interrumpir, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

**4) Tensión eléctrica nominal.** La tensión eléctrica máxima nominal de los cortacircuitos no debe ser menor que la máxima del circuito.

**5) Identificación.** Los cortacircuitos de distribución deben tener sobre su cuerpo, puerta o tubo fusible una placa o identificación legible y permanente indicando el tipo o designación del fabricante, la capacidad de corriente eléctrica en régimen de operación continua, la corriente de interrupción y la tensión eléctrica máxima de operación.

**6) Fusibles.** Los eslabones fusibles deben tener una identificación legible y permanente indicando el tipo y la capacidad de corriente eléctrica en régimen de operación continua.

**7) Instalación en estructuras exteriores.** La altura de los cortacircuitos instalados en estructuras exteriores, debe ser tal que se tenga una separación segura entre las partes energizadas más bajas (posición abierta o cerrada) y las superficies donde pueda haber personas, como se establece en 110-34(e).

**d) Cortacircuitos en aceite**

**1) Capacidad de corriente eléctrica de régimen continuo.** La capacidad de corriente eléctrica nominal en régimen continuo de un cortacircuitos en aceite, no debe ser menor que la corriente eléctrica máxima que circule en forma continua a través del cortacircuitos.

**2) Corriente de interrupción.** La corriente de interrupción de los cortacircuitos en aceite, no debe ser menor que la máxima corriente eléctrica de falla que el cortacircuitos deba interrumpir, incluyendo las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

**3) Tensión eléctrica nominal.** La tensión eléctrica máxima nominal de los cortacircuitos no debe ser menor que la tensión eléctrica nominal del circuito.

**4) Capacidad de cierre en condiciones de falla.** Los cortacircuitos en aceite deben tener una capacidad de cierre en condiciones de falla no-menor a la máxima corriente eléctrica de falla asimétrica que pueda ocurrir en el lugar de instalación, a menos que se cuente con bloqueos apropiados o procedimientos de operación que impidan cerrarlo en condición de falla.

**5) Identificación.** Los cortacircuitos en aceite deben tener una placa de datos legible y permanente indicando la capacidad de corriente eléctrica en régimen de operación continua, la corriente de interrupción y la tensión eléctrica máxima de operación.

**6) Eslabones fusibles.** Los eslabones fusibles deben tener una identificación legible y permanente indicando la capacidad de corriente eléctrica en régimen de operación continua.

**7) Localización.** Los cortacircuitos en aceite deben ubicarse de forma que sean de acceso fácil y seguro para el reemplazo de fusibles, y que el extremo superior del cortacircuitos quede a una altura sobre el piso o plataforma no-mayor a 1,5 m.

**8) Envolventes.** Deben tenerse envolventes o barreras adecuadas para evitar contactos accidentales con cables sin pantalla o partes energizadas de los cortacircuitos en aceite.

**e) Desconectadores de operación con carga.** Los desconectadores de operación con carga se deben usar en conjunto con fusibles o dispositivos de potencia para interrumpir las corrientes eléctricas de falla. Cuando estos dispositivos se usan en forma combinada, deben estar coordinados eléctricamente, de forma que resistan con seguridad los efectos de cierres, transporte o interrupción de todas las corrientes eléctricas posibles, incluyendo la máxima de cortocircuito.

Cuando se instale más de un desconectador en terminales de cargas interconectadas para proporcionar conexión alterna a los circuitos alimentadores, cada desconectador debe estar provisto de un letrero de advertencia con la inscripción:

"PRECAUCIÓN-EL DESCONECTADOR PUEDE ESTAR ENERGIZADO POR RETROALIMENTACIÓN".

**1) Capacidad de corriente eléctrica en régimen continuo.** La capacidad de corriente eléctrica en régimen continuo de los desconectadores debe ser igual o mayor que la máxima corriente que circule en el punto de instalación.

**2) Tensión eléctrica nominal.** La tensión eléctrica máxima nominal de los desconectadores debe ser igual o mayor que la máxima del circuito.

**3) Identificación.** Los desconectadores deben tener una placa de datos legible y permanente indicando:

**a)** Tipo o designación del fabricante

**b)** Capacidad de corriente eléctrica en régimen de operación continua

**c)** Corriente de interrupción

**d)** Capacidad de cierre en condiciones de falla

**e)** Máxima tensión eléctrica de operación

**4) Mecanismo de desconexión de los conductores.** El mecanismo de desconexión debe estar montado de tal forma que pueda ser operado desde un lugar donde el operador no esté expuesto a partes energizadas, y debe abrir simultáneamente, en una sola operación, a todos los conductores de fase del circuito. Los desconectadores deben estar montados en tal forma que puedan bloquearse en la posición de abierto. Los desconectadores en envolvente metálica deben poderse accionar desde el exterior de la misma.

**5) Energía almacenada para apertura.** Se permite que el mecanismo de apertura de energía almacenada, quede en posición de descargado después de que el desconectador ha sido cerrado, si al accionar la palanca para abrir el desconectador, simultáneamente se carga ese mecanismo.

**6) Terminales de alimentación.** Los desconectadores con fusibles deben estar instalados, de forma que las terminales de alimentación estén en la parte superior.

***Excepción:*** *No será obligatorio que las terminales de alimentación estén en la parte superior del envolvente del desconectador, si se instalan barreras para impedir contactos accidentales de personas con partes energizadas, y para evitar que caigan herramientas o fusibles sobre esas partes.*

**710-22. Medios para aislar el equipo.** Deben instalarse medios para aislar cada componente del equipo para su inspección o reparación. No se requiere el uso de desconectadores que separen secciones del equipo, cuando existan otras maneras de desenergizar el equipo, como es el caso de los tableros de distribución en gabinetes metálicos con partes removibles y el de los tableros o secciones deslizantes desmontables.

Los desconectadores que no estén asociados a un dispositivo aprobado para abrir con carga, deben tener un rótulo de advertencia que indique que ese desconectador no se debe abrir con carga.

Se permite el empleo de un juego de portafusibles y sus fusibles, como desconectador de separación, si están diseñados y aprobados para ese propósito.

**710-23. Reguladores de tensión eléctrica.** La secuencia adecuada de interrupción para reguladores, debe garantizarse por alguno de los medios siguientes:

**1)** Desconectador en derivación de secuencia mecánica.

**2)** Enlace mecánico.

**3)** Control remoto en el sitio de instalación de los desconectadores.

**710-24. Montaje en gabinetes metálicos de interruptores de potencia y equipos de control industrial**

**a) Alcance.** Esta Sección cubre el montaje en gabinetes metálicos de equipo de potencia y control industrial, incluyendo desconectadores, interruptores de potencia, equipos de protección, medición y control, equipos de regulación, y otros componentes que formen parte integral del ensamble para su conexión y soporte.

Esta Sección también incluye ensambles de equipo de potencia en gabinetes metálicos que forman parte de subestaciones unitarias, centros de fuerza o equipo similar.

**b) Montaje de los dispositivos en ensambles.** El montaje de los dispositivos en ensambles debe ser tal, que los componentes individuales puedan realizar en forma segura su función específica, sin impedir la operación del resto de los componentes.

**c) Protección de partes energizadas en alta tensión eléctrica dentro de un compartimento.** Cuando además de la inspección visual externa se requiera acceso a un compartimento que contenga partes en alta tensión eléctrica energizadas, deben proveerse barreras protectoras adecuadas por las siguientes razones:

**1)** Para evitar contactos accidentales con partes vivas.

***Excepción 1:*** *Cuando los fusibles o portafusibles están diseñados para permitir el reemplazo de los fusibles por personas calificadas, usando equipo diseñado para ese propósito sin desenergizar el portafusibles.*

***Excepción 2:*** *Se permite tener partes energizadas expuestas dentro del compartimento cuando sean accesibles sólo a personal calificado.*

**2)** Para evitar la caída de herramientas u otros equipos sobre partes energizadas.

**d) Protección de partes energizadas en baja tensión eléctrica dentro de compartimento.** Las partes desnudas energizadas montadas en puertas de compartimentos, deben tener guardas cuando la puerta deba abrirse para mantenimiento de equipo o reemplazo de equipo removible.

**e) Separación para cables que entran a una envolventes.** El espacio libre frente a las terminales de cables que entren a un equipo de interrupción o ensamble de control, debe ser adecuado para el tipo de conductor y método de conexión en las terminales.

**f) Accesibilidad de partes energizadas**

**1)** Las puertas que puedan permitir el acceso de personas no calificadas a partes energizadas de alta tensión eléctrica, deben cerrarse con llave.

**2)** El equipo de control en baja tensión eléctrica, tales como relés, motores y dispositivos similares, no debe instalarse en compartimentos donde existan partes energizadas expuestas en alta tensión eléctrica, a menos que la puerta o cubierta de acceso tenga una protección tal que sólo pueda abrirse la puerta, cuando el desconectador o los medios de desconexión de alta tensión están en la posición de desconectado.

***Excepción 1:*** *Los instrumentos o transformadores de control conectados en alta tensión eléctrica.*

***Excepción 2:*** *Calefactores eléctricos.*

**g) Puesta a tierra.** Las estructuras con equipo de potencia y control deben estar puestos a tierra.

**h) Puesta a tierra de dispositivos.** Los dispositivos con cajas o estructuras metálicas como instrumentos, relés, medidores y transformadores de control e instrumentos, situados dentro o sobre el equipo de distribución y control, deben tener las cajas o estructuras metálicas puestas a tierra.

**i) Seguros de puerta y cubiertas.** Las puertas o tapas exteriores con bisagras deben estar provistas de seguros para mantenerlas en la posición abierta. Las tapas o puertas que se deban remover para inspeccionar instalaciones o equipos energizados, deben estar equipadas con asas para levantarlas y no deben exceder de un área de 1,1 $m^2$ o 27 kg de peso, excepto si tienen bisagras o están sujetas con pernos o cerradas con llave.

**j) Descarga de gas de los dispositivos de interrupción.** La descarga de gas durante la operación de los dispositivos de interrupción, debe ser dirigida de tal forma que no sea peligrosa para el personal.

**k) Ventanas de inspección.** Las ventanas que se usen para propósitos de inspección de los desconectadores separadores u otros dispositivos, deben ser de material transparente apropiado.

**l) Localización de los dispositivos.** Las palancas o los botones pulsadores de desconectadores de transferencia de control e instrumentos, deben estar localizados en un lugar accesible fácilmente y a una altura no-mayor a 2 m.

***Excepción 1:*** *Las palancas de operación que requieran más de 23 kg de fuerza no deben estar a una altura mayor a 1,7 m ya sea en la posición de abierto o cerrado.*

***Excepción 2:*** *Las palancas de operación de uso poco frecuente, cuando puedan ser accionados desde una plataforma portátil para darles servicio. Ejemplos: fusibles removibles de transformadores de potencial o control y su medio de desconexión del primario, desconectadores de transferencia de barras.*

**m) Mecanismos de seguridad en desconectadores.** Los desconectadores equipados con mecanismos de energía almacenada, deben tener seguros mecánicos para evitar el acceso al compartimento de los desconectadores, a menos que el mecanismo de energía almacenada esté en la posición de descargado o bloqueado.

**n) Energía almacenada para apertura.** Debe permitirse que el mecanismo de apertura que opera con energía almacenada, quede en posición de descargado después de que el desconectador ha sido cerrado, si al accionar la palanca para abrir el desconectador simultáneamente se carga ese mecanismo.

**o) Desconectador con fusibles**

**1)** Los desconectadores con fusibles deben estar instalados de forma que todas las terminales de alimentación estén en la parte superior del desconectador.

***Excepción:*** *No será obligatorio que las terminales de alimentación estén en la parte superior del compartimento del desconectador, si se instalan barreras para impedir contactos accidentales de personas con partes energizadas, y para evitar que caigan herramientas o fusibles sobre las mismas.*

**2)** Cuando los fusibles puedan ser energizados por retroalimentación, debe colocarse un rótulo de advertencia en la puerta de la envolvente, con la inscripción:

"PELIGRO - LOS FUSIBLES PUEDEN SER ENERGIZADOS POR RETRO-ALIMENTACIÓN".

**3)** El mecanismo de desconexión debe estar montado en tal forma que pueda ser operado desde un lugar donde el operador no esté expuesto a partes energizadas, y debe abrir simultáneamente, en una sola operación, a todos los conductores del circuito no-conectados a tierra. Los desconectadores deben estar montados en tal forma que puedan bloquearse en la posición de abierto.

**p) Mecanismos de seguridad en interruptores de potencia**

**1)** Los interruptores de potencia equipados con mecanismos de almacenamiento de energía, deben estar diseñados para evitar la salida de la energía almacenada a menos que el mecanismo haya sido totalmente cargado.

**2)** Deben colocarse seguros mecánicos en el alojamiento para impedir que se pueda retirar de éste el interruptor de potencia, cuando el mecanismo de energía almacenada está en la posición de totalmente cargado.

***Excepción:*** *Cuando se tenga un dispositivo adecuado que impida la salida completa del interruptor de potencia, a menos que la función de cierre esté bloqueada.*

**D. Instalaciones accesibles solamente a personas calificadas**

**710-31. Envolventes para instalaciones eléctricas.** Véase 110-31.

**710-32. Conductores de los circuitos.** Los conductores de los circuitos se pueden instalar en canalizaciones, en soportes para cables tipo charola, como cable con cubierta metálica, cables desnudos y buses de cables o como cables Tipo MV, o conductores como los indicados en 710-4 a 710-6. Los conductores desnudos energizados deben cumplir lo establecido en 710-33.

Cuando se usen aisladores como soportes para alambres, cables monoconductores o barras, así como sus accesorios de montaje y de amarre para los conductores, deben ser capaces de soportar, sin dañarse, la máxima fuerza magnética que pueda surgir en el caso de que dos o más conductores de un circuito estén sometidos a una corriente eléctrica de corto circuito.

Las instalaciones expuestas de alambres y cables aislados, que tengan una cubierta de plomo desnuda o una malla trenzada exterior, deben soportarse, de forma que se evite daño físico a la cubierta o a la malla. Los soportes para cables con cubierta de plomo deben diseñarse para evitar la corrosión electrolítica de la cubierta.

**710-33. Espacio mínimo de separación.** En instalaciones hechas en campo, la separación mínima en aire entre conductores desnudos vivos y entre tales conductores y las superficies adyacentes puestas a tierra, no debe ser menor a los valores dados en la Tabla 710-33. Estos valores no deben aplicarse a partes interiores o a terminales exteriores de equipos eléctricos diseñados, fabricados y probados de acuerdo con lo indicado en las Normas Oficiales Mexicanas o normas mexicanas aplicables y vigentes.

**Tabla 710-33. Claro mínimo a partes vivas**

| Tensión eléctrica nominal kV | Nivel básico de aislamiento al impulso kV | | Claro mínimo a partes vivas en cm | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Entre fases | | Fase a tierra | |
| | Interior | Exterior | Interior | Exterior | Interior | Exterior |
| 2,4 | 60 | 95 | 12 | 18 | 8 | 15 |
| 4,16 | 60 | 95 | 12 | 18 | 8 | 15 |
| 6,6 | 75 | 95 | 14 | 18 | 10 | 15 |
| 13,8 | 95 | 110 | 19 | 31 | 13 | 18 |
| 23 | 125 | 150 | 27 | 38 | 19 | 26 |
| 34,5 | 150 | 150 | 32 | 38 | 24 | 26 |
| | 200 | 200 | 46 | 46 | 33 | 33 |
| 69 | | 250 | | 54 | | 43 |
| | | 350 | | 79 | | 64 |
| 85 | | 450 | | 107 | | 88 |
| 115 | | 550 | | 135 | | 107 |
| 138 | | 550 | | 135 | | 107 |
| | | 650 | | 160 | | 127 |
| 161 | | 650 | | 160 | | 127 |
| | | 750 | | 183 | | 148 |
| 230 | | 750 | | 183 | | 148 |
| | | 900 | | 226 | | 180 |
| | | 1050 | | 267 | | 211 |

Los valores de esta tabla deben considerarse como valores mínimos aplicables en condiciones atmosféricas normales, hasta 1000 m snm, temperatura 20°C, presión 101,3 kPa, humedad absoluta $h_0$=11 g/$m^3$

Para condiciones desfavorables de servicio, estos valores deben aumentarse.

**E. Equipo móvil y portátil**

**710-41. Disposiciones generales**

**a) Alcance.** Las disposiciones de la parte E se aplican a la instalación y uso de equipo de distribución y de utilización de alta tensión eléctrica, que sea portátil o móvil, tales como subestaciones y desconectadores gabinete, montados en malacates, remolques o vehículos, palas móviles, dragas, grúas, elevadores, perforadoras, excavadoras, compresores, bombas, transportadores y similares.

**b) Otros requerimientos.** Los requerimientos de esta parte son adicionales o modifican los requisitos de los Artículos 100 a 725 de esta NOM. Debe prestarse especial atención al Artículo 250.

**c) Protección.** Para proteger a equipo portátil y móvil contra daño físico, deben proveerse envolventes o guardas adecuadas.

**d) Medios de desconexión.** Se deben instalar medios de desconexión para equipo móvil y portátil de alta tensión eléctrica, de acuerdo con lo indicado en los requisitos de la Parte H del Artículo 230 para desconectar todos los conductores de fase.

**710-42. Protección contra sobrecorriente.** Los motores de corriente eléctrica alterna que impulsan generadores individuales o múltiples de c.c., que alimentan a un sistema que opera con carga cíclica, no necesitan protección contra sobrecorriente, siempre y cuando no se exceda la capacidad térmica del motor de c.a. que impulsa al grupo, bajo cualquier condición de funcionamiento.

Los dispositivos de protección del circuito derivado, deben proveer protección contra cortocircuito y de rotor bloqueado y se permite que sean externos al equipo.

**710-43. Envolventes.** Todas las partes energizadas de interruptores de potencia y controles, deben estar encerradas en gabinetes o envolventes metálicos puestos a tierra de manera efectiva. Estos gabinetes o envolventes deben llevar un letrero que indique:

"ALTA TENSIÓN ELÉCTRICA, PELIGRO DE MUERTE"

y deben estar provistos de cerraduras, de modo que sólo personas calificadas puedan tener acceso. Los interruptores de potencia y equipos de protección, deben tener un medio de accionamiento externo que salga a través del gabinete o envolvente, de forma que las unidades puedan ser operadas sin tener que abrir las puertas de aquellos. Debe tenerse un acceso razonablemente seguro para la operación normal de estas unidades.

**710-44. Anillos colectores.** Los anillos colectores en máquinas rotativas (palas, dragas, excavadoras, entre otros) deben tener guardas, para impedir contactos accidentales con las partes energizadas por parte del personal que opera las máquinas.

**710-45. Conexiones con cables de energía a máquinas móviles.** Debe proveerse una envolvente metálica en la máquina móvil para las terminales de los cables de energía. El gabinete debe incluir medios para la conexión sólida del conductor de puesta a tierra de la terminal a la carcaza de la máquina.

Los conductores vivos deben sujetarse a aisladores o terminar con un conectador aprobado para cables de alta tensión eléctrica (el cual incluya conectadores para los conductores de puesta a tierra), de la capacidad de corriente y tensión eléctricas adecuadas. El método de terminación del cable utilizado, debe evitar que los esfuerzos mecánicos o de tracción en el cable se transmitan a las conexiones eléctricas. La envolvente debe estar provista de cerradura, de manera que solamente personas calificadas y autorizadas pueden abrirlas y debe tener un letrero de advertencia que indique:

"ALTA TENSIÓN ELÉCTRICA, PELIGRO DE MUERTE".

**710-46. Cables portátiles de alta tensión eléctrica para alimentación principal.** Los cables de alta tensión eléctrica flexibles que alimenten equipos portátiles o móviles deben cumplir con los Artículos 250 y 400, Parte C.

**710-47. Puesta a tierra.** El equipo móvil se debe poner a tierra según lo establecido en el Artículo 250.

**F. Instalaciones en túneles**

**710-51. Disposiciones generales**

**a) Alcance.** Las disposiciones de esta Parte se aplican a la instalación y uso de equipo de distribución y de utilización de alta tensión eléctrica, que sea portátil o móvil, como subestaciones y desconectadores en gabinete, montados en malacates, remolques o vehículos, palas móviles, dragas, grúas, elevadores, perforadoras, excavadoras, compresores, bombas, transportadores y similares.

**b) Otros requerimientos.** Los requerimientos de esta parte son adicionales o modifican los requisitos de los Artículos 100 a 710 de esta NOM. Debe prestarse especial atención al Artículo 250.

**c) Protección contra daño físico.** Los conductores y los cables en túneles deben colocarse por encima del piso del túnel y deben ser instalados y resguardados en tal forma que se evite su daño físico.

**710-52. Protección contra sobrecorriente.** El equipo accionado por motores debe estar protegido contra sobrecorriente, conforme a lo estable el Artículo 430 y los transformadores de acuerdo con lo indicado en el Artículo 450.

**710-53. Conductores.** Los conductores de alta tensión eléctrica en túneles deben instalarse en: (1) Tubo *(conduit)* metálico u otra canalización metálica; (2) cables Tipo MC, o (3) otros cables multiconductores aprobados. Los cables portátiles multiconductores pueden alimentar a equipo móvil.

**710-54. Puenteado y conductor de puesta a tierra de equipo**

**a) Puenteado y puesta a tierra.** Todas las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica de equipo eléctrico, canalizaciones y cubiertas de cables, deben estar puestas a tierra eficazmente y conectadas a toda tubería metálica y rieles desde la entrada al túnel, y a todo lo largo del mismo a intervalos no-mayores a 300 m.

**b) Conductor de puesta a tierra de equipo.** Junto con los conductores de circuito, que se instalan dentro de una canalización metálica o dentro de un cable multiconductor con cubierta exterior, debe instalarse un conductor de puesta a tierra de equipo. Este puede ser aislado o desnudo.

**710-55. Transformadores, desconectadores y equipos eléctricos.** Todos los transformadores, desconectadores, controladores de motores, rectificadores y otro equipo instalado bajo tierra, deben estar protegidos contra daño físico por su localización o por medio de guardas de protección.

**710-56. Partes energizadas.** Para evitar un contacto accidental con partes energizadas, las terminales desnudas de transformadores, desconectadores, controladores de motores o de otro equipo, deben tener una envolvente.

**710-57. Controles de sistemas de ventilación.** Los controles eléctricos de sistemas de ventilación deben tener un arreglo tal, que el sentido de la circulación de aire pueda invertirse.

**710-58. Medios de desconexión.** Debe instalarse un dispositivo de interrupción que cumpla con los requisitos del Artículo 430 o del 450 para desconectar los transformadores o los motores, en el lugar donde estén montados éstos. Este dispositivo de interrupción debe abrir simultáneamente a todos los conductores no puestos a tierra del circuito.

**710-59. Envolventes.** Las envolventes para uso en túneles deben ser a prueba de goteo, a prueba de intemperie o sumergibles, según lo requieran las condiciones ambientales. Las envolventes de desconectadores o de contactores no deben ser usados como cajas de empalmes, ni como canalización para los conductores que alimenten o deriven a otros desconectadores, a menos que esas envolventes estén diseñadas especialmente para proveer suficiente espacio para usarse con ese propósito.

**710-60. Puesta a tierra.** El equipo para túneles debe estar puesto a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

**G. Calderas de electrodos**

**710-70. Disposiciones generales.** Las recomendaciones de esta parte se deben aplicar a calderas que operen en tensiones eléctricas mayores a 600 V nominales, en las cuales el calor es generado por la circulación de corriente eléctrica entre electrodos a través del líquido que está siendo calentado.

**710-71. Sistema de suministro.** Las calderas de electrodos deben alimentarse solamente de sistemas de tres fases cuatro hilos, conexión estrella con neutro puesto sólidamente a tierra, o de transformadores de aislamiento debidamente instalados para este sistema. Los circuitos de control deben conectarse a circuitos puestos a tierra que no excedan de 150 V, y los dispositivos de control deben conectarse al conductor de fase.

**710-72. Requisitos para circuitos derivados**

**a) Capacidad.** Cada caldera debe alimentarse de un circuito derivado individual con capacidad no-menor a 100% de la carga total.

**b) Dispositivo de interrupción de disparo automático.** El circuito debe estar protegido por un interruptor trifásico de disparo automático. Se permite que el dispositivo de interrupción vuelva a cerrar el circuito automáticamente después de haber desaparecido la condición de sobrecarga, pero no después de una condición de falla.

**c) Protección de falla en una fase.** En cada fase del circuito debe instalarse un dispositivo individual de protección, que consista en un transformador de corriente conectado a un relé de sobrecorriente.

**d) Protección de falla a tierra.** Deben proveerse medios para la detección de corrientes eléctricas por el neutro y a tierra. El dispositivo de protección debe operar abriendo el circuito, si la suma de esas corrientes excede el valor de 5 A, o 7,5% del valor de la corriente eléctrica de plena carga del circuito, durante 10 segundos, o si excede un valor instantáneo del 25% de la corriente eléctrica nominal de plena carga de la caldera.

**e) Conductor neutro puesto a tierra.** El conductor neutro del circuito debe estar puesto a tierra cumpliendo con los siguientes requisitos:

**1)** Estar conectado al tanque de presión que contiene los electrodos.
**2)** Aislamiento no-inferior a 600 V.
**3)** Capacidad de conducción de corriente no-menor a la del conductor de fase más grande del circuito derivado.
**4)** Instalado en la misma canalización o soporte para cables tipo charola, junto con los conductores de fase.
**5)** No ser utilizado para cualquier otro circuito.

**710-73. Control para limitar la presión y temperatura.** Cada caldera debe estar equipada con los medios necesarios para limitar la presión y/o la temperatura máximas, por medio de la interrupción directa o indirecta del flujo de corriente eléctrica en los electrodos. Estos medios se instalan en adición a los de regulación de presión y temperatura, o válvulas de seguridad de presión, propios de la caldera.

**710-74. Puesta a tierra.** Todas las partes metálicas expuestas de la caldera y otras estructuras o equipos asociados puestos a tierra, deben tener un puente de unión con el recipiente a presión o con el conductor neutro al cual el tanque está conectado, según lo establecido en 250-79. La capacidad de conducción de corriente del puente de unión no debe ser menor que la del conductor neutro.

**ARTÍCULO 720 - CIRCUITOS Y EQUIPOS QUE OPERAN A MENOS DE 50 V**

**720-1. Alcance.** Este Artículo se aplica a las instalaciones que operan a menos de 50 V, ya sea en c.c. o c.a.

***Excepción:*** *Lo establecido en los Artículos 411,551, 650, 669, 690, 725 y 760.*

**720-2. Lugares clasificados como peligrosos.** Las instalaciones comprendidas en este Artículo y ubicadas en lugares clasificados como peligrosos, deben cumplir adicionalmente con las disposiciones correspondientes de los Artículos 500 a 517.

**720-4. Conductores.** El tamaño nominal de los conductores no debe ser menor a 3,307 $mm^2$ (12 AWG) en cobre o su equivalente en aluminio. Los conductores para los circuitos derivados que alimenten más de un aparato eléctrico o receptáculos para aparatos eléctricos, no deben ser menores a 5,26 $mm^2$ (10 AWG) en cobre o su equivalente en aluminio.

**720-5. Portalámparas.** Deben usarse portalámparas de capacidad no-menor a 660 W.

**720-6 Capacidad de los receptáculos.** Los receptáculos deben tener una capacidad no-menor a 15 A.

**720-7. Receptáculos requeridos.** Debe instalarse receptáculos de capacidad no-menor a 20 A en cocinas, cuartos de lavado y otros lugares donde es probable el uso de aparatos eléctricos portátiles.

**720-8. Protección contra sobrecorriente.** La protección contra sobrecorriente debe cumplir con lo establecido en el Artículo 240.

**720-9. Baterías.** Las instalaciones con baterías deben cumplir con lo especificado en el Artículo 480.

**720-10. Puesta a tierra.** La puesta a tierra de equipo debe cumplir con lo especificado en el Artículo 250.

**720-11. Ejecución mecánica del trabajo.** Los circuitos que funcionen a 50 V o menos, se deben instalar conforme a lo establecido en 110-12. Los cables deben ser soportados por la estructura del edificio, de manera que no sean dañados por el uso normal del edificio.

## ARTÍCULO 725 - CIRCUITOS CLASE 1, CLASE 2 Y CLASE 3 PARA CONTROL REMOTO, SEÑALIZACIÓN Y DE POTENCIA LIMITADA

### A. Disposiciones generales

**725-1. Alcance.** Este Artículo cubre los circuitos para control remoto, señalización y potencia limitada, que no son parte integral de un dispositivo o aparato eléctrico.

> **NOTA:** Los circuitos descritos dentro de este Artículo se caracterizan por su uso y por las limitaciones de energía eléctrica, que los diferencian de los circuitos de alumbrado y fuerza, y por consiguiente se dan requerimientos alternativos a los de los Capítulos 1 al 4 en lo que respecta a tamaños nominales mínimos de los conductores, factores de reducción de capacidad de conducción de corriente, protecciones contra sobrecorriente, requisitos de aislamiento y métodos de alambrado y materiales.

**725-2. Ubicación y referencia a otros Artículos.** Los circuitos y el equipo deben cumplir con lo siguiente:

**a)** Propagación del fuego y de productos de la combustión. Véase 300-21.

**b)** Ductos, cámaras de aire y otros espacios para el manejo de aire. Cuando se instalan en ductos, cámaras de aire u otros espacios para manejo de aire ambiental, véase 300-22.

***Excepción a (b):*** *Lo que se permite en 725-53(a).*

**c) Lugares clasificados como peligrosos.** Cuando se instalen en lugares clasificados como peligrosos, véanse los Artículos 500 al 516 y el Artículo 517, parte D.

**d) Soporte para cables tipo charola.** Cuando se instalen en soporte para cables tipo charola, véase el Artículo 318.

**e) Circuitos para 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), véase el Artículo 430, parte F.

**725-3. Definiciones.** Para los propósitos de este Artículo son aplicables las siguientes definiciones:

**a) Circuitos Clase 1.** Es la parte del sistema de alambrado entre el dispositivo de sobrecorriente del lado de la carga o de una fuente de potencia limitada y el equipo conectado. Las limitaciones de tensión eléctrica y de energía están de acuerdo con lo indicado en 725-11.

**b) Circuitos Clase 2.** Es la parte del sistema de alambrado entre el lado de la carga, una fuente de potencia Clase 2 y el 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.

**c) Circuitos Clase 3.** Es la parte de un sistema de alambrado entre el lado de la carga de una fuente de potencia Clase 3 y el equipo conectado. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito Clase 3 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego. En estos circuitos se permiten mayores niveles de tensión eléctrica y de potencia que en los Clase 2, por lo que se recomienda tomar medidas de seguridad adicionales para proveer protección contra riesgos de choque eléctrico. Véanse las limitaciones de tensión eléctrica y de potencia en 725-31.

**725-4. Control de equipos de seguridad.** Los circuitos de control remoto para el control de equipos de seguridad deben clasificarse como Clase 1, si la falla en la operación del equipo ocasiona un peligro inmediato tanto de incendio como para la vida de personas. No se consideran equipos de control de seguridad a los termostatos para control de temperatura en salones, los dispositivos que regulan la temperatura del agua, y controles similares para la calefacción y aire acondicionado.

**725-5. Cables de comunicación.** Los circuitos Clase 1 no deben alojarse en un mismo cable con circuitos de comunicación. Se permite que los conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3 estén en un mismo cable con circuitos de comunicación, en cuyo caso los circuitos Clase 2 y Clase 3 deben clasificarse como circuitos de comunicación y deben cumplir los requerimientos establecidos en el Artículo 800. Los cables deben estar aprobados y listados como cables de comunicación o cables de uso múltiple.

***Excepción:*** *Los cables construidos y aprobados individualmente como Clase 2 y Clase 3 y que estén bajo una cubierta común con cables de comunicación, no requieren ser aprobados como cables de comunicación. La clasificación de resistencia al incendio de estos cables, se determinará por el desempeño del cable completo.*

**725-6. Acceso a equipo eléctrico por detrás de los tableros diseñados para permitir el acceso.** El acceso a equipo no debe obstruirse por la acumulación de alambres y cables que impidan quitar los tableros, incluyendo tableros suspendidos del techo.

### B. Circuitos Clase 1

**725-11. Limitaciones de potencia para circuitos Clase 1**

**a) Circuitos Clase 1 de potencia limitada.** Estos circuitos deben ser alimentados por una fuente con salida nominal de no-más de 30 V y 1000 VA. Las fuentes de potencia diferentes a transformadores, deben estar protegidas por dispositivos contra sobrecorriente con una capacidad nominal no-mayor a 167% la capacidad nominal en VA de la fuente, dividido por la tensión eléctrica nominal (V).

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben ser intercambiables por otros de mayor capacidad nominal. Se permite que el dispositivo de protección contra sobrecorriente sea parte integral de la fuente de potencia.

**1) Transformadores.** Los transformadores empleados para alimentar a circuitos de potencia limitada Clase 1, deben cumplir con el Artículo 450.

**2) Otras fuentes de potencia.** Para cumplir con la limitación de 1000 VA indicada en 725-11(a), la máxima salida de fuentes de potencia que no sean transformadores, debe limitarse a 2500 VA y el producto de la corriente y la tensión eléctricas máximas no debe exceder de 10000 VA. Estas capacidades nominales deben determinarse con los dispositivos de protección contra sobrecorriente interconectados.

**Nota:** Para las definiciones de $V_{máx}$, $I_{máx}$ y $VA_{máx}$, véase la Nota 1 de las Tablas 725-31(a) y (b).

**b) Circuitos de control remoto y señalización Clase 1.** Los circuitos de control remoto y de señalización Clase 1 no deben exceder de 600 V. Sin embargo, la potencia de salida de la fuente no se requiere que sea limitada.

**725-12. Protección contra sobrecorriente.** Los conductores de tamaño nominal de 2,082 $mm^2$ (14 AWG) y mayores deben ser protegidos contra sobrecorriente como se indica en 310-15. No deben aplicarse factores de reducción. La protección contra sobrecorriente no debe exceder de 7 A para conductores de tamaño nominal de 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) y de 10 A para 1,307 $mm^2$ (16 AWG).

***Excepción 1:*** *Cuando otros Artículos de esta NOM permiten o requieren dispositivos de protección contra sobrecorriente de diferente valor.*

**NOTA:** Como ejemplo de esto, véase 430-72 para motores, 610-53 para grúas y 517-74(b) y 660-9 para equipo de rayos x.

***Excepción 2:*** *Conductores para el secundario de transformadores. Los conductores de circuitos Clase 1 alimentados por un transformador monofásico, con dos terminales en secundario (tensión eléctrica única), se permite que sean protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente colocado en el lado primario del transformador, siempre y cuando esta protección esté de acuerdo con lo establecido en 450-3 y que no exceda del valor que se determine multiplicando la capacidad de conducción de corriente del conductor del secundario, por la relación de transformación del transformador. La protección contra sobrecorriente en el primario, no debe considerarse adecuada para proteger a los conductores del secundario de un transformador que tenga más de dos puntas.*

***Excepción 3:*** *Los conductores de circuitos Clase 1 de tamaño nominal de 2,082 $mm^2$ (14 AWG) y mayores, que estén conectados en el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente de un circuito de alumbrado y fuerza controlado, requieren solamente protección contra cortocircuitos y contra fallas a tierra y se permite que sean protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado, cuando la capacidad nominal del dispositivo de protección es de no más del 300% de la capacidad de conducción de corriente del conductor del circuito Clase 1.*

**725-13. Localización del dispositivo de protección contra sobrecorriente.** Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, deben estar localizados en el punto donde los conductores a proteger reciben su energía.

***Excepción 1:*** *Cuando los dispositivos de protección contra sobrecorriente que protegen a un conductor de tamaño nominal mayor, protegen también a un conductor de tamaño nominal menor.*

***Excepción 2:*** *Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente se instala de acuerdo con lo indicado en la Excepción 2 de 725-12.*

**725-14. Método de alambrado.** Las instalaciones de circuitos Clase 1 deben estar de acuerdo con lo indicado en los Artículos apropiados del Capítulo 3.

***Excepción 1:*** *Como se indica en 725-15 a 725-17.*

***Excepción 2:*** *Cuando otros Artículos de esta NOM permitan o requieran otros métodos.*

**725-15. Conductores de circuitos diferentes en el mismo cable, envolvente o canalización.** Se permite que circuitos Clase 1 estén contenidos en el mismo cable, en el mismo envolvente o canalización, sin importar si los circuitos individuales son de c.a. o de c.c., siempre y cuando todos los conductores estén aislados para la máxima tensión eléctrica de cualquier conductor contenido en el cable o en el envolvente o canalización. Se permite que los conductores de alimentación de energía estén en el mismo cable, envolvente o canalización, junto con conductores de circuitos Clase 1, sólo cuando estén asociados funcionalmente en el equipo alimentado.

***Excepción 1:*** *Cuando se instalan en centros de control ensamblados en fábrica o en el campo.*

***Excepción 2:*** *Conductores subterráneos en un registro cuando se cumple una de las siguientes condiciones:*

***a.*** *Los conductores de alimentación, o los de circuitos Clase 1, están contenidos en cables con cubierta metálica.*

***b.*** *Cuando los conductores están permanentemente separados de los conductores de alimentación por medio de un material no conductor fijado firmemente, tal como un tubo (conduit) flexible, en adición al aislamiento del conductor.*

***c.*** *Los conductores están separados en forma permanente y efectiva de los conductores de alimentación de energía y están sujetos en forma segura a las canalizaciones, aisladores u otros soportes adecuados.*

**725-16. Conductores de circuito Clase 1**

**a) Tamaño nominal y usos.** Se permite que se usen conductores de tamaño nominal 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) y de 1,307 $mm^2$ (16 AWG), siempre y cuando alimenten cargas que no excedan de las capacidades de conducción de corriente dadas en 402-5 y que estén instalados en una canalización, envolvente o cable aprobados.

Los conductores de tamaño nominal mayores de 1,307 $mm^2$ (16 AWG) no deben alimentar cargas mayores que la capacidad de conducción de corriente dada en 310-15. Los cordones flexibles deben cumplir con el Artículo 400.

**b) Aislamiento.** El aislamiento en los conductores debe ser adecuado para 600 V. Los conductores de tamaño nominal mayor a 1,307 $mm^2$ (16 AWG) deben cumplir con el Artículo 310.

Los conductores de tamaño nominal de 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) y 1,307 $mm^2$ (16 AWG), deben ser de los siguientes 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. Se permiten conductores con otros tipos y espesores de aislamiento si están aprobados y listados para usarse en circuitos Clase 1.

**725-17. Número de conductores en soporte para cables tipo charola y en canalizaciones, factores de reducción**

**a) Conductores para circuitos Clase 1.** Cuando en una canalización solamente hay conductores de circuitos Clase 1, el número de conductores debe determinarse según lo indicado en 300-17. Los factores de reducción dados en 310-15, nota 8(a) de las tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 V, se aplican solamente si tales conductores llevan carga continua que exceda en más de 10% la capacidad de conducción de corriente de cada conductor en la canalización.

**b) Conductores de alimentación de energía y conductores de circuitos Clase 1.** Cuando se permiten en una misma canalización conductores de alimentación de energía y conductores de circuitos Clase 1, como se indica en 725-15, el número de conductores debe determinarse de acuerdo con lo indicado en 300-17. Los factores de reducción que se dan en 310-15, Nota 8(a), de las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V, deben aplicarse como sigue:

**1)** A todos los conductores Clase 1 que llevan carga continua, que exceda en más de 10% de la capacidad de conducción de corriente de cada conductor en la canalización, y cuando el número total de conductores es más de tres.

**2)** A los conductores de alimentación de energía, solamente cuando los conductores de circuitos Clase 1 no llevan carga continua que exceda de 10% la capacidad de conducción de corriente de cada conductor en la canalización, y cuando el número de conductores de alimentación de energía es más de tres.

**c) Conductores de circuitos Clase 1 en soporte para cables tipo charola.** Cuando los conductores de circuitos Clase 1 se instalan en soporte para cables tipo charola, deben cumplir con lo previsto en 318-9 a 318-11.

**725-18. Protección mecánica.** Cuando los conductores de circuitos de control remoto de equipo de control de seguridad (véase 725-4), puedan estar sujetos a daño mecánico que origine una condición peligrosa, todos los conductores de esos circuitos deben instalarse en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado, no-metálico tipo pesado, o formando parte de cables Tipo MI o MC, de forma que queden adecuadamente protegidos contra daño mecánico.

**725-19. Circuitos que se extienden fuera de un edificio.** Los circuitos Clase 1 que se extienden en forma aérea hacia afuera de un edificio, deben cumplir también con los requerimientos del Artículo 225.

**725-20. Puesta a tierra.** Los circuitos y los equipos Clase 1 deben ser puestos a tierra de conformidad con el Artículo 250.

**C. Circuitos Clase 2 y Clase 3**

**725-31. Limitaciones de potencia para circuitos Clase 2 y Clase 3.** Como se especifica en la Tabla 725-31(a) para circuitos de c.a. y la Tabla 725-31(b) para circuitos de c.c., la potencia de los circuitos Clase 2 y Clase 3 puede ser inherentemente limitada, no requiriendo en ese caso protección contra sobrecorriente, o puede ser limitada por una combinación de una fuente de energía y el dispositivo de protección contra sobrecorriente.

**725-32. Conexión de fuentes de potencia.** Las fuentes de potencia Clase 2 y Clase 3 no deben ser conectadas en paralelo ni con otro tipo de conexión, a menos que estén aprobadas y listadas para tales conexiones.

**725-34. Marcado.** Las fuentes de potencia unitarias Clase 2 y Clase 3 deben ser identificadas de forma indeleble, durable y fácilmente visible para indicar la clase de fuente y sus características eléctricas.

**725-35. Protección contra sobrecorriente.** Cuando se requiere protección contra sobrecorriente, los dispositivos de protección no deben ser intercambiables con otros de mayor capacidad nominal. Se permite que los dispositivos de protección contra sobrecorriente formen parte integral de la fuente de potencia.

**725-36. Ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente.** Cuando se requieran, los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar colocados en el punto donde el conductor al ser protegido recibe su alimentación.

**725-37. Métodos de alambrado del lado de alimentación de las fuentes de potencia Clase 2 y Clase 3.** Los conductores y equipos del lado de suministro de la fuente, deben ser instalados con los requerimientos aplicables del Capítulo 3. Los transformadores y otros dispositivos alimentados por circuitos de alumbrado o de fuerza, deben estar protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente de capacidad nominal no mayor a 20 A.

***Excepción:*** *Las terminales de entrada a un transformador o a otra fuente de potencia que alimente circuitos Clase 2 y Clase 3, pueden ser menores de 2,082 mm$^2$ (14 AWG), pero no-menores de 0,8235 mm$^2$ (18 AWG), cuando su longitud no sea mayor a 30 cm y su aislamiento cumpla con lo indicado en 725-16(b).*

**725-38. Métodos de alambrado y materiales en el lado de la carga de las fuentes de potencia Clase 2 y Clase 3.** Los conductores instalados en el lado de la carga de las fuentes de potencia deben ser marcados cumpliendo con los requerimientos de 725-50 y deben instalarse de acuerdo con lo indicado en 725-52.

**725-42. Conductores de circuitos que se extiendan fuera de un edificio.** Cuando los conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3 se extiendan hacia afuera de un edificio y su trayectoria sea tal que, puedan estar expuestos a contactos accidentales con conductores de alumbrado o fuerza que operen a una tensión eléctrica mayor a 300 V a tierra, o a descargas atmosféricas que afecten a circuitos entre edificios del mismo predio, se aplicarán también los siguientes requerimientos:

**1)** Para conductores que no sean cables coaxiales lo requerido en 800-10, 800-12, 800-13, 800-30, 800-31, 800-32, 800-33 y 800-40.

**2)** Para conductores coaxiales lo requerido en 820-10, 820-33 y 820-40.

**Tabla 725-31(a). Limitaciones de la fuente de potencia para circuitos Clase 2 y Clase 3 en c.a.**

| | | Fuente de potencia inherentemente limitada (no requiere protección contra sobrecorriente) | | | | Fuente de potencia no inherentemente limitada (requiere protección contra sobrecorriente) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo de circuito | | Clase 2 | | | Clase 3 | Clase 2 | | | Clase 3 |
| Tensión eléctrica del circuito Vmáx (V)(Nota 1) | | 0 a 20[#] | Más de 20 Hasta 30[#] | Más de 30 Hasta 150 | Más de 30 hasta 100 | 0 a 20[#] | Más de 20 hasta 30[#] | Más de 30 hasta 100 | Más de 100 hasta 150 |
| Limitaciones de potencia VA máx (VA) | | -- | -- | -- | -- | 250 (Nota 3) | 250 | 250 | N.A. |
| Limitaciones de corriente I máx (A) (Nota1) | | 8,0 | 8,0 | 0,005 | 150/$V_{máx}$ | 1000/ $V_{máx}$ | 1000/$V_{máx}$ | 1000/$V_{máx}$ | 1,0 |
| Máxima protección contra sobrecorriente (A) | | -- | -- | -- | -- | 5,0 | 100/$V_{máx}$ | 100/$V_{máx}$ | 1,0 |
| Datos máximos de placa de la fuente de potencia | VA | 5,0x$V_{máx}$ | 00 | 0,005$V_{max}$ | 100 | 5,0x$V_{máx}$ | 100 | 100 | 100 |
| | A | 5,0 | 00/$V_{máx}$ | 0,005 | 100/$V_{máx}$ | 5,0 | 100/$V_{máx}$ | 100/$V_{máx}$ | 100/$V_{máx}$ |
| Cables alimentadores | | Véase 725-37 | | | | | | | |
| Cables del circuito | | Véanse 725-49 a 725-53 | | | | | | | |

**[#]**Los límites de tensión eléctrica son para c.a. senoidal, en lugares interiores o donde no es probable que ocurra el contacto con agua. Para valores no-senoidales o condiciones de contacto en agua, véase la nota 2.

**Tabla 725-31(b) Limitaciones de la fuente de potencia para circuitos Clase 2 y Clase 3 en c.c.**

| | Fuente de potencia inherentemente limitada (nota 4) (no requiere protección contra sobrecorriente) | | | | | Fuente de potencia no inherentemente limitada (requiere protección contra sobrecorriente) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo de circuito | Clase 2 | | | | Clase 3 | Clase 2 | | Clase 3 | |
| Tensión eléctrica del circuito $V_{máx}$ (V) (Nota1) | 0 a 20[##] | Más de 20 hasta 30[##] | Más de 30 hasta 60[##] | Más de 60 hasta 150 | Más de 60 hasta 100 | 0 a 20[##] | Más de 20 hasta 60[##] | Más de 60 hasta 100 | Más de 100 hasta 150 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Limitaciones de potencia $(VA)_{máx}$ (Nota1) | | -- | -- | -- | -- | -- | 250 (Nota 3) | 250 | 250 | N.A. |
| Limitaciones de corriente $I_{máx}$ (A) Nota1 | | 8,0 | 8,0 | $150/V_{máx}$ | 0,005 | $150/V_{máx}$ | $1000/V_{máx}$ | $1000/V_{máx}$ | $1000/V_{máx}$ | 1,0 |
| Máxima protección contra sobrecorriente (A) | | -- | -- | -- | -- | -- | 5,0 | $100/V_{máx}$ | $100/V_{máx}$ | 1,0 |
| Datos máximos de placa de la fuente de potencia | VA | $5,0xV_{máx}$ | 100 | 100 | 0,005 $V_{máx}$ | 100 | $5,0xV_{máx}$ | 100 | 100 | 100 |
| | | 5,0 | $100/V_{máx}$ | $100/V_{máx}$ | 0,005 | $100/V_{máx}$ | 5,0 | $100/V_{máx}$ | $100/V_{máx}$ | $100/V_{máx}$ |
| Cables alimentadores | | Véase 725-37 | | | | | | | | |
| Cables de circuito | | Véanse 725-49 a 725-53 | | | | | | | | |

**##** Los límites de tensión eléctrica son para corriente eléctrica continua no-interrumpida, en lugares interiores o en donde no es probable que ocurra contacto con agua. Para corriente eléctrica continua con pulsos de interrupción o condiciones de contacto con agua, véase la Nota 5.

OBSERVACIONES A LAS TABLAS 725-31(a) y (b)

**1. $V_{máx}$:** Tensión eléctrica máxima de salida para cualquier tipo de carga y aplicando la tensión eléctrica de entrada nominal.

**$I_{máx}$:** Corriente eléctrica máxima de salida bajo cualquier carga no-capacitiva, incluyendo el cortocircuito, y con la protección contra sobrecorriente puenteada, si se usa. Cuando un transformador limita la corriente eléctrica de salida, los límites de $I_{máx}$ se aplican después de un minuto de operación. Cuando la corriente eléctrica de salida se limita por medio de una impedancia limitadora de corriente eléctrica, aprobada y listada para ese uso, o que forme parte de un equipo aprobado, en combinación con un transformador de potencia no-limitada o una fuente de almacenamiento de energía (ejemplo una batería de acumuladores), los límites de $I_{máx}$ se aplican después de cinco segundos.

**$VA_{máx}$**: Potencia aparente máxima de salida, después de un minuto de operación para cualquier tipo de carga y con la protección contra sobrecorriente puenteada, si se usa. La impedancia limitadora de corriente eléctrica no debe puentearse cuando se esté determinando $I_{máx}$ y $VA_{máx}$.

**2.** Para c.a. no-senoidal, $V_{máx}$ no debe ser mayor a 42,4 V pico. Cuando puede haber contacto con agua (no incluyendo inmersión), deben usarse métodos de alambrado Clase 3, o $V_{máx}$ no debe ser mayor de 15 V para c.a. senoidal y 21,2 V pico para c.a. no-senoidal.

**3.** Si la fuente de potencia es un transformador, $VA_{máx}$ es 350 o menos cuando $V_{máx}$ es 15 o menos.

**4.** Debe considerarse a una batería de tipo seco como una fuente de potencia inherentemente limitada, siempre y cuando la tensión eléctrica sea de 30 V o menor y la capacidad igual o menor que la que se consigue de baterías del No. 6 de celdas de zinc y carbón conectadas en serie.

**5.** Para c.c. con pulsos de interrupción de 10 a 200 Hz, $V_{máx}$ no debe ser mayor a 24,8 V. Cuando puede ocurrir contacto con agua (no incluyendo inmersión total) deben usarse los métodos de alambrado Clase 3, o $V_{máx}$ no debe ser mayor de 30 V para corriente eléctrica continua no interrumpida, o 12,4 V para c.c. con pulsos de interrupción de 10 a 200 Hz.

**725-43. Puesta a tierra.** Los circuitos y el equipo Clase 2 y Clase 3, deben ponerse a tierra conforme a lo establecido en el Artículo 250.

**725-49. Resistencia al fuego de los cables dentro de edificios.** Los cables monoconductores y multiconductores de circuitos Clase 2 y Clase 3, incluyendo los cables PLTC instalados como alambrado dentro de edificios, deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación de incendio, de acuerdo a lo indicado en 725-50 y 725-51.

**725-50. Aprobación, marcado e instalación de los cables Clase 2, Clase 3 y PLTC**

**a) Cables Clase 2 y Clase 3.** Los cables Clase 2 y Clase 3 instalados en el interior de edificios, deben estar aprobados y listados para este uso, marcados como se indica en la Tabla 725-50 e instalados de acuerdo a lo indicado en 725-38. La tensión eléctrica de operación no debe marcarse en el cable.

**NOTA:** El marcado de la tensión eléctrica en los cables puede ser mal interpretado, como sugiriendo que los cables pueden ser adecuados para aplicaciones de fuerza, alumbrado o Clase 1.

***Excepción 1:*** *Se permite marcar la tensión eléctrica sobre el cable cuando éste tiene aprobaciones múltiples y el marcado de la tensión se requiere para una o más de esas aprobaciones.*

***Excepción 2:*** *Se permite la substitución de cables indicada en 725-53(g).*

**Tabla 725- 50. Marcado de los cables**

| Marcado del cable | Tipo | Referencia |
|---|---|---|
| CLP3 | Cable Clase 3 Cámaras de aire | 725-51(a) y 725-53 (a) |
| CL2P | Cable Clase 2 Cámaras de aire | 725-51(a) y 725-53 (a) |
| CL3R | Cable Clase 3 Tiro Vertical (Riser) | 725-51(b) y 725-53 (b) |
| CL2R | Cable Clase 2 Tiro Vertical (Riser) | 725-51(b) y 725-53 (b) |
| PLTC | Cable de potencia limitada en charolas | 725-51(e) y 725-53 (c) y (d) |
| CL3 | Cable Clase 3 | **725-51(c) y 725-53(b), Excepción 2 y 725-53 (e)** |
| CL2 | Cable Clase 2 | 725-51(c) y 725-53(b) Excepción 2 y 725-53 (e) |
| CL3X | Cable Clase 3, uso limitado | 725-51(d) y 725-53 (b) Excepción 2 y 725-53 (e) Excepciones 1,2 y 3 |
| CL2X | Cable Clase 2, uso limitado | 725-51(d) y 725-53 (b) Excepción 2 y 725-53 (e) Excepciones 1,2 y 3 |

Observaciones:

**1:** Los tipos de cable Clase 2 y Clase 3 están listados en orden descendiente de capacidad de resistencia a la propagación de incendio. Los cables Clase 3 están listados arriba de los cables Clase 2, porque los cables Clase 3 pueden sustituir a los cables Clase 2.

**2:** Para los usos permitidos véanse las secciones de referencia.

**b) PLTC.** Los cables de potencia limitada para instalación en soportes para cables tipo charola (PLTC), deben estar marcados conforme a lo indicado en 310-11 y en la Tabla 725-50 y deben estar aprobados y listados para usarse en soporte para cables tipo charola.

**725-51. Requerimientos adicionales de aprobación.** Los cables Clase 2 y Clase 3 deben estar instalados siguiendo lo indicado en (a) hasta (f) siguientes, y cuando se usen cables monoconductores en circuitos Clase 3, con el inciso (g) siguiente:

**a) Cables tipos CL2P y CL3P.** Los cables tipos CL2P y CL3P para uso en cámaras de aire, deben estar aprobados y listados para uso en ductos, cámaras de aire y espacios para el manejo de aire ambiental, y deben estar aprobados como poseedores de características de resistencia a la propagación de la flama y baja emisión de humos.

**b) Cables tipos CL2R y CL3R.** Los cables tipos CL2R y CL3R deben estar aprobados y listados para uso en instalaciones verticales, como son los tiros verticales y los pasos entre piso y piso. También deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación de la flama, de forma que eviten la propagación de ésta de un piso a otro.

**NOTA:** Para definir las características de resistencia a la propagación de la flama, que evite la propagación del fuego de un piso a otro, el cable debe cumplir los requerimientos de la NOM o NMX de producto correspondiente y estar aprobado.

**c) Cables tipos CL2 y CL3.** Los cables tipos CL2 y CL3 deben estar aprobados y listados para uso general, excepto en instalaciones verticales, ductos, cámaras de aire y en otros espacios usados para el manejo de aire ambiental, y también deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación de la flama.

**d) Cables tipos CL2X y CL3X.** Los cables tipos CL2X y CL3X para uso limitado, deben estar aprobados y listados para uso en canalizaciones en casas habitación unifamiliares y como retardantes de la flama.

**e) Tipo PLTC.** Los cables de potencia limitada Tipo PLTC para uso en soportes tipo charola, consisten en un ensamble de dos o más conductores aislados bajo una cubierta no-metálica. Los conductores aislados deben ser de tamaño nominal de 0,3247 $mm^2$ (22 AWG) a 3,307 $mm^2$ (12 AWG). El material de los conductores debe ser cobre (sólido o cableado). El aislamiento debe ser adecuado para una tensión eléctrica de operación no-menor a 300 V. La disposición de los conductores aislados puede ser de uno de los siguientes tipos:

**1)** Dos o más conductores en paralelo.

**2)** Uno o más conjuntos de conductores torcidos entre sí o paralelos.

**3)** Combinaciones de los anteriores.

Si se requiere, se permite aplicar un blindaje de malla o cinta metálica con hilo que drene sobre el núcleo del cable o grupo de conductores. El cable debe estar aprobado y listado como resistente a la propagación de la flama. La cubierta exterior debe ser de material no-metálico, resistente a los rayos solares y a la humedad.

***Excepción:*** *Cuando sobre la cubierta no-metálica se aplica una cubierta metálica lisa, una cubierta metálica soldada y corrugada, o una armadura metálica engargolada, no se requiere una cubierta no-metálica exterior. En este caso, la información sobre las características del cable debe marcarse en la cubierta no-metálica que está bajo la cubierta metálica.*

**f) Tensión eléctrica nominal.** La tensión eléctrica de operación de los cables Clase 3 no debe ser menor a 300 V.

**g) Cables monoconductores.** Los cables monoconductores Clase 3 no deben ser de tamaño nominal menor a 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) y su aislamiento debe cumplir lo estipulado en 725-16(b).

**725-52. Instalación de los conductores y de equipo.** Los conductores y equipo instalados en el lado de la carga de dispositivos de protección contra sobrecorriente, transformadores y dispositivos limitadores de corriente eléctrica, deben cumplir con los incisos (a) y (b):

**a) Separación de conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y de señalización de potencia no limitada de protección contra incendio**

**1) Conductores expuestos.** Los conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3, deben separarse por lo menos 51 mm de cualquier otro conductor de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1, o de señalización de potencia no limitada de protección contra incendio.

***Excepción 1:*** *Cuando alguno de los siguientes tipos de cables esté en una canalización, bajo una cubierta metálica o no-metálica o sean Tipo UF: (1) Los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y de señalización de potencia no limitada de protección contra incendio o (2) Los conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3.*

***Excepción 2:*** *Cuando los conductores, en adición a su aislamiento, están separados en forma permanente de los conductores de otros circuitos por medio de un elemento no-conductor, continuo y fijado firmemente, tal como tubos de porcelana o tubos flexibles.*

**2) En canalizaciones, envolventes, soportes tipo charola para cable y en cables.** Los conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3, no deben colocarse en canalizaciones, cajas de salida, envolventes, soportes para cable tipo charola o algún accesorio similar, junto con conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1, y de señalización de potencia no limitada de protección contra incendio.

***Excepción 1:*** *Cuando conductores de diferentes circuitos están separados por una barrera. Se permite que los circuitos Clase 2 y Clase 3 se instalen en una canalización dentro de una cubierta, para separarlos de circuitos de alumbrado, de fuerza o Clase 1.*

***Excepción 2:*** *Conductores en compartimentos, envolventes, cajas de salida, o accesorios similares, cuando los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, Clase 1 y de señalización de potencia no limitada de protección contra incendio, entran solamente para conectar a equipo conectado a circuitos Clase 2 o Clase 3 y a los cuales están conectados los otros conductores en la envolvente. Los conductores de alumbrado, de fuerza, Clase 1, y de señalización de potencia no limitada para protección contra incendio deben colocarse dentro de la envolvente, de forma que se mantenga una separación mínima de 6 mm de los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3.*

***Excepción 3:*** *Los conductores subterráneos dentro de un registro, cuando se cumple alguna de las siguientes condiciones:*

***a.*** *Los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 y de señalización de potencia no limitada de protección contra incendio, están dentro de un cable con cubierta metálica o del Tipo UF.*

***b.*** *Los conductores en adición a su aislamiento o cubierta, están permanente y efectivamente separados de los conductores de otros circuitos por un elemento no-conductor, continuo y firmemente fijado, tal como un tubo (conduit) flexible.*

***c.*** *Cuando los conductores están permanente y efectivamente separados de los conductores de otros circuitos y están sujetados en forma segura a travesaños, aisladores u otros soportes adecuados.*

***Excepción 4:*** *Lo permitido en 780-6(a) e instalado conforme a lo estipulado en el Artículo 780.*

**3) Cubos de elevador.** Los conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3 instalados en cubos de elevador, deben instalarse en tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, tipo semipesado o tipo ligero o tubo *(conduit)* no-metálico rígido.

***Excepción:*** *Lo indicado en 620-21, Excepciones 1 y 2 para elevadores y equipo similar.*

**4) Tiros.** Los conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3 instalados en un ducto vertical, deben estar separados a no menos de 51 mm de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 y de señalización de potencia no limitada de protección contra incendio.

**b) Conductores de diferentes circuitos en el mismo cable, envolvente o canalización**

**1) Dos o más circuitos Clase 2.** Se permite que se instalen dentro del mismo cable, envolvente o canalización, dos o más conductores de circuitos Clase 2, siempre y cuando todos los conductores instalados estén aislados para la máxima tensión eléctrica de operación de cualquiera de los conductores.

**2) Dos o más circuitos Clase 3.** Se permite que los conductores de dos o más circuitos Clase 3 queden dentro del mismo cable, gabinete o canalización.

**3) Circuitos Clase 2 con circuitos Clase 3.** Se permite que los conductores de uno o más circuitos Clase 2, queden dentro del mismo cable, envolvente o canalización con conductores de circuitos Clase 3, siempre y

cuando el aislamiento de los conductores de circuitos Clase 2 sea por lo menos el requerido para los circuitos Clase 3.

**4) Circuitos Clase 2 o Clase 3 con otros circuitos.** Se permite que los cables con cubierta de circuitos Clase 2 o Clase 3, estén dentro del mismo gabinete o canalización con cables con cubierta de cualquiera de los siguientes:

**a.** Cables de sistemas de señalización de potencia limitada de protección contra incendio. Véase el Artículo 760.

**b.** Cables de fibra óptica dieléctricos y conductivos. Véase el Artículo 770.

**c.** Cables para circuitos de comunicación. Véase Artículo 800.

**d.** Cables para sistemas de antena comunal de televisión y de distribución de señal de radio. Véase Artículo 820.

**c) Soporte de los conductores.** Las canalizaciones no deben usarse como un medio de soporte para conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3

***Excepción.*** *Lo permitido en la Excepción 2 de 300-11(b).*

**725-53. Aplicaciones de los cables Clase 2, Clase 3 y PLTC**. Los cables Clase 2, Clase 3 y PLTC deben cumplir con los incisos (a) hasta (g):

**a) Cámaras de aire.** Los cables instalados en ductos, cámaras de aire y otros espacios usados para el manejo de aire ambiental, deben ser tipo CL2P o CL3P.

***Excepción:*** *Cables aprobados instalados como se indica en 300-22.*

**b) En tiro vertical.** Los cables en trayectorias verticales que penetren más de un piso, o los cables instalados en trayectorias verticales en un tiro, deben ser tipo CL2R o CL3R. Las penetraciones de pisos que requieren cables tipo CL2R y CL3R, deben contener sólo cables que sean adecuados para uso en tiros verticales o cámaras de aire.

***Excepción 1:*** *Los otros cables indicados en la Tabla 725-53 u otros métodos aprobados de alambrado en el Capítulo 3, cuando se instalen en canalizaciones metálicas, o estén situados en un tiro vertical a prueba de fuego que tenga barreras contra el fuego entre cada piso.*

***Excepción 2:*** *Los cables tipo CL2, CL3, CL2X, y CL3X instalados en viviendas de una o dos familias.*

**NOTA:** Véase 300-21 para los requerimientos de las barreras contra el fuego para las penetraciones entre pisos.

**c) Soporte para cables tipo charola.** Los cables instalados en un soporte para cables tipo charola deben ser del Tipo PLTC.

***Excepción:*** *Se permite que los conductores en cables tipo PLTC que se empleen en circuitos de termopares Clase 2, sean de cualquiera de los materiales empleados para aislamiento de cables de extensión de termopares.*

**d) Áreas peligrosas (clasificadas).** Los cables instalados en áreas peligrosas (clasificada) deben ser tipo PLTC. Cuando se permite el uso de cables tipo PLTC en 501-4(b), el cable debe ser instalado en soporte para cables tipo charola, en canalizaciones, soportado por un cable mensajero, o directamente enterrado cuando el cable está aprobado y listado para ese uso.

***Excepción 1:*** *Para circuitos Clase 2 según lo permitido por 501-4(b).*

***Excepción 2:*** *Los conductores en cables tipo PLTC que se empleen en circuitos de termopares Clase 2, se permite que sean de cualquiera de los materiales empleados para aislamiento de cables de extensión de termopares.*

**e) Otros alambrados dentro de edificios.** Los cables instalados en edificios en lugares diferentes a los cubiertos en los incisos anteriores, deben ser tipo CL2 o CL3.

***Excepción 1:*** *Los cables tipo CL2X o CL3X, cuando están instalados en una canalización o con alguno de los otros métodos de alambrado cubiertos en el Capítulo 3.*

***Excepción 2:*** *En espacios no encerrados cuando la longitud expuesta del cable no es mayor de tres metros*

***Excepción 3:*** *Cables Clase 2 tipo CL2X de menos de 6,4 mm de diámetro y los cables Clase 3 tipo CL3X de menos de 6,4 mm de diámetro, cuando estén instalados en viviendas unifamiliares o multifamiliares.*

***f) Conexiones.*** En conexiones de sistemas deben emplearse cables tipo CL2 o CL3.

**g) Substitución de cables.** Los cables Clase 2 y Clase 3, se permite sean sustituidos conforme a lo indicado en la Tabla 725-53 e ilustrados en la figura 725-53.

**Tabla 725-53 Sustitución de cables**

| Tipo de cable | Sustitución permitida |
|---|---|
| CL3P | MPP, CMP, FPLP |
| CL2P | MPP, CMP, FPLP, CL3P |
| CL3R | MPP, CMP, FPLP, CL3P,MPR, CMR, FPLR |
| CL2R | MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P, MPR, CMR, FPLR, CL3R |
| CL3 | MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, FPLR, CL3R,MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC |

| | |
|---|---|
| CL2 | MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P,MPR. CMR, FPLR, CL3R, CL2R,MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3 |
| CL3X | MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, FPLR, CL3R,MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3,CMX, |
| CL2X | MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P,MPR, CMR, FPLR, CL3R, CL2R,MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3,CL2, CMX, CL3X |

**Nota:** Para información sobre los cables FPLP, FPLR y FPL, véase 760-50. Para información sobre los cables MPP, MPR, MPG, MP, CMP, CMR, CMG y CM, véase 800-50.

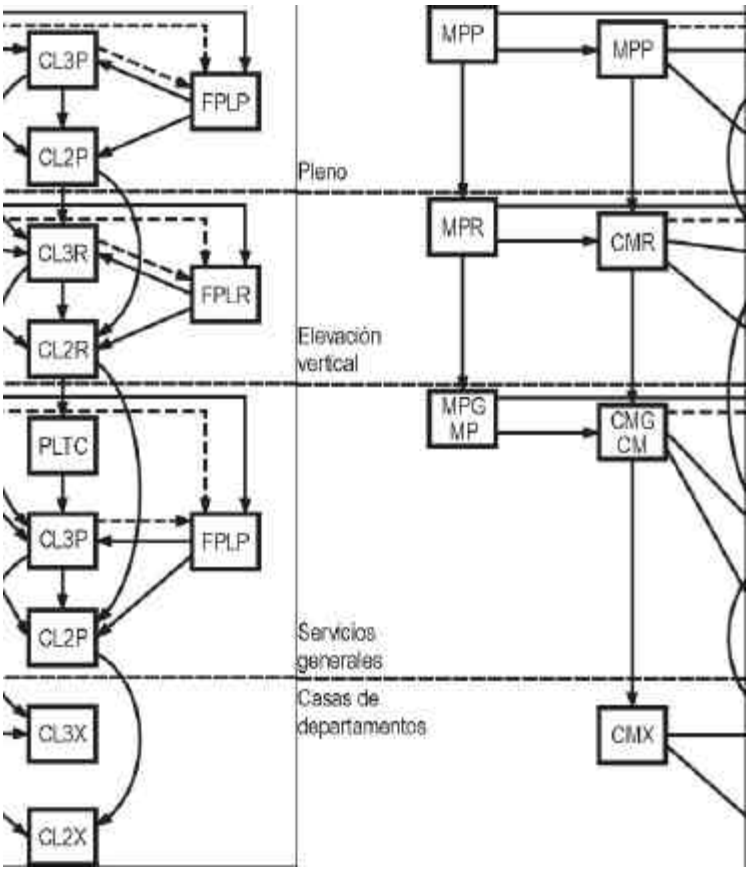



**Figura 725-53. Jerarquía de sustitución de cables**

**TIPO CM.-** CABLE Y CONDUCTORES DE COMUNICACIÓN.

**TIPO CL2 Y CL3.-** CABLES CLASE 2 Y 3 PARA CONTROL REMOTO, SEÑALIZACIÓN Y POTENCIA LIMITADA.
**TIPO FPL.-** CABLES DE SEÑALIZACIÓN DE POTENCIA LIMITADA PARA PROTECCIÓN CONTRA FUEGO.
**TIPO MP.-** CABLES DE SERVICIOS MÚLTIPLES.
**TIPO PLCT.-** CABLES DE POTENCIA LIMITADA, PARA INSTALARSE EN CHAROLA.
**A → B** EL CABLE "A" ESTA PERMITIDO UTILIZARSE EN LUGAR DEL CABLE B.
**A- - → B** EL CABLE "A" ESTA PERMITIDO UTILIZARSE EN LUGAR DEL CABLE B CON RESTRICCIONES. VEÁSE 760-51 (a), (b) y (g).

## ARTÍCULO 760 - SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### A. Disposiciones generales

**760-1. Alcance.** Este Artículo cubre la instalación de alambrado y equipos de sistemas de señalización para protección contra incendios que operen a 600 V nominales, o menos.

**NOTA 1:** Los sistemas de señalización para protección contra incendios incluyen alarmas contra incendio, registros de vigilancia y sistemas de supervisión de aspersores.

**NOTA 2:** Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3, se definen en el Artículo 725.

**760-2. Ubicación y referencia a otros artículos.** Los circuitos y equipo deben cumplir con los incisos siguientes:

**a) Propagación del incendio o productos de la combustión**. Véase 300-21.

**b) Ductos, cámaras de aire y otros espacios para manejo de aire**. Véase 300-22, cuando se instalen en ductos, cámaras de aire y otros espacios usados para aire ambiental.

***Excepción:*** *Lo permitido en 760-17 (e)(1) y (2) y 760-53(a).*

**c) Locales clasificados como peligrosos.** Véanse los Artículos del 500 al 516, y la Parte D del Artículo 517, cuando se instalan en locales clasificados como peligrosos.

**d) Lugares con ambientes corrosivos, húmedos o mojados.** Véanse 110-11, 300-6 y 310-9 cuando se instalan en lugares con ambientes corrosivos, húmedos o mojados.

**e) Circuitos de control de edificios.** Véase el Artículo 725 cuando los circuitos de control de edificios (por ejemplo control de elevadores, ventiladores, etc.), están asociados con los sistemas de señalización para protección contra incendios.

**f) Cables de fibra óptica.** Cuando se utilicen cables de fibra óptica para circuitos de alarma contra incendio, los cables deben instalarse como se indica en el Artículo 770.

**760-3. Clasificación.** Los circuitos de señalización para protección contra incendios son la parte del sistema de alambrado entre el lado de la carga del dispositivo de sobrecorriente o de la fuente de potencia limitada y todo el equipo de señalización conectado, y deben clasificarse como de potencia no-limitada o de potencia limitada. Todos los circuitos de señalización para protección contra incendio, deben cumplir con la Parte A y, en adición, los circuitos de potencia no-limitada deben cumplir con la Parte B, y los circuitos de potencia limitada deben cumplir lo indicado en la Parte C. Los circuitos que no cumplan con todos los requerimientos establecidos en la Parte C, incluyendo el marcado requerido en 760-22, se clasificarán como circuitos de potencia no-limitada y deben cumplir con todos los requerimientos indicados en la Parte B.

**760-4. Identificación.** Los circuitos de señalización para protección contra incendios deben identificarse en las terminales y en las uniones, de forma que se evite cualquier interferencia no intencional con otros circuitos de señalización durante las pruebas o el servicio.

**760-5. Circuitos que se extienden más allá de un edificio.** Los circuitos de señalización para protección contra incendios que se extiendan en forma aérea más allá de un edificio, deben cumplir ya sea con los requerimientos establecidos en el Artículo 800 y clasificarse como circuitos de comunicación o cumplir con los requerimientos indicados en el Artículo 225.

**760-6. Puesta a tierra.** Los circuitos y equipo de señalización para protección contra incendios, deben ser puestos a tierra conforme a lo establecido en el Artículo 250.

***Excepción:*** *Los circuitos de señalización de potencia limitada de c.c. que tengan una corriente eléctrica máxima de 30 mA.*

**760-7. Acceso al equipo eléctrico por la parte posterior de los tableros.** El acceso a equipo por la parte posterior de los tableros, no debe obstruirse por la acumulación de cables o alambres que impidan retirar la cubierta diseñada para ese fin, incluyendo, en su caso, cubiertas suspendidas del techo.

**B. Circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendios**

**760-11. Limitaciones de potencia.** La fuente de suministro para los circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendios, deben de cumplir con los Capítulos 1 al 4, y la tensión eléctrica de salida no debe ser mayor a 600 V nominales.

**760-12. Protección contra sobrecorriente.** Los conductores de tamaño nominal de 2,082 $mm^2$ (14 AWG) y mayores deben protegerse contra sobrecorriente de acuerdo con los valores especificados en 310-15, cuando sea aplicable. No deben aplicarse los factores de reducción de capacidad de conducción de corriente. La protección contra sobrecorriente no debe exceder de 7 A para conductores de 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) y de 10 A para conductores de 1,307 $mm^2$ (16 AWG).

***Excepción:*** *Cuando en otros Artículos de esta NOM, se permiten o requieren otras protecciones contra sobrecorriente.*

**760-13. Localización de los dispositivos de protección contra sobrecorriente.** Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben situarse en el punto donde el conductor por proteger es alimentado.

***Excepción 1:*** *Cuando el dispositivo que protege al conductor de mayor tamaño nominal también protege a los conductores de menor tamaño nominal.*

***Excepción 2:*** *Conductores del secundario del transformador. Los conductores de circuitos de señalización de potencia no-limitada para la protección contra incendio, alimentados por el secundario de un transformador monofásico que tenga solamente dos hilos (una sola tensión eléctrica) en el secundario, se permite que sean protegidos contra sobrecorriente por el dispositivo de protección del lado del primario del transformador, siempre y cuando la protección esté de acuerdo con lo indicado en 450-3, y no exceda el valor determinado por la multiplicación de la capacidad de conducción de corriente del conductor en el secundario, por la relación de transformación de tensión del secundario al primario del transformador. Los conductores del secundario del transformador de más de dos hilos, no están considerados para ser protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario.*

**760-14. Método de alambrado.** La instalación del alambrado debe estar de acuerdo con lo indicado en los Artículos apropiados del Capítulo 3.

***Excepción 1:*** *Como se indica en 760-15 a 760-18.*

***Excepción 2:*** *Cuando en otros Artículos de esta NOM se requieran otros métodos.*

**760-15. Conductores de diferentes circuitos en el mismo cable, envolvente o canalización.** Se permite que los circuitos Clase 1 y los circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendios estén dentro del mismo cable, envolvente o canalización sin considerar que los circuitos individuales sean de corriente eléctrica

continua o alterna, siempre y cuando todos los conductores estén aislados para la tensión eléctrica máxima de cualquiera de los conductores en la envolvente o canalización. Se permite que los conductores de circuitos de alimentación y de señalización para protección contra incendio, formen parte del mismo cable, envolvente o canalización solamente cuando estén conectados al mismo equipo.

**760-16. Conductores de cobre**

**a) Tipos, tamaño nominal y usos.** Para circuitos de señalización de protección contra incendios, sólo se permiten conductores de cobre. Se permite el uso de conductores de tamaño nominal de 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) y 1,307 $mm^2$ (16 AWG), siempre y cuando abastezcan cargas que no excedan de las capacidades de corriente eléctrica dadas en la Tabla 402-5 y que se instalen en una canalización o que formen parte de un cable aprobado. Los conductores de tamaño nominal de 1,307 $mm^2$ (16 AWG) no deben abastecer cargas mayores que las capacidades de conducción de corriente dadas en 310-15, cuando sea aplicable.

**b) Aislamiento.** El aislamiento de los conductores debe ser adecuado para 600V. Los conductores mayores de 1,307 $mm^2$ (16 AWG) deben cumplir lo establecido en el Artículo 310. Los conductores de tamaño nominal de 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) y 1,307 $mm^2$ (16 AWG) deben ser tipo KF-2, PF, PGF, RFH-2, RFHH-2, RFHH-3, SF-2, TF, TFN o ZF. Se permiten conductores de otros tipos y espesores de aislamiento, si están aprobados y listados para uso en circuitos de señalización de potencia no-limitada, de protección contra incendios.

**NOTA:** Para indicaciones sobre los usos de los Tipos de conductores véase la Tabla 402-3.

**c) Material del conductor.** Los conductores deben ser alambres de cobre o cordones con cableado en haz.

***Excepción 1:*** *Para tamaños nominales de 1,307 $mm^2$ (16 AWG) y 0,8235 $mm^2$ (18 AWG), se permite que sean conductores cableados de cobre con un máximo de siete alambres.*

***Excepción 2:*** *Para tamaños nominales de 2,082 $mm^2$ (14 AWG) y mayores, se permite que sean conductores cableados de cobre con un máximo de 19 alambres.*

**760-17. Cables multiconductores para circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio, que operan a 150 V o menos.** Se permite utilizar cables multiconductores para circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio para tensiones eléctricas de 150 V o menos, si cumplen los requisitos de (a) hasta (e):

**a) Resistencia al fuego de cables dentro de edificios.** Los cables multiconductores para circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio dentro de un edificio, deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación de la flama de acuerdo con lo indicado en (b) y (c):

**b) Aprobación y marcado.** Los cables multiconductores para circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio dentro de un edificio, deben estar aprobados y listados como adecuados para ese uso y marcados de acuerdo con lo indicado en la Tabla 760-17(b).

**Tabla 760-17(b). Marcado de cables**

| Marcado del cable | Tipo | Referencia |
|---|---|---|
| NPLFP | Cables en cámaras de aire para circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio. | 760 – 17(c) (4) y 760 – 17(e) (2) |
| NPLFR | Circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio. | 760 – 17(c) (5) y 760 – 17(e) (3) |
| Marcado del cable | Tipo | Referencia |
| NPLF | Cables en cámaras de aire para circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio | 760 – 17(c) (6) y 760 – 17(e) (4) |

**NOTA 1:** Véanse las Secciones de referencia para los requerimientos de aprobación y usos permitidos.

**NOTA 2:** Los tipos de cables están listados en orden descendente de resistencia al fuego.

**c) Requerimientos de aprobación.** Los cables para circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio, deben tener las características indicadas en los incisos (1) a (3) siguientes, y dependiendo del Tipo, las de alguno de los incisos del (4) al (6):

**1) Material del conductor.** Los conductores deben ser alambres de cobre o cordones con cableado en haz.

***Excepción 1:*** *Para tamaños nominales de 1,307 $mm^2$ (16 AWG) y 0,8235 $mm^2$ (18 AWG), se permite que sean conductores cableados de cobre con un máximo de siete hilos.*

***Excepción 2:*** *Para tamaños nominales de 2,082 $mm^2$ (14 AWG) y mayores, se permite que sean conductores cableados de cobre con un máximo de 19 hilos.*

**2) Tamaño nominal y cantidad.** Los cables pueden tener dos o más conductores de tamaño nominal de 0,8235 $mm^2$ (18 AWG) o mayores.

**3) Tensión eléctrica de operación.** Cada conductor aislado del cable debe ser adecuado para una tensión eléctrica nominal de por lo menos 300 V. La combinación de los conductores aislados y la cubierta del cable, deben soportar una tensión eléctrica de operación de no menos de 600 V.

**4) Tipo NPLFP.** Los cables Tipo NPLFP para circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio, deben estar aprobados y listados para usarse en otros espacios para aire ambiental como los descritos en 300-22(c) y deben tener características adecuadas de resistencia al fuego y de baja emisión de humos.

**5) Tipo NPLFR.** Los cables tipo NPLFR para circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio, deben estar aprobados y listados para uso en instalaciones verticales, ya sea en tiros o en pasos entre piso y piso. También deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación del fuego, de forma que eviten la propagación del fuego de un piso a otro.

**NOTA:** Para definir las características de resistencia a la propagación de incendio que eviten la propagación del fuego de un piso a otro, el cable debe cumplir los requerimientos del método que permita determinar la propagación de incendio en cables instalados verticalmente en tiros.

**6) Tipo NPLF.** Los cables tipo NPLF para circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio, deben estar aprobados y listados para uso general en alarmas contra incendio, excepto en instalaciones verticales, ductos, cámaras de aire u otros espacios usados para el manejo de aire ambiental, y deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación de incendio.

**d) Método de alambrado.** Los cables multiconductores de circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendios descritos en 760-17 (a), deben instalarse como sigue:

**1)** En canalizaciones o expuestos sobre la superficie de techos y paredes laterales o "guiados" en espacios ocultos. Cuando se instalan expuestos, los cables deben estar soportados e instalados de tal forma que se logre la máxima protección contra daños físicos, colocándolos en zoclos, marcos de puertas, chambranas, bordes, etc. Los cables deben estar sujetados adecuadamente a intervalos no-mayores a 45 cm.

**2)** Cuando los cables pasen a través de pisos o paredes hasta una altura de 2,15 m sobre el piso, deben instalarse en canalización metálica o en tubo *(conduit)* rígido no-metálico, a menos que se les pueda dar una protección segura en alguno de los elementos de construcción mencionados en el inciso (1) anterior, u otra protección sólida adecuada.

**3)** Cuando se instalen en cubos de elevador, los cables deben estar dentro de tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, tipo semipesado o tipo ligero o en tubo *(conduit)* rígido no-metálico.

***Excepción.*** *Para elevadores y equipo similar debe seguirse lo establecido por 620-21, Excepciones 1 y 2.*

**e) Aplicaciones de los cables para circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendios**. Para el uso de estos cables debe cumplirse con los incisos siguientes:

**1)** Ductos y cámaras de aire. Los Cables multiconductores para circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio no deben instalarse en forma expuesta, sin protección, en ductos de manejo de aire ambiental o en cámaras de aire. Véase 300-22 (b).

**2)** Otros espacios para el manejo de aire ambiental. Los cables deben ser del Tipo NPLFP, cuando se instalan en otros espacios usados para el manejo de aire ambiental.

***Excepción 1:*** *Pueden usarse también los cables tipo NPLF y NPLFR si se instalan de acuerdo con lo indicado en 300-22 (c).*

***Excepción 2:*** *Pueden usarse otros métodos de alambrado de acuerdo con lo indicado en 300-22(c) y los conductores de acuerdo con lo indicado en 760-16 (c).*

**3)** Tiro vertical. Los cables instalados en trayectorias verticales que pasan a través de más de un piso, o los cables instalados en tiros verticales, deben ser tipo NPLFR. Cuando se requieran cables Tipo NPLFR, pueden usarse como alternativa cables aprobados y listados para cámaras de aire.

***Excepción 1:*** *Pueden emplearse cables tipo NPLF u otros especificados en el Capítulo 3 que cumplan con lo indicado en 760-16 (c) y estén instalados en canalizaciones metálicas.*

***Excepción 2:*** *Pueden emplearse cables tipo NPLF si están ubicados en un tiro vertical a prueba de fuego y tienen barreras contra el fuego en cada piso.*

**NOTA:** Véase 300-21 para los requerimientos de las barreras contra el fuego en la penetración de pisos.

**4)** Otros alambrados dentro de edificios. Los cables instalados en lugares del edificio diferentes a los indicados en los incisos (1), (2) y (3) anteriores deben ser del tipo NPLF.

***Excepción 1:*** *Los métodos de alambrado del Capítulo 3 con conductores que cumplan con 760-16(c).*

***Excepción 2:*** *Se permiten cables tipo NPLFP y NPLFR.*

**760-18. Número de Conductores en soporte para cables tipo charola y canalizaciones y factor de reducción**

**a) Circuitos para señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio y circuitos Clase 1.** Cuando en una canalización hay solamente circuitos para señalización de potencia no-limitada y circuitos Clase 1, el número de conductores puede determinarse como se indica en 300-17. Se aplican los factores de reducción dados

en el Artículo 310, Nota: 8(a) de las Notas a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V, si tales conductores llevan carga continua arriba de 10% la capacidad de conducción corriente permitida para cada conductor.

**b) Conductores de suministro de potencia y conductores para circuitos de señalización para protección contra incendios.** Cuando de acuerdo con lo indicado en 760-15, se permite que en una canalización existan cables de potencia y circuitos de señalización para protección contra incendio, el número de conductores debe determinarse como se indica en 300-17. Los factores de reducción dados en el Artículo 310, Nota 8(a) de las Tablas de capacidad de corriente de 0 a 2000 V, se aplican como sigue:

**1)** A todos los conductores, cuando los conductores del circuito de señalización para protección contra incendio, lleven cargas continuas arriba de 10% la capacidad de conducción de corriente permisible de cada conductor y cuando el número total de conductores sea mayor a tres.

**2)** Solamente a los conductores de suministro de potencia, cuando los conductores del circuito de señalización para protección contra incendio no llevan carga continua arriba de 10% su capacidad de conducción de corriente permisible, y cuando el número de conductores de suministro de potencia es más de tres.

**c) Soporte tipo charola para cables.** Cuando los conductores del circuito de señalización para protección contra incendio se instalan en soporte tipo charola para cables, deben cumplir con lo indicado en 318-9 a 318-11.

**C. Circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios**

**760-21. Limitaciones de potencia.** Como se específica en la Tabla 760-21(a) para circuitos de c.a. y en la Tabla 760-21(b) para circuitos de c.c., los circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios, deben ser inherentemente limitados y no deben requerir protección contra sobrecorriente, o deben estar limitados por una combinación de la fuente de potencia y de la protección contra sobrecorriente.

**760-22. Marcado de los circuitos.** El equipo debe estar marcado en forma permanente y donde sea claramente visible, para indicar cada circuito de señalización de potencia limitada de protección contra incendio.

**Tabla 760-21(a). Limitaciones de la fuente de potencia para circuitos de señalización de c.a. para protección contra incendio**

| | | Fuente de potencia inherentemente limitada (no requiere protección contra sobrecorriente) | | | Fuente de potencia no inherente limitada (requiere protección contra sobrecorriente) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tensión eléctrica del circuito $V_{máx}$ (V) (Nota 1) | | 0 a 20 | Más de 20 hasta 30 | Más de 30 hasta 100 | 0 a 20 | Más de 20 Hasta 100 | Más de 100 Hasta 150 |
| Limitaciones de potencia (VA)máx (Nota 1) | | --- | --- | --- | 250 (Nota2) | 250 | N.A. |
| Limitaciones de corriente I máx (A) (Nota 1) | | 8,0 | 8,0 | $150/V_{máx}$ | $1000/V_{máx}$ | $1000/V_{máx}$ | 1,0 |
| Máxima protección contra sobrecorriente (A) | | --- | --- | --- | 5,0 | $100/V_{máx}$ | 1,0 |
| Datos máximos de placa de la fuente de potencia | VA | $5,0 \times V_{máx}$ | 100 | 100 | $5,0 \times V_{máx}$ | 100 | 100 |
| | Corriente (A) | 5,0 | $100/V_{máx}$ | $100/V_{máx}$ | 5,0 | $100/V_{máx}$ | $100/V_{máx}$ |
| Cables alimentadores | | Véase 760-25 | | | | | |
| Cables de circuito | | Véanse 760-49 a 760-53 | | | | | |

**Tabla 760-21(b). Limitaciones de la fuente de potencia para circuitos de señalización de c.c. para protección contra incendio**

| | Fuente de potencia inherentemente limitada (no requiere protección contra sobrecorriente) | Fuente de potencia no inherente limitada (requiere protección contra sobrecorriente) |
|---|---|---|

| Tensión eléctrica del circuito $V_{máx}$ (V) (Nota 1) | | 0 a 20 | Más de 20 hasta 30 | Más de 30 Hasta 100 | Más de 100 hasta 250 | 0 a 20 | Más de 20 hasta 100 | Más de 100 hasta 150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Limitaciones de potencia $(VA)_{máx}$(VA) (Nota 1) | | --- | --- | --- | --- | 250 (Nota 2) | 250 | N,A, |
| Limitaciones de corriente $I_{máx}$ (A) (Nota1) | | 8,0 | 8,0 | $150/V_{máx}$ | 0,030 | 1000/V máx | 1000/V máx | 1,0 |
| Máxima protección contra sobrecorriente (A) | | --- | --- | --- | --- | 5,0 | $100/V_{máx}$ | 1,0 |
| Datos máximos de placa de la fuente de potencia | VA | 5,0 x $V_{máx}$ | 100 | 100 | 0,030 x $V_{máx}$ | 5,0 x $V_{máx}$ | 100 | 100 |
| | Corriente (A) | 5,0 | $100/V_{máx}$ | 100/Vmáx | 0,030 | 5,0 | $100/V_{máx}$ | $100/V_{máx}$ |
| Cables alimentadores | | Véase 760-25 | | | | | | |
| Cables de circuito | | Véanse 760-49 a 760-53 | | | | | | |

Observaciones para las Tablas 760-21 (a) y (b)

**1: $V_{máx}$:** Tensión eléctrica máxima de salida, con tensión eléctrica nominal de alimentación, independientemente de la carga.

**$I_{máx}$:** Corriente eléctrica máxima de salida con cualquier carga no-capacitiva, incluyendo la corriente eléctrica de cortocircuito y puenteando la protección contra sobrecorriente, si se usa.

Cuando un transformador limita la corriente eléctrica de salida, los límites de $I_{máx}$ se aplican después de un minuto de operación. Cuando una impedancia limitadora de corriente eléctrica, aprobada y listada para ese propósito, se usa en combinación con un transformador de potencia no-limitada o un dispositivo de almacenamiento de energía, por ejemplo, un acumulador de batería, para limitar la corriente eléctrica de salida, los límites de $I_{máx}$ se aplican después de cinco segundos.

**$(VA)_{máx}$:** Volt-amperes máximos de salida después de un minuto de operación, independientemente de la carga y con la protección contra sobrecorriente puenteada. La impedancia limitadora de corriente eléctrica no se debe puentear cuando se determina $I_{máx}$ y $(VA)_{máx}$.

**2:** Si la fuente de potencia es un transformador, $(VA)_{máx}$ son 350 o menos, cuando $V_{máx}$ es 15 o menos.

**760-23. Protección contra sobrecorriente.** Cuando se requiera protección contra sobrecorriente, los dispositivos de protección no deben ser intercambiables con dispositivos de mayor capacidad de corriente nominal. Se permite que el dispositivo de protección contra sobrecorriente sea parte integral de la fuente de potencia.

**760-24. Localización del dispositivo de protección contra sobrecorriente.** Cuando se requiera dispositivo de protección contra sobrecorriente, éste debe colocarse en el punto donde el conductor a proteger reciba el suministro de energía.

**760-25. Métodos de alambrado del lado de la alimentación.** Los conductores y equipo instalados del lado de alimentación de dispositivos de protección contra sobrecorriente, transformadores o dispositivos limitadores de corriente, deben instalarse de acuerdo con los requerimientos aplicables de la Parte B de este Artículo y del Capítulo 3. Los transformadores u otros elementos energizados por los conductores alimentadores de energía, deben protegerse contra sobrecorriente por un dispositivo de sobrecorriente con capacidad no-mayor a 20 A.

***Excepción.*** *Los cables de entrada a un transformador o a otra fuente de energía que alimenten a circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio, se permite que sean de tamaño nominal menor a 2,082 $mm^2$ (14 AWG), pero no-menor a 0,8235 $mm^2$ (18 AWG), si no exceden de 300 mm de longitud y su aislamiento cumple con lo indicado en 760-16(b).*

**760-28. Métodos de alambrado y materiales en el lado de la carga.** En los circuitos instalados en el lado de la carga de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, transformadores u otros dispositivos limitadores de corriente, se permite el uso de métodos de alambrado y materiales que estén de acuerdo indistintamente con (a) o (b) listados abajo:

**a) Métodos de alambrado y materiales para circuitos de potencia no-limitada.** Deben aplicarse los Artículos apropiados del Capítulo 3, incluyendo 300-17, y en adición, los conductores deben ser de cobre sólido, estañado cableado en haz, o cableado con un máximo de 19 alambres.

***Excepción 1:*** *No se deben aplicar los factores de reducción del Artículo 310, Nota: 8(a) de las Notas de las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V.*

***Excepción 2:*** *Se permite instalar conductores y cables multiconductores descritos e instalados de acuerdo con lo indicado en 760-16 y 760-17.*

***Excepción 3:*** *Se permite que los circuitos de potencia limitada sean reclasificados e instalados como circuitos de potencia no-limitada si se elimina el marcado requerido en 760-22 (Véase 760-3) y la totalidad del circuito se instala empleando los métodos de alambrado y los materiales indicados en la Parte B de este Artículo.*

**b) Métodos de alambrado y materiales para circuitos de potencia limitada.** Los cables y conductores para circuitos de potencia limitada descritos en 760-49 a 760-51, deben instalarse como sigue:

**1)** En canalizaciones o expuestos sobre la superficie de techos y paredes laterales o "guiados" en espacios ocultos. Cuando se instalen expuestos, los cables deben estar soportados por accesorios adecuados, e instalados de tal forma que se logre la máxima protección contra daño físico, colocándolos en zoclos, marcos de puertas, chambranas, bordes, etc. Los cables deben estar sujetados adecuadamente a intervalos no-mayores a 45 cm.

**2)** Cuando los cables pasen a través de pisos o paredes hasta una altura de 2,2 m sobre el piso, deben instalarse en canalización metálica o en tubo *(conduit)* rígido no-metálico, a menos que se les pueda dar una protección adecuada en alguno de los elementos de construcción mencionados en el inciso (1) anterior, u otra protección sólida adecuada.

**3)** Cuando se instalen en cubos de elevador, los cables deben estar dentro de tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, tipo semipesado o tipo ligero o en tubo *(conduit)* rígido no-metálico.

***Excepción.*** *Para elevadores y equipo similar debe seguirse lo establecido por 620-21, Excepciones 1 y 2.*

**760-49. Resistencia a la propagación del fuego en los cables dentro de edificios.** Los cables monoconductores o multiconductores para circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios, instalados en el alambrado dentro de edificios, deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación del fuego de acuerdo con lo indicado en 760-50 y 760-51.

**760-50. Aprobación, marcado e instalación de cables para circuitos de señalización de potencia limitada para la protección contra incendios.** Los cables para circuitos de señalización de potencia limitada para la protección contra incendio instalados en el alambrado dentro de edificios, deben estar aprobados y listados como apropiados para ese uso, marcados de acuerdo con lo indicado en la Tabla 760-50 e instalados de acuerdo con lo indicado en 760-52. La tensión eléctrica nominal no debe marcarse en el cable.

**NOTA:** La tensión eléctrica de operación de los cables puede ser mal interpretada, como sugiriendo que los cables son apropiados para aplicaciones de alumbrado, de fuerza o de Clase 1.

***Excepción 1:*** *Se permite el marcado sobre el cable de la tensión eléctrica de operación, cuando el cable está aprobado para diversos usos y el marcado de la tensión eléctrica se requiere para una o varias de las aplicaciones.*

***Excepción 2:*** *Se permiten las sustituciones de un Tipo de cable por otro adecuado para el mismo uso, como se indica en 760-53(d).*

**Tabla 760-50. Marcado de los cables**

| Tipo | Marcado del cable | Referencia |
|---|---|---|
| FPLP | Cables en cámaras de aire para circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio. | 760-51 (d) y 760-53 (a) |
| FPLR | Cables para tiro vertical para circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio | 760-51 (e) y 760-53 (b) |
| FPL | Cables para circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio | 760-51 (f) y 760-53 (c) |

**NOTA 1:** Véanse las Secciones de referencia para los requerimientos de aprobación y usos permitidos.

**NOTA 2:** Los Tipos de cables están listados en orden descendente de resistencia a la propagación de incendio.

**760-51. Requerimientos de aprobación.** Los cables para circuitos de señalización de potencia limitada para la protección contra incendio, deben estar aprobados de acuerdo con lo indicado en los incisos (a), (b) y (c), y dependiendo del tipo con los incisos del (d) al (g) siguientes.

**a) Material del conductor.** Los conductores deben ser de cobre sólido o de cobre cableado en haz con estañado integral.

***Excepción 1:*** *Se permiten conductores cableados de 1,307 mm$^2$ (16 AWG) y 0,8235 mm$^2$ (18 AWG) con un máximo de 7 alambres.*

***Excepción 2:*** *Se permiten conductores cableados de 2,082 mm$^2$ (14 AWG) y mayores, con un máximo de 19 alambres.*

**b) Número de conductores y tamaño nominal.** El número de conductores y el tamaño nominal de ellos debe cumplir con los requerimientos de la Tabla 760-51. Se permiten conductores de 0,128 mm$^2$ (26 AWG) solamente si están empalmados con conectadores aprobados e identificados como adecuados para conductores de 0,128 mm$^2$ (26 AWG), 0,205 mm$^2$ (24 AWG) o conductores de mayor tamaño nominal que terminen en equipos o si los conductores de 0,128 mm$^2$ (26 AWG) son terminados en los equipos con conexiones aprobadas e identificadas para conductores de 0,128 mm$^2$ (26 AWG).

**Tabla 760-51. Tamaño nominal mínimo y número de conductores requeridos en Cables usados para circuitos de señalización de potencia limitada para la protección contra incendios**

| Tamaño nominal mm$^2$ (AWG) | Número mínimo de conductores en el cable |
|---|---|
| 0,128 (26) | 10 |
| 0,205 (24) | 6 |
| 0,324 (22) | 4 |
| 0,653 (19) | 2 |
| 1,307 (16) o mayores | 1 |

**c) Tensión eléctrica nominal de operación.** El cable debe ser adecuado para una tensión eléctrica de operación no-menor a 300 V.

**d) Tipo FPLP.** Los cables tipo FPLP de potencia limitada para alarmas contra fuego en cámaras de aire, deben estar aprobados y listados como adecuados para uso en ductos, cámaras de aire u otros espacios usados para el manejo de aire ambiental y también deben estar aprobados y listados como resistentes al fuego y de baja emisión de humos.

**e) Tipo FPLR.** Los cables tipo FPLR de potencia limitada para alarma contra incendio en instalaciones verticales, deben estar aprobados y listados para usarse en tiros verticales o pasos de piso a piso. También deben estar aprobados y listados como resistentes al fuego, de forma que eviten la propagación del fuego de un piso a otro.

> **NOTA:** Para definir las características de resistencia a la propagación de incendio que eviten la propagación del fuego de un piso a otro, el cable debe cumplir los requerimientos del método de prueba que permita determinar la propagación de incendio en cables instalados verticalmente en tiros.

**f) Tipo FPL.** Los cables tipo FPL de potencia limitada para alarmas contra incendio, deben estar aprobados y listados para uso general en alarmas contra incendio, excepto en instalaciones verticales, ductos, cámaras de aire u otros espacios usados para el manejo de aire ambiental, y deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación de incendio.

**g) Cables coaxiales.** Los cables coaxiales deben tener como conductor central un conductor de cobre o de acero recubierto con cobre, de un tamaño nominal no-menor a 0,324 mm$^2$ (22 AWG), y una tensión eléctrica nominal no-menor a 300 V y deben estar aprobados y listados como cables tipo FPLP, FPLR, o FPL.

**760-52. Instalación de conductores y equipos.** Los conductores instalados del lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente, transformadores y dispositivos limitadores de corriente eléctrica, deben cumplir con (a) y (b):

**a)** Separación de los conductores de los circuitos de señalización de potencia limitada, de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza o Clase 1 y de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio.

**1) Conductores expuestos.** Los conductores de circuitos de potencia limitada, deben estar separados por lo menos 51 cm de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de los circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendios.

***Excepción 1:*** *Cuando los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio, están en una canalización o forman parte de un cable con cubierta metálica o cubierta no-metálica o tipo UF.*

***Excepción 2:*** *Cuando los conductores de circuitos de potencia limitada están separados permanentemente de los conductores de otros circuitos por medio de una barrera continua y fija no conductora, tal como tubos de porcelana o tubos flexibles en adición al aislamiento del conductor.*

**2) En cables, compartimentos, recintos, cajas de salida o canalizaciones.** Los conductores de circuitos de potencia limitada no deben formar parte de ningún cable, compartimento, recinto, caja de salida o canalizaciones, en donde haya conductores de alumbrado, de fuerza, Clase 1 o conductores de circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendios.

***Excepción 1:*** *Cuando los conductores de los diferentes circuitos están separados por una barrera.*

***Excepción 2:*** *Cuando los conductores en compartimentos, recintos, cajas de salida o canalizaciones, pertenecientes a circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 o de potencia no-limitada se introducen solamente para conectar al equipo que, a su vez, está conectado al sistema de protección contra incendio de potencia limitada o a otros circuitos controlados por el sistema de señalización de protección contra incendios a los cuales son conectados los otros conductores de la envolvente.*

*Los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 y de circuitos de señalización de potencia no-limitada para protección contra incendio, deben tener una trayectoria tal, dentro de la envolvente, que mantenga una separación mínima de 7 mm respecto a los conductores de los circuitos de protección contra incendio de potencia limitada.*

**3) En cubos verticales.** Los conductores de circuitos de potencia limitada deben estar separados por lo menos 50 mm de los conductores de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 y de los conductores de circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio, que estén instalados en el mismo cubo vertical.

***Excepción 1:*** *Cuando los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 y de señalización de potencia no-limitada o los de señalización de potencia limitada, estén instalados en forma separada en canalizaciones metálicas cerradas.*

***Excepción 2:*** *Cuando los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 y de señalización de potencia no-limitada, estén instalados en una canalización separada o forman parte de un cable con cubierta metálica o cubierta no-metálica o de cables tipo UF.*

**4) Cubos de elevador.** Los conductores de los circuitos de potencia limitada que se instalen en cubos de elevador, deben estar dentro de tubo *(conduit)* metálico rígido.

***Excepción:*** *Lo que se indica para elevadores o equipos similares en las Excepciones 1 y 2 de 620-21.*

**b)** Conductores de diferentes circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendios, Clase 2, Clase 3 y circuitos de comunicación en el mismo cable, envolvente o canalización.

**1)** Se permite tener en el mismo cable, gabinete o canalización, cables y conductores de dos o más circuitos de señalización de potencia limitada y de circuitos de comunicación o de circuitos de Clase 3.

**2)** Se permite tener en el mismo cable, envolventes o canalización, conductores de uno o más circuitos de Clase 2, junto con conductores de señalización de potencia limitada para protección contra incendios, siempre y cuando el aislamiento de los conductores de los circuitos Clase 2 sea por lo menos igual al requerido para los conductores de los circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio.

**760-53. Aplicaciones de cables aprobados para circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio.** Los cables de los circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio, deben cumplir con lo indicado en los incisos (a), (b) y (c) siguientes, y cuando se haga una sustitución de tipo de cable, con el inciso (d):

**a) En cámaras de aire.** Los cables instalados en ductos, cámaras de aire u otros espacios usados para el manejo de aire ambiental deben ser del tipo FPLP.

***Excepción.*** *Los cables tipo FPLP, FPLR y FPL cuando se instalan de acuerdo con lo indicado en 300-22.*

**b) En instalaciones verticales.** Los cables instalados en instalaciones verticales que penetran más de un piso o los cables instalados en tiros verticales, deben ser tipo FPLR. Las penetraciones en los pisos que requieren cables tipo FPLR, deben contener sólo cables para uso en instalaciones verticales o en cámaras de aire.

***Excepción 1:*** *Cuando los cables están encerrados en una canalización metálica o el ducto vertical tiene barreras contra el fuego en cada piso.*

***Excepción 2:*** *En casas unifamiliares o dúplex pueden usarse cables tipo FPL.*

**NOTA:** Véase 300-21 para los requisitos de las barreras contra el fuego en las penetraciones de pisos.

**c) Otros métodos de alambrado en el interior de edificios.** Los cables instalados en el interior de edificios en sitios diferentes a los indicados en los incisos (a) y (b) anteriores, deben ser tipo FPL.

***Excepción 1:*** *Cuando los cables están instalados en canalización cerrada.*

***Excepción 2:*** *Los cables especificados en el Capítulo 3 que cumplan con los requerimientos de 760-51(a) y (b) y son instalados en espacios no-ocultos, cuando la longitud expuesta de cable no excede 3 m.*

**d) Substitución de cables.** Se permiten las substituciones de los cables de circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio, por los listados en la Tabla 760-53 e ilustrados en la Figura 725-53. Se permite substituir los cables de circuitos de señalización de potencia limitada para protección contra incendio, por cables de comunicaciones o de Clase 3, sólo si se cumplen los requerimientos de 760-51(a), (b) y (c) para cables multiconductores y 760-51(g) para cables coaxiales.

**Tabla 760-53. Substitución de Cables**

| Tipo de Cable | Substitución permitida |
|---|---|
| FPLP | MPP, CMP, CL3P |
| FPLR | MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, CL3R |

| | |
|---|---|
| FPL | MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, CL3R, FPLR, MPG, MP, CMG, CM, PLTC, CL3 |

## ARTÍCULO 770 - CABLES DE FIBRA ÓPTICA Y SUS CANALIZACIONES

### A. Disposiciones generales

**770-1. Alcance.** Las recomendaciones de este Artículo se aplican a las instalaciones de cables de fibra óptica y canalizaciones. Este Artículo no cubre la construcción de los cables de fibra óptica ni de las canalizaciones.

**770-2. Lugares de instalación y otros Artículos.** El equipo y los circuitos deben cumplir con las condiciones siguientes:

**a)** Propagación del fuego o de productos de la combustión. Véase 300-21.

**b)** Ductos, cámaras de aire y otros espacios para el manejo de aire. Véase 300-22 cuando los cables están instalados en ductos, cámaras de aire u otros espacios empleados para aire ambiental.

***Excepción:*** *Lo que se permite en 770-53 (a).*

**770-3. Cables de fibra óptica.** Los cables de fibra óptica transmiten luz a través de una fibra óptica para control, señalización y comunicaciones.

**770-4. Tipos.** Los cables de fibra óptica pueden agruparse en tres tipos.

**a) Dieléctricos.** Estos cables no contienen elementos metálicos ni ningún otro material eléctrico conductor.

**b) Conductivos.** Estos cables contienen elementos conductores no-portadores de corriente eléctrica, tales como refuerzos metálicos o barreras metálicas contra vapores.

**c) Compuestos.** Estos cables contienen fibras ópticas y conductores eléctricos portadores de corriente. Adicionalmente pueden tener elementos conductores no-portadores de corriente eléctrica, tales como refuerzos metálicos o barreras metálicas contra vapores. Los cables ópticos compuestos deben clasificarse como cables eléctricos de acuerdo con el tipo de conductores eléctricos que contengan.

**770-5. Sistemas de canalizaciones para cables de fibra óptica.** Es un sistema diseñado para contener y guiar solamente cables de fibra óptica de tipo dieléctrico. Cuando los cables de fibra óptica se instalan en una canalización, ésta debe ser de uno de los tipos permitidos en el Capítulo 3 y debe estar instalada de acuerdo con lo indicado en dicho Capítulo.

***Excepción:*** *Canalizaciones de fibra óptica aprobadas.*

> **NOTA:** El tubo *(conduit)* no-metálico comúnmente usado para canalizaciones subterráneas, debe estar aprobado y listado como resistente a la propagación del fuego, si ha de usarse como canalización de cables de fibra óptica.

**770-6. Cables instalados en soporte para cables tipo charola.** Los cables de fibra óptica de los tipos listados en la Tabla 770-50, pueden instalarse en soportes para cable tipo charola.

> **NOTA:** No se requiere que estos cables estén aprobados y listados específicamente para instalarse en soporte para cables tipo charola.

**770-7. Acceso a equipo eléctrico por la parte posterior del tablero.** El acceso a equipo por la parte posterior del tablero, no debe ser obstruido por la acumulación de cables o alambres que impidan retirar la cubierta diseñada para ese fin, incluyendo, en su caso, cubiertas suspendidas en el techo.

### B. Protección

**770-33. Puesta a tierra de los cables a la entrada de edificios.** Cuando estén expuestos a contacto con conductores de alumbrado o fuerza, los elementos metálicos no-conductores de corriente eléctrica de los cables de fibra óptica que entren a edificios, deben estar puestos a tierra lo más cerca posible del punto de entrada, o debe interrumpirse su continuidad lo más cerca posible del punto de entrada, por medio de una unión aislada o dispositivo equivalente.

Para los propósitos de esta Sección, se considera el punto de entrada como el punto donde el cable emerge a través de una pared exterior, una losa de concreto en el piso o de un tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado, puestos a tierra de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250.

### C. Cables en el interior de edificios

**770-49. Resistencia al fuego de cables de fibra óptica**. Los cables de fibra óptica instalados dentro de edificios, deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación de incendio de acuerdo con lo indicado en 770-50 y 770-51.

**770-50. Aprobación, marcado e instalación de cables de fibra óptica.** Los cables de fibra óptica instalados en el interior de un edificio deben estar aprobados y listados para ese uso, y deben marcarse como se indica en la Tabla 770-50.

***Excepción 1:*** *No se requiere que los cables de fibra óptica estén listados y marcados, si su longitud dentro del edificio no excede de 15 m, y terminan en una envolvente.*

> **NOTA:** Las cajas de empalme y de terminales, tanto metálicas como no-metálicas, son usadas típicamente como envolventes para las uniones y terminaciones de cables de fibra óptica.

***Excepción 2:*** *Los cables de fibra óptica del tipo conductivo no requieren estar listados y marcados cuando el cable entra al edificio desde el exterior y está instalado en tubo (conduit) metálico tipo pesado o tipo semipesado, puestos a tierra a través de un electrodo como se requiere en 800-40(b).*

***Excepción 3:*** *Los cables de fibra óptica tipo dieléctrico no requieren estar listados y marcados cuando entran a un edificio desde el exterior y se instalan dentro de una canalización de acuerdo con lo indicado en el Capítulo 3.*

**Tabla 770-50. Marcado de cables de fibra óptica**

| Marcado del cable | Tipo | Referencia |
|---|---|---|
| OFNP | Cable tipo dieléctrico en cámaras de aire | 770-51(a) y 770-53(a) |
| OFCP | Cable tipo conductivo en cámaras de aire | 770-51(a) y 770-53(a) |
| OFNR | Cable tipo dieléctrico en tiro vertical | 770-51(b) y 770-53(b) |
| OFCR | Cable tipo conductivo en tiro vertical | 770-51(b) y 770-53(b) |
| OFNG | Cable tipo dieléctrico Uso general | 770-51(c) y 770-53(c) |
| OFCG | Cable tipo conductivo Uso general | 770-51(c) y 770-53(c) |
| OFN | Cable tipo dieléctrico Uso general | 770-51(d) y 770-53(d) |
| OFC | Cable tipo conductivo Uso general | 770-51(d) y 770-53(d) |

**NOTA 1:** Los cables están listados en orden descendente de resistencia a la propagación del fuego. Dentro de cada capacidad nominal, los cables dieléctricos se listan primero, ya que pueden sustituir a los cables conductivos.

**NOTA 2:** Las Secciones de referencia indican los requerimientos y los usos permitidos.

**770-51. Requerimientos de aprobación para cables de fibra óptica y sus canalizaciones.** Los cables de fibra óptica deben estar listados como se indica en los puntos (a) a (d), y sus canalizaciones como se indica en los incisos (e) y (f):

**a) Tipos OFNP y OFCP.** Los cables en cámaras de aire tipos OFNP y OFCP dieléctricos y conductivos, deben estar aprobados y listados para uso en ductos, cámaras de aire u otros espacios empleados para aire ambiental. También deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación del fuego incendio y de baja emisión de humos.

**b) Tipos OFNR y OFCR.** Los cables en tiro vertical tipos OFNR y OFCR dieléctricos y conductivos, deben estar aprobados y listados para uso en instalaciones verticales, ya sea en tiros verticales o pasos entre piso y piso. También deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación del fuego, de forma que eviten la propagación de éste de un piso a otro.

**NOTA:** Para definir las características de resistencia a la propagación de incendio que eviten la propagación del fuego de un piso a otro, el cable debe cumplir los requerimientos del método de prueba que permita determinar la propagación de incendio en cables de fibra óptica instalados verticalmente en tiros.

**c) Tipos OFNG y OFGC.** Los cables para uso general tipos OFNG y OFGC dieléctricos y conductivos, deben estar aprobados y listados para uso general, excepto en instalaciones verticales y cámaras de aire. También deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación del fuego.

**d) Tipos OFN y OFC.** Los cables para uso general tipos OFN y OFC dieléctricos y conductivos, deben estar aprobados y listados para uso general, excepto en instalaciones verticales y cámaras de aire, y en cualquier espacio usado para aire ambiental. También deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación del fuego.

**e) Canalizaciones para cables de fibra óptica en cámaras de aire.** Las canalizaciones para cables de fibra óptica en cámaras de aire, deben tener características adecuadas de resistencia al fuego y de baja emisión de humos.

**f) Canalizaciones para cables de fibra óptica para instalación vertical.** Las canalizaciones para cables de fibra óptica para instalaciones verticales, deben tener características de resistencia al fuego adecuadas, para evitar la propagación de incendio de un piso a otro.

**770-52. Instalación de cables de fibra óptica con conductores eléctricos**

**a) Circuitos con conductores de alumbrado, de fuerza o Clase 1.** Se permiten los alambrado compuestos por fibras ópticas y conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza o Clase 1, que operen a 600 v o menos, solamente cuando las funciones de las fibras ópticas y de los conductores eléctricos estén asociadas. Se permite que los cables de fibra óptica dieléctricos ocupen el mismo soporte para cables tipo charola o canalización con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1 que operen a 600 v o menos. No se permite que los cables de fibra óptica conductivos ocupen el mismo soporte para cables tipo charola o canalización con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1. Se permite que los cables de fibra óptica compuestos que contengan solamente conductores portadores de corriente eléctrica para circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1 para 600 v o menos, estén en el mismo gabinete, soporte para cables tipo charola, caja de salida, tablero, canalización u otras envolventes de terminales junto con otros conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1.

No se permite que los cables de fibra óptica dieléctricos ocupen el mismo gabinete, soporte para cables tipo charola, caja de salida, tablero, o alguna envolvente similar, en las que haya terminales eléctricas de circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1.

***Excepción 1:*** *Se permite que los cables de fibra óptica dieléctricos ocupen el mismo gabinete, soporte para cables tipo charola, caja de salida, tablero o envolvente similar, cuando están asociados funcionalmente con esos circuitos.*

***Excepción 2:*** *Se permite que los cables de fibra óptica dieléctricos ocupen el mismo gabinete, soporte para cables tipo charola, caja de salida, tablero o envolvente similar, cuando los cables están instalados en centros de control preensamblados en fábrica o en el campo.*

***Excepción 3:*** *Se permite el uso de cables de fibra óptica dieléctricos junto con circuitos que excedan de 600 V, solamente en establecimientos industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas darán servicio a la instalación.*

***Excepción 4:*** *Se permite el uso de cables de fibra óptica compuestos que contengan conductores portadores de corriente eléctrica que operen a más de 600 V, solamente en establecimientos industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personas calificadas darán servicio a la instalación.*

Las instalaciones en canalizaciones deben cumplir con lo indicado en 300-17.

**b) Con otros conductores.** Se permite que los cables compuestos y los cables de fibras ópticas conductivos y dieléctricos estén en el mismo soporte para cables tipo charola, envolvente o canalización junto con conductores de cualquiera de los siguientes tipos:

**1)** Conductores para circuitos de Clase 2 y Clase 3 para control remoto, señalización y circuitos de potencia limitada, que cumplan con lo indicado en el Artículo 725.

**2)** Conductores para sistemas de potencia limitada para señalización de protección contra incendio, que cumplan con lo indicado en el Artículo 760.

**3)** Conductores para circuitos de comunicación que cumplan con el Artículo 800.

**4)** Conductores para sistemas de distribución de radio y de antena comunal de televisión, que cumplan con el Artículo 820.

**c) Puesta a tierra.** Los componentes conductivos no-portadores de corriente de los cables de fibra óptica, deben estar puestos a tierra como se establece en el Artículo 250.

**770-53. Aplicaciones de los cables de fibra óptica y sus canalizaciones.** Los cables de fibra óptica conductivos y dieléctricos deben cumplir con los incisos (a) a (b):

**a) Cámaras de aire.** Los cables instalados en ductos, cámaras de aire y otros espacios para el manejo de aire ambiental deben ser tipo OFNP o OFCP.

En las canalizaciones aprobadas y listadas para cámaras de aire y otros espacios para el manejo de aire ambiental como las descritas en 300-22(b), puede instalarse el cable tipo OFNP.

***Excepción.*** *Pueden instalarse cables tipo OFNR, OFCR, OFNG, OFN, OFCG y OFC cuando se haga como se indica en 300-22.*

**b) Tiros verticales.** Los cables instalados en cubos verticales y que penetren más de un piso, deben ser tipo OFNR o OFCR.

Los pasos entre pisos que requieran cables tipo OFNR o OFCR con otros cables, deben contener sólo cables adecuados para uso en tiros verticales o cámaras de aire. Las canalizaciones aprobadas y listadas para tiros verticales pueden usarse para pasos entre un piso y otro.

***Excepción 1:*** *Pueden instalarse cables tipo OFNG, OFN, OFCG y OFC si están encerrados en una canalización metálica o situados en un tiro a prueba de fuego que tenga barreras contra el fuego en cada piso.*

***Excepción 2:*** *Pueden instalarse cables tipo OFNG, OFN, OFCG y OFC en viviendas para una o dos familias.*

**NOTA:** Véase 300-21 para los requerimientos de barreras contra el fuego para las penetraciones de pisos.

**c) Otros tipos de conductores en el interior de edificios.** Los cables instalados en lugares de un edificio, que no sean los considerados en los incisos (a) y (b) anteriores, deben ser tipo OFNG, OFN, OFCG o OFC.

**d) Substitución de cables.** Se permiten la substitución de los cables de fibra óptica como se indica en la Tabla 770-53 y como se ilustra en la Figura 770-53.

**Tabla 770-53. Substitución de cables de fibra óptica**

| Tipo de cable | Substitución permitida |
|---|---|
| OFNP | Ninguna |
| OFCP | OFNP |
| OFNR | OFNP |
| OFCR | OFNP, OFCP, OFNR |
| OFNG, OFN | OFNP, OFNR |
| OFCG, OFC | OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFN |

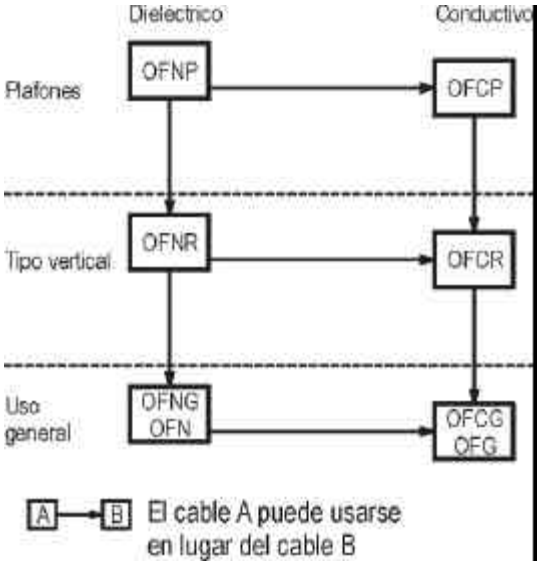



**Figura 770-53. Jerarquía de substitución de cables**

## ARTÍCULO 780 - SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PROGRAMADA

**780-1. Alcance.** Este Artículo se aplica a sistemas de distribución de energía controlados por un sistema de señalización entre el equipo de suministro y el equipo de utilización.

**780-2. Disposiciones generales**

**a) Referencia a otros Artículos.** Excepto lo modificado por este Artículo, los Sistemas de Distribución Programada deben cumplir con los requisitos de otros Artículos de esta NOM que les sean aplicables.

**b) Componentes.** Todo equipo y conductores para los Sistemas de Distribución Programada deben estar aprobados.

**780-3. Operación de sistema de control**

**a) Identificación de características eléctricas.** Las salidas del sistema de distribución no deben energizarse a menos que el equipo exhiba una identificación con sus características eléctricas.

**b) Condiciones para desenergización.** Las salidas se deben desenergizar cuando cualquiera de las siguientes condiciones ocurra:

**1)** No se esté recibiendo señal de operación por parte del equipo conectado a la salida.

**2)** Exista una condición de falla a tierra.

**3)** Exista una condición de sobrecorriente.

**c) Condiciones adicionales para la desenergización cuando se usa una fuente de energía alterna.** Además de los requerimientos establecidos en 780-3(b), las salidas se deben desenergizar, cuando ocurra cualquiera de las siguientes condiciones adicionales:

**1)** El conductor puesto a tierra no está debidamente puesto a tierra.

**2)** Cualquier conductor de fase no está a la tensión eléctrica nominal.

**d) Falla del controlador.** En el caso de una falla del controlador, todas las salidas asociadas deben desenergizarse.

**780-5. Limitación de potencia en los circuitos de señalización**. Para circuitos de señalización que no excedan de 24 V, la corriente eléctrica requerida no debe exceder de 1 A cuando el circuito esté protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente o una fuente de energía inherentemente limitada.

**780-6. Cables y conductores**

**a) Cable híbrido.** El cable híbrido consiste de una combinación de conductores de energía, comunicaciones y señalización bajo una cubierta común. Esta cubierta debe aplicarse de manera que separe a los conductores de energía de los conductores de comunicación y señalización. Se puede agregar una cubierta externa opcional. Los conductores individuales de un cable híbrido, deben cumplir con los requisitos aplicables de esta NOM, en lo que se refiere a su capacidad de conducción de corriente, tensión eléctrica y aislamiento nominales. Los conductores para señalización deben ser de cobre y el tamaño nominal no debe ser menor a 0,2051 $mm^2$ (24 AWG).

**b) Cables y conductores en el mismo gabinete, tablero o caja de conexiones.** Los conductores de energía, comunicaciones y señalización de un cable híbrido listado, pueden ocupar el mismo gabinete, tablero o caja de salida, sólo si se emplean los conectadores aprobados específicamente para este uso.

**780-7. No intercambiabilidad.** Los receptáculos, extensiones y clavijas usados en sistemas de distribución programada, deben construirse de forma tal que no sean intercambiables con otros receptáculos, extensiones y clavijas.

## CAPÍTULO 8 (4.8) SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

### ARTÍCULO 800 - CIRCUITOS DE COMUNICACIÓN

### A. Disposiciones generales

**800-1. Alcance.** Este Artículo trata de los sistemas telefónicos, telegráficos (excepto radio) instalaciones exteriores de alarmas contra incendio y contra robo y otros sistemas similares dependientes de una estación central; y de sistemas telefónicos no conectados a alguna central pública, pero que utilizan equipo, métodos de instalación y de mantenimiento similares.

**NOTA 1:** Para mayor información sobre sistemas de alarmas contra incendio, de rociadores y de supervisión y vigilancia, véase el Artículo 760.

**NOTA 2:** Para instalaciones de cable de fibra óptica, véase el Artículo 770.

**800-2. Definiciones.** Véase el Artículo 100. Para propósitos de este Artículo adicionalmente se aplican las siguientes definiciones:

**Alambre:** Montaje de fábrica de uno o más conductores aislados sin una cubierta común.

**Cable:** Ensamble hecho en fábrica de dos o más conductores aislados con cubierta exterior.

**Forro de cable:** Cubierta sobre el ensamble del conductor que puede incluir una o más cubiertas metálicas, refuerzos o envolturas.

**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 tipo pesado o semipesado puesto a tierra a un electrodo de acuerdo con lo indicado en 800-40 (b).

**800-3. Cables híbridos para fuerza y comunicaciones.** Las disposiciones de la Sección 780-6 aplican para los cables híbridos de fuerza y comunicaciones en circuito cerrado y en distribución de energía programada, los cuales deben ser aprobados.

**NOTA:** Véase 800-51 (i) para otras aplicaciones de los cables híbridos de fuerza y comunicaciones.

**800-4. Equipo.** El equipo destinado a ser conectado eléctricamente a redes de comunicación debe estar aprobado y listado para ese uso.

***Excepción:*** *Este requerimiento de aprobación no se aplica al equipo de prueba destinado a conexión temporal a la red de telecomunicaciones por personal calificado durante el curso de la instalación, mantenimiento o reparación de equipo o sistemas de telecomunicaciones.*

**800-5. Acceso a equipo eléctrico localizado atrás de paneles diseñados para permitir el acceso.** El acceso a ese equipo no debe impedirlo una acumulación de alambres y cables que eviten la remoción de paneles, incluyendo los plafones suspendidos del techo.

**800-6. Ejecución mecánica de los trabajos.** Los circuitos y equipo de comunicaciones deben instalarse de manera limpia, profesional y procurando identificar todo el alambrado. Los cables se deben soportar sobre la estructura del edificio de forma que no puedan ser dañados por el uso normal del mismo

### B. Cables en exteriores y entrada a edificios

**800-10. Cables y alambres aéreos de comunicaciones.** Los conductores aéreos que entren en edificios deben cumplir con lo siguiente:

**a) Sobre postes y claros.** Cuando los conductores de comunicaciones, de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en tramos, deben cumplir con las siguientes condiciones.

**1) Ubicación relativa.** Cuando sea posible, los conductores de comunicaciones deberán estar ubicados abajo de los conductores de alumbrado o fuerza.

**2) Fijación a las crucetas.** Los conductores de comunicaciones no se deben fijar a crucetas que lleven conductores de alumbrado o de fuerza.

**3) Espacio de ascenso.** El espacio de ascenso, a través de los conductores de comunicación deben cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

**4) Separación.** Las bajadas de acometidas aéreas de 0 a 750 V, instaladas por encima y en paralelo a las bajadas de acometidas aéreas de comunicación, deberán tener una separación mínima de 30 cm en cualquier punto del claro, incluyendo el punto de fijación al edificio, siempre que los conductores activos estén aislados y que se mantenga una separación de 100 cm entre las dos acometidas, en el poste.

**b) Sobre azoteas.** Los conductores de comunicaciones deben tener una separación vertical mínima de 240 cm de cualquier punto de la azotea sobre la que pasen.

***Excepción 1:*** *Edificios auxiliares, tales como cocheras y similares.*

***Excepción 2:*** *Se permite una reducción en el claro colgante sobre la azotea a no menos de 46 cm si:*

***1)*** *Solamente pasan sobre la azotea no-más de 1,2 m de cable de bajada de acometida de comunicación.*

***2)*** *Terminan en una canalización o soporte a través o arriba del techo.*

***Excepción 3:*** *Si el techo tiene una pendiente no-menor a 10 cm por cada 30 cm, se permite una reducción en el claro a un mínimo de 90 cm.*

**800-11. Acometidas subterráneas a edificios.** Los conductores subterráneos de circuitos de comunicación que entren en los edificios, deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

**a) Con conductores de alumbrado o fuerza.** Los conductores subterráneos instalados en canalizaciones, registros o cajas de registro en los que haya conductores de alumbrado o fuerza, conductores de circuitos Clase I o de alarma contra incendios que no sean de potencia limitada, deben estar separados de estos conductores por medio de un muro divisorio de tabique, ladrillo o concreto.

**b) Distribución subterránea en la manzana.** Cuando el circuito entero de la calle sea subterráneo y el circuito dentro de la manzana esté colocado de manera tal que no haya riesgo de contacto accidental con circuitos de alumbrado o fuerza de más de 300 V a tierra, los requisitos de aislamiento indicados en 800-12 (a) y 800-12 (c) no se aplican, los conductores no necesitan colocarse sobre soportes aislantes ni se necesitan conectores en la acometida.

**c) Con conductores de alumbrado y fuerza.** Los conductores de señal (control, informática, supervisión, telefonía, etc.), no deben instalarse en los mismos ductos, registros, escalerillas o seguir trayectorias idénticas en donde la separación entre dichos cables sea menor a 30 cm.

***Excepción:*** *Si dicha instalación cumple con lo indicado por la tecnología de alambrado estructurado.*

**800-12. Circuitos que necesitan protectores primarios.** Los circuitos que requieren protectores primarios como los descritos en 800-30, deben cumplir los siguientes requisitos:

**a) Aislamiento, alambres y cables.** Los alambres y cables de comunicaciones sin blindaje metálico, tendidos desde el último soporte exterior hasta el protector primario, deben estar aprobados y listados como adecuados para este propósito y tener una capacidad de conducción de corriente como se especifica en 800-30 (a) (1) (b) o 800-30 (a) (1) (c).

**b) Sobre edificios.** Los conductores de comunicación, que cumplan lo establecido en 800-12 (a), deben estar separados por lo menos 10 cm de los conductores de fuerza y alumbrado que no estén en una canalización o cable, o estar permanentemente separados de los conductores de los demás sistemas mediante una barrera continua y bien sujetos de material no-conductor, tal como tubo de porcelana o flexible, además del aislamiento de los cables. Los conductores de comunicaciones que cumplan con lo indicado en 800-12 (a) y que se encuentren expuestos a contactos accidentales con conductores de alumbrado y fuerza operando a tensiones eléctricas mayores de 300 V a tierra y fijados a los edificios, deben separarse de la estructura del edificio mediante aisladores de vidrio, porcelana u otro material aislante.

***Excepción:*** *La separación de acabados de madera no es necesaria cuando se omiten los fusibles, como está previsto en 800-31(a), o donde se usen los conductores para extender circuitos a un edificios desde un cable que tenga pantalla metálica puesta a tierra.*

**c) Entrada a edificios.** Cuando se instale un protector primario dentro del edificio, los conductores de comunicación deben entrar al edificio ya sea por medio de una boquilla aislante, no absorbente e incombustible, o por medio de una canalización metálica. Puede omitirse la boquilla aislante en los conductores que entran cuando los conductores: (1) son cables con cubierta metálica; (2) pasan a través de mampostería; (3) satisfacen los requisitos indicados en 800-31(a); o (4) cumplen con los requisitos especificados en 800-12 (a) y se utilizan para prolongar circuitos al edificio desde un cable con cubierta metálica puesta a tierra. Las canalizaciones o boquillas deben tener una pendiente hacia arriba desde el exterior o, cuando esto no es posible, hacer curvas de goteo en los conductores inmediatamente antes de su entrada al edificio.

Las canalizaciones deben estar equipadas con una mufa de acometida aprobada. Por una canalización o boquilla pueden entrar más de un conductor. Tubo *(conduit)* u otras canalizaciones metálicas colocadas adelante del protector deben estar puestos a tierra.

**800-13. Conductores de pararrayos.** Cuando sea factible, se debe mantener una separación de por lo menos de 180 cm entre los conductores visibles de sistemas de comunicación y los conductores de pararrayos.

### C. Protección

**800-30. Dispositivos de protección**

**a) Aplicación.** En cada circuito que se encuentre parcial o completamente aéreo y que no se limite a la manzana o edificio, se debe colocar un protector primario aprobado y listado. También se debe colocar un protector primario aprobado y listado en cada circuito, aéreo o subterráneo, que esté situado en la manzana a la que pertenezca el edificio, si está expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza con tensiones eléctricas mayores a 300 V a tierra. Además, donde exista exposición a descargas atmosféricas, cada circuito inter-edificio en un predio, debe protegerse con un protector primario aprobado y listado en cada extremo del circuito inter-edificio.

> **NOTA 1:** La palabra "manzana" en este Artículo, significa una parte de una ciudad, pueblo o población, rodeada de calles, incluyendo los callejones que están en ella, pero ninguna calle o avenida. La palabra "predio" como se usa en este Artículo, significa terreno o edificio de un usuario.
>
> **NOTA 2:** La palabra "expuesto" en este Artículo, significa que el circuito está en posición de que, en caso de falla de los soportes o del aislamiento, podría ocurrir un contacto con otro circuito.
>
> **NOTA 3:** En un circuito no expuesto a contacto accidental con conductores de fuerza, el instalar un protector primario aprobado de acuerdo con lo indicado en este Artículo ayuda a protegerlo contra otros peligros, como descargas atmosféricas y sobretensiones anormales inducidas por corrientes eléctricas de falla en los circuitos de fuerza próximos a los circuitos de comunicación.
>
> **NOTA 4:** Los circuitos inter-edificios están expuestos a descargas atmosféricas a menos que exista alguna de las siguientes condiciones:

**1)** Los circuitos en grandes áreas metropolitanas donde los edificios están juntos y son suficientemente altos para interceptar las descargas atmosféricas.

**2)** Cables de 40 m de longitud o menores instalados entre edificios o directamente enterrados o en tubo *(conduit)* subterráneo, donde un blindaje metálico continuo o un tubo *(conduit)* metálico que contenga al cable esté unido al sistema de electrodos de puesta a tierra de cada edificio.

**3)** Áreas que tengan un promedio de cinco días de tormenta o menos por año y la resistividad del terreno menor a 100 Ω-m.

**1) Protectores primarios sin fusibles.** Puede utilizarse un protector primario del tipo sin fusibles en cualquiera de las condiciones siguientes:

**a)** Donde los conductores que entren a un edificio por medio de un cable con cubierta 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 eléctrica del protector primario y del conductor de puesta a tierra del protector.

**b)** Donde se utilicen conductores aislados de acuerdo con lo indicado en 800-12 (a) para extender circuitos a un edificio desde un cable, con cubierta metálica puesta a tierra eficazmente y si los conductores en el cable, o las conexiones entre los conductores aislados y la planta expuesta, se funden sin peligro para todas las corrientes eléctricas mayores a la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o los conductores aislados asociados y del conductor de puesta a tierra del protector primario.

**c)** Donde se utilicen conductores aislados acordes con lo indicado en 800-12(a) o (b) para extender circuitos a un edificio desde otro que no sea un cable con cubierta metálica si: (1) el protector primario está aprobado y listado para este propósito, y (2) las conexiones de los conductores aislados a la planta expuesta se funden sin presentar peligro para corrientes eléctricas mayores a la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o la de los conductores aislados asociados y la del conductor de puesta a tierra del protector.

**d)** Donde se utilicen conductores aislados, de acuerdo con lo indicado en 800-12 (a) para extender circuitos en forma aérea a un edificio desde un circuito no expuesto, enterrado o subterráneo.

**e)** Donde se usen conductores aislados, de acuerdo con lo indicado en 800-12 (a) para extender circuitos a un edificio desde un cable con cubierta puesta a tierra eficazmente y si: (1) la combinación del protector conductor aislado está aprobado y listado para ese uso y (2) los conductores aislados se funden sin peligro para todas las corrientes eléctricas mayores a la capacidad de conducción de corriente del protector primario y la del conductor de puesta a tierra del protector primario.

**NOTA:** "Puesto a tierra efeicazmente" significa conectado intencional y permanentemente a tierra a través de una conexión de baja impedancia y con suficiente capacidad de conducción de corriente para impedir la formación de tensiones eléctricas que puedan significar un peligro para las personas o al equipo conectado.

**2) Protectores primarios a fusibles.** Cuando no se cumplan los requisitos indicados anteriormente se deben usar protectores primarios a fusible. Un protector primario a fusible consiste en un protector contra sobretensión eléctrica conectado entre cada conductor de fase y tierra, un fusible en serie con cada conductor de fase y un montaje adecuado. Las terminales del protector deben estar claramente marcadas para identificar las conexiones de fase, equipo y tierra.

**b) Ubicación.** El protector primario debe ubicarse dentro, encima o inmediatamente adyacente a la estructura o edificio servido y tan cerca como sea posible del punto en el cual los conductores descubiertos entren o estén fijados.

Para los propósitos de este Artículo, el punto en el cual los conductores expuestos entran se considera el punto de salida a través de un muro exterior, una losa de concreto o desde un tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado puesto a tierra en un electrodo, de acuerdo con lo indicado en 800-40 (b).

Para propósitos de este Artículo, cumplen con los requisitos, los protectores primarios localizados en el equipo de acometida de casas móviles a la vista y a no-más de 9 m desde la pared exterior de la casa móvil que sirve, o a un medio de desconexión en la casa móvil puesto a tierra acorde con lo especificado en 250-24 y a la vista y no-más de 8 m de la casa móvil que sirve.

**NOTA:** Si se selecciona la ubicación del protector primario para lograr que el conductor de puesta a tierra del protector sea lo más corto posible, se ayuda a eliminar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicación y otros sistemas metálicos.

**c) Lugares peligrosos (clasificados).** El protector primario no debe ubicarse en ninguno de los lugares peligrosos (clasificados) de acuerdo con lo definido en el Artículo 500 ni en la proximidad de materiales fácilmente inflamables.

***Excepción:*** *Como se permite en 501-14, 502-14 y 503-12.*

**800-31. Requisitos del protector primario.** El protector primario debe consistir de una protección contra sobretensiones eléctricas conectadas entre cada conductor de línea y tierra en montaje apropiado. Las terminales del protector estarán claramente marcadas para identificar las conexiones de línea y tierra.

**800-32. Requisitos del protector secundario.** Cuando un protector secundario se instale en serie con el alambre y el cable interior de comunicación entre el protector primario y el equipo, éste debe estar aprobado y listado para dicho propósito. El protector secundario debe incluir medios para limitar la corriente eléctrica a valores menores a la capacidad de conducción de corriente del cable y del alambre de comunicación interior aprobado y listado, de

cordones de línea telefónica aprobados y listados y terminales de comunicación aprobadas y listadas, que tengan entradas para circuitos de comunicación con alambre exterior. Cualquier protección contra sobretensiones, apartarrayos o conexión de puesta a tierra, debe estar conectada en el lado de la protección limitadora de corriente eléctrica del protector secundario.

**NOTA:** Los protectores secundarios en circuitos expuestos no están diseñados para usarse sin protectores primarios.

**800-33. Puesta a tierra de cables.** Las cubiertas metálicas de los cables de comunicación que entren a los edificios deben ser puestas a tierra tan cerca como sea posible del punto de entrada o interrumpirse tan cerca del punto de entrada como sea practicable, por una junta aislada o por un dispositivo equivalente.

Para propósitos de este Artículo, se considera como punto de entrada el lugar donde emerge, a través de un muro exterior, una losa de concreto o de un tubo *(conduit)* metálico conectado a un electrodo de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 800-40 (b).

**D. Métodos de puesta a tierra**

**800-40. Puesta a tierra del cable y del protector primario.** La cubierta metálica de los cables, cuando lo exija la Sección 800-33 y los protectores primarios se deben poner a tierra como se indica a continuación.

**a) Conductor de puesta a tierra**

**1) Aislamiento.** El conductor de puesta a tierra debe estar aislado con forro en color verde con raya amarilla y aprobado y listado para este uso.

**2) Material.** El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, sólido o cableado.

**3) Tamaño nominal.** El conductor de puesta a tierra no debe tener un tamaño nominal menor a 3,307 mm2 (12 AWG) y de preferencia ser cable.

**4) Recorrido.** El recorrido del conductor de puesta a tierra debe ser lo más recto y directo posible hasta el electrodo de puesta a tierra.

**5) Daño físico.** Cuando sea necesario, el conductor de puesta a tierra debe estar protegido contra daño físico. Cuando este conductor de puesta a tierra esté dentro de una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben unirse al conductor de puesta a tierra, o a la misma terminal o electrodo al cual está conectado el conductor de puesta a tierra.

**b) Electrodo.** El conductor de puesta a tierra debe conectarse como sigue:

**1)** Al lugar más cercano y accesible en: (1) al sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura de acuerdo con lo indicado en 250-81; (2) al sistema interno de tuberías metálicas de agua acorde con 250-80(a); (3) a los medios externos accesibles a las envolventes de la acometida de energía como se indica en 250-71(b); (4) a la canalización metálica de la acometida de energía; (5) a la envolvente del equipo de la acometida de energía; (6) al conductor del electrodo de puesta a tierra o el conductor del electrodo de puesta a tierra de la envolvente metálica, o (7) al conductor o al electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura puesta a tierra según lo indicado en 250-24.

Para propósitos de esta sección, el equipo de acometida o medio de desconexión de una casa móvil, como se describe en 800-30(b), se considera accesible.

**2)** Si el edificio o estructura servidos no tienen medios de puesta a tierra como se describe en (b)(1), o a cualquiera de los otros electrodos individuales descritos en 250-81.

**3)** Si el edificio o estructura servidos no tiene medio de puesta a tierra como se describe en (b)(1) o (b) (2) a; (1) una estructura metálica puesta a tierra eficazmente o (2) a una varilla o tubo enterrado no-menor a 1,5 m de longitud y 16 mm de diámetro como mínimos, enterrada, en lo posible, en terreno permanentemente húmedo y separada de los conductores de pararrayos de acuerdo con lo indicado en 800-13 y 1,8 m de distancia de los electrodos de otros sistemas. Las tuberías de gas, vapor o de agua caliente o las varillas de pararrayos no deben emplearse como electrodos para los protectores.

**c) Conexión de electrodos.** La conexión a los electrodos de puesta a tierra, deben cumplir con lo establecido en 250-115. Los conectadores, abrazaderas, accesorios y zapatas usados para conectar conductores de puesta a tierra y puentes de unión a electrodos de puesta a tierra o a cualquier otro que esté embebido en concreto o directamente enterrados, deben ser adecuados para esta aplicación.

**d) Conexión de electrodos.** Un puente de unión de tamaño nominal no-menor a 13,3 $mm^2$ (6 AWG) o equivalente debe conectar el electrodo de puesta a tierra de comunicaciones y el sistema de tierras de energía en el edificio o estructura servidos donde ambos electrodos existan. Se permite conectar todos los diferentes electrodos de puesta a tierra.

***Excepción:*** *En casas móviles conforme se indica en 800-41.*

**NOTA 1:** Véase 250-86 para el uso de varillas de pararrayos.

**NOTA 2:** La unión de los diferentes electrodos de puesta a tierra limita las diferencias de potencial entre ellos y sus sistemas asociados.

**800-41. Puesta a tierra del protector primario y uniones en casas móviles**

**a) Puesta a tierra.** Cuando el equipo de acometida para casas móviles está a no-más de 9 m del muro exterior de la casa móvil que sirve y no está a la vista, o no existe un medio de desconexión puesto a tierra acorde con 250-24 y se

ubica a la vista del muro exterior de la casa móvil que sirve, la tierra del protector primario debe estar conforme con lo indicado en 800-40 (b)(2) y (3).

**b) Uniones.** La terminal 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 con un conductor de puesta a tierra de cobre, con un tamaño nominal no-menor a 3,31 $mm^2$ (12 AWG) de acuerdo con cualquiera de las siguientes condiciones:

**1)** Donde no exista equipo de acometida o medio de desconexión de la casa móvil como en el inciso a) anterior.

**2)** La casa móvil está alimentada con clavija y cordón.

**E. Conductores de comunicaciones dentro de edificios**

**800-49. Resistencia al fuego de cables y alambres de comunicación.** Los cables y alambres de comunicación instalados dentro de edificios deben estar aprobados y listados como resistentes al fuego y a la propagación de la flama acorde con lo indicado en 800-50 y 800-51.

**800-50. Aprobación, marcado e instalación de cables y alambres de comunicación.** Los cables y alambres de comunicación instalados dentro de edificios deben estar aprobados y listados como adecuados para este propósito, marcados de acuerdo con lo indicado en la Tabla 800-50, e instalados conforme con lo establecido en 800-52. La tensión eléctrica no debe marcarse en el cable.

**NOTA:** Las marcas de tensión eléctrica en el cable pueden mal interpretarse y sugerir que los cables son apropiados para aplicaciones de Clase 1, alumbrado y fuerza.

***Excepción 1:*** *Las marcas de tensión eléctrica se permiten donde el cable tenga múltiples marcas, y la de tensión eléctrica es una de estas marcas requeridas.*

***Excepción 2:*** *Las marcas no se requieren cuando el cable entre al edificio desde el exterior y está continuamente canalizado en tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, y este tubo (conduit) está puesto a tierra a un electrodo conforme con lo indicado en 800-40 (b).*

***Excepción 3:*** *Las marcas y etiquetas no se requieren cuando la longitud del cable dentro del edificio no excede 15 m y los cables que entran desde el exterior terminan en una envolvente o protector primario aprobado.*

**NOTA 1:** Las cajas de derivaciones y terminales, ya sean plásticas o metálicas, son envolventes típicas para terminales y derivaciones de cables telefónicos.

**NOTA 2:** Esta excepción limita la longitud del cable exterior no aprobado a 15 m, mientras la Sección 800-30 (b) requiere que el protector primario se ubique tan cerca como sea posible al punto de entrada del cable al edificio. Por tanto, en las instalaciones que requieran de un protector primario, el cable exterior no debe extenderse más de 15 m dentro del edificio si es posible colocar el protector primario más cerca de los 15 m del punto de entrada.

***Excepción 4:*** *Los cables multiusos pueden considerarse adecuados y sustituir a los cables de comunicación conforme con lo establecido en 800-53 (f).*

**NOTA 1:** Los tipos de cables se listan en orden descendente de la capacidad de resistencia al fuego y los cables multiusos se listan arriba de los cables de comunicación, ya que los multiusos pueden sustituir a algunos cables de comunicación.

**NOTA 2:** Véase las secciones citadas para los usos permitidos.

**Tabla 800-50. Identificación en los cables**

| Identificación del conductor | Tipo | Referencia |
|---|---|---|
| MPP | Cable multiuso en cámara de aire | 800–51(g) y 800–53(a) |
| CMP | Cable de comunicación en cámara de aire | 800–51(a) y 800–53(a) |
| MPR | Cable multiuso elevador | 800–51(g) y 800–53(b) |
| CMR | Cable de comunicación elevador | 800–51(b) y 800–53(b) |
| MPG | Cable multiuso usos generales | 800–51(g) y 800–53(d) |
| CMG | Cable de comunicación de usos generales | 800–51(c) y 800–53(d) |
| MP | Cable multiuso usos generales | 800–51(g) y 800–52(d) |
| CM | Cable de comunicación de usos generales | 800–51(d) y 800–53(d) |
| CMX | Cable de comunicación de uso limitado | 800–51(e) y 800–53(d) |
| CMUC | Cable de alambre bajo alfombra de comunicación | 800–51(f) y 800–53(d) Excepción 5 |

**800-51. Requerimientos de aprobación.** Los cables y alambres de comunicación deben ser de una tensión eléctrica nominal menor a 300 V y estar aprobados y listados de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) hasta (j) siguientes:

**NOTA:** Véase 800-4 para requerimientos de marcado de equipo.

**a) Tipo CMP.** El cable de comunicación para cámara de aire tipo CMP debe estar aprobado y listado para uso en ductos, cámaras de aire y otros espacios usados para manejar aire acondicionado, y debe estar aprobado y listado con características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humo.

**b) Tipo CMR.** El cable de comunicaciones tipo CMR debe estar aprobado y listado como adecuado para uso en ductos verticales en un tiro y aprobado y listado con características de resistencia al fuego capaz de evitar transmitir el paso del fuego de un piso a otro.

**c) Tipo CMG.** El cable de comunicaciones tipo CMG debe estar aprobado y listado como adecuado para uso general, excepto en ductos verticales, cámara de aire y otros espacios para manejar aire acondicionado, y también aprobado y listado con características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humos.

**d) Tipo CM.** El cable de comunicaciones de usos generales tipo CM debe estar aprobado y listado como adecuado para usos generales de comunicaciones, con excepción de elevadores y cámaras de aire, y aprobado y listado como resistente a la propagación de la flama.

**e) Tipo CMX.** El cable de comunicaciones de uso limitado tipo CMX debe estar aprobado y listado como adecuado para uso en viviendas y para uso en canalizaciones y aprobado y listado como resistente a la propagación de la flama.

**f) Tipo CMUC para instalarse bajo alfombra.** El cable y/o alambre tipo CMUC debe estar aprobado y listado para uso bajo alfombra y como resistente a la propagación de la flama.

**g) Cables multiusos (MP).** Los cables que cumplen los requisitos tipos CMP, CMR, CMG y CM, y además satisfacen los requisitos indicados en 760-51 (a) y (b) para cables multiconductor, y de 760-51(g) para cables coaxiales pueden marcarse y certificarse como tipos MPP, MPR, MPG y MP, respectivamente.

**h) Alambres de comunicación.** Los alambres de comunicaciones, tales como alambres de marcos de distribución y los de los puentes, deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación del fuego.

**i) Cable híbrido de energía y comunicaciones.** El cable híbrido de energía y comunicaciones aprobado y listado, puede instalarse en lugar del cable de energía tipo NM aprobado y listado conforme con los requisitos del Artículo 336, y el cable para comunicaciones sea tipo CM, y las cubiertas de los cables aprobados NM y CM tengan una tensión eléctrica nominal de 600 V mínimo, y el cable híbrido esté aprobado como resistente a la propagación del fuego.

**j) Cable para uso como alambrado estructurado (UTP).** Deben estar aprobados y listados por categoría 3, 4 y 5 según aplicación dependiente de la frecuencia 10, 16 y 100 MHz, respectivamente.

**800-52. Instalación de cables, alambres y equipos de comunicación.** Los cables de comunicaciones que van desde el protector al equipo o, cuando no sea necesario protector, las conexiones del interior o el exterior del edificio deben cumplir con (a) hasta (e):

**a) Separación con otros conductores**

**1) Conductores abiertos.** Los conductores deberán estar separados por lo menos 51 cm de cualquier conductor de circuito de alumbrado o fuerza, Clase 1, o señalización de protección contra incendio de potencia no limitada.

***Excepción 1:*** *Cuando los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1 o señalización de protección contra incendio de potencia no limitada estén en una canalización o formen parte de un cable con cubierta o armadura metálicas, o con cubierta no metálica de cables tipo AC o UF.*

***Excepción 2:*** *Donde los conductores de comunicaciones están permanentemente separados de los conductores de otros circuitos por un material no-conductor continuo y firmemente fijo, tal como tubo de porcelana o tubería flexible, además del aislamiento de los conductores.*

**2) En canalizaciones, cajas o cables**

**a) Otros circuitos de potencia limitada.** Los conductores de comunicaciones pueden estar en la misma canalización o envolventes con cualquiera de los siguientes cables:

**1)** Circuitos clases 2 y 3 de control remoto, señalización, circuitos de potencia limitada, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 725.

**2)** Sistemas de señalización de fuego de potencia limitada de acuerdo con lo indicado en el Artículo 760.

**3)** Cables de fibra óptica no-conductora y conductora conforme con lo establecido en el Artículo 770.

**4)** Sistemas de distribución comunitaria de televisión y radio conforme con lo indicado en Artículo 820.

**b) Circuitos Clases 2 y 3.** Los circuitos Clase 1 no deben estar en el mismo cable con circuitos de comunicaciones. Se permiten conductores de circuitos Clases 2 y 3 en el mismo cable con los circuitos de comunicación, en cuyo caso los circuitos de Clases 2 y 3 deben estar clasificados como circuitos de comunicación y cumplir con los requisitos de este Artículo. Los cables deben estar aprobados y listados como cables de comunicaciones o cables multiusos.

***Excepción:*** *Los cables construidos con cables aprobados individuales Clases 2, 3 y de comunicaciones, bajo una cubierta común no necesitan estar clasificados como cables de comunicaciones. La resistencia al fuego del cable compuesto debe determinarse mediante el desempeño de este cable compuesto.*

**c)** Circuitos de fuerza o alumbrado

**1.** Los conductores de comunicaciones no se deben colocar en canalizaciones, envolventes, cajas de salida, cajas de empalmes o accesorios similares con conductores de alumbrado y fuerza, o circuitos de fuerza Clase 1.

***Excepción 1:*** *Donde todos los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o circuitos de señalización de incendio, de potencia no limitada, están separados de todos los otros conductores de comunicaciones mediante una barrera.*

***Excepción 2:*** *Conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de señalización de incendio de potencia no limitada en cajas de salida, cajas de empalmes o accesorios similares o envolventes donde tales conductores se introducen solamente para alimentar al equipo de comunicaciones, o para la conexión de equipo de control remoto. Los conductores de circuitos de fuerza, de alumbrado, Clase 1, o señalización de incendio de potencia no limitada deben guiarse dentro de la envolvente para mantener una separación mínima de 6 mm de los conductores de comunicaciones.*

**2. En tiros.** Los conductores de comunicaciones que corren en tiros con conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o señalización de incendio de potencia no limitada deben estar separados de éstos no menos de 51 mm.

***Excepción 1:*** *Donde: (1) todos los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o señalización de incendio de potencia no limitada, o (2) todos los conductores de comunicaciones están confinados en una canalización.*

***Excepción 2:*** *Cuando los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o señalización de incendio de potencia no limitada están en una canalización, o en cables con cubierta o armadura metálicas, cubierta no-metálica o tipo UF.*

**b) Propagación del fuego o productos de la combustión.** Las instalaciones en espacios huecos (vacíos), tiros verticales y ductos de aire y ventilación deben hacerse de tal forma que la posible propagación del fuego o productos de la combustión no se vean considerablemente incrementados. Las aberturas que atraviesen paredes resistentes al fuego, pisos o techos deben tener barreras contra el fuego acordes con sistemas aprobados.

**c) Equipos en otro espacio del usado para aire ambiente.** Se debe aplicar lo establecido en 300-22(c).

**d) Soporte para cables tipo charolas.** Los cables tipos MPP, MPR, MPG y MP multiusos y UTP, y los cables de comunicaciones tipos CMP, CMR, CMG y CM se pueden instalar en soporte para cables tipo charolas.

**e) Soporte de conductores.** Las canalizaciones no pueden usarse como medios de soporte para cables y alambres de comunicaciones.

**800-53. Aplicaciones de cables aprobados para comunicaciones.** Los cables de comunicaciones deben cumplir con lo siguiente:

**a) Plafones y cámaras de aire.** Los cables instalados en ductos, plafones y en otros espacios usados para el manejo de aire acondicionado deben ser del tipo CMP.

***Excepción:*** *Los cables de comunicaciones tipos CMP, CMR, CMG, CM y CMX instalados conforme se establece en 300-22.*

**b) Elevadores.** Los cables instalados en corridas verticales a través de más de un piso, o cables en corridas verticales en tiros, deben ser tipo CMR. Los pasos por piso que requieren cable tipo CMR, deben contener sólo cables adecuados para uso de elevador o de plafones.

**NOTA:** Véase 800-52 (b) para los requisitos de detención de fuego para pasos por piso.

***Excepción 1:*** *Cuando los cables aprobados están confinados en canalizaciones metálicas o están localizados en tiros verticales a prueba de fuego con barreras contra incendio en cada piso.*

***Excepción 2:*** *Los cables tipo CM y CMX instalados en viviendas de una o dos familias.*

**c) Distribuidores y montajes de conexión cruzada.** Se deben usar cables de comunicaciones en distribuidores y montajes de conexión cruzada.

***Excepción:*** *Se permiten usar los tipos CMP, CMR, CMG y CM.*

**d) Otros alambrados dentro de edificios.** Los cables instalados en edificios diferentes a los descritos en (a), (b) y (c) anteriores deben ser tipo CMG o CM.

***Excepción 1:*** *Cuando los cables de comunicación están confinados en canalizaciones.*

***Excepción 2:*** *Los cables de comunicación tipo CMX en espacios descubiertos cuando la longitud expuesta no exceda de 3 m.*

***Excepción 3:*** *Los cables de comunicaciones tipo CMX de diámetro menor a 6,5 mm e instalados en viviendas de una o dos familias.*

***Excepción 4:*** *Los cables de comunicación tipo CMX de diámetro menor a 6,5 mm e instalados en espacios no confinados en viviendas multifamiliares.*

***Excepción 5:*** *Cables de comunicación tipo CMUC instalados bajo alfombras.*

**e) Cables híbridos de fuerza y de comunicaciones.** Los cables híbridos de energía y comunicaciones aprobados y listados según se indica en 800-51(i) pueden instalarse en viviendas de una o dos familias.

**f) Substitución de cables.** Se permite la substitución de cables de comunicaciones conforme con lo permitido en la Tabla 800-53 e ilustrados en la Figura 800-53.

**Tabla 800 53. Substituciones de cable**

| Tipo de cable | Substituciones permitidas |
|---|---|
| MPP | Ninguna |
| CMP | MPP |
| MPR | MPP |
| CMR | MPP, CMP, MPR |
| MPG, MP | MPP, MPR |

| | |
|---|---|
| CMG, CM | MPP, CMP, MPR, CMR, MPG, MP |
| CMX | MPP, CMP, MPR, CMR, MP, CMG, CM |

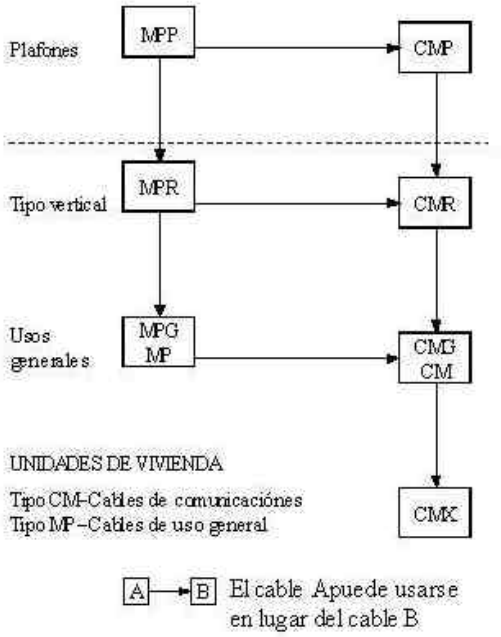



**Figura 800-53 Jerarquía de sustitución de cables**

**NOTA:** Para el uso de cable de comunicaciones y cable multiusos en lugar de cables Clases 2 y 3, véase 725-53 (g), y para el uso de cable de comunicaciones y multiusos en lugar de cables de señalización de incendio de potencia limitada, véase 760-53 (d).

## ARTÍCULO 810 - EQUIPOS DE RADIO Y TELEVISIÓN

### A. Disposiciones generales

**810-1. Alcance.** Este Artículo se aplica a equipo de receptores de radio y televisión y a los equipos transmisores y receptores de radio para aficionados, pero no se aplica a equipo y antenas utilizados para acoplar las corrientes eléctricas portadoras a los conductores de energía eléctrica.

**810-2. Otros Artículos aplicables.** El alambrado desde la fuente de suministro de energía a y entre los dispositivos conectados al sistema de alambrado interior deben cumplir con los Capítulos 1 a 4, excepto por las modificaciones indicadas en 640-3, 640-4 y 640-5. El alambrado para equipo de radiofrecuencia, audiofrecuencia y para altavoces debe cumplir con el Artículo 640. Cuando se use fibra óptica se debe aplicar el Artículo 770. El cable coaxial para recepción de televisión debe cumplir con lo establecido en el Artículo 820.

**810-3. Antenas de televisión comunitarias.** La antena debe cumplir con este Artículo. El sistema de distribución debe cumplir con lo establecido en el Artículo 820.

**810-4. Supresores de ruido para radio.** Los eliminadores de interferencia de radio, los condensadores de interferencia o los supresores de ruido conectados a los conductores de alimentación, deberán estar aprobados y listados. No deben estar expuestos a daño físico.

**810-5. Definiciones.** Véase el Artículo 100.

### B. Equipo receptores - Sistemas de antenas

**810-11. Material.** Las antenas y los conductores de entrada deben ser de cobre duro, bronce, aleación de aluminio, cobre con núcleo de acero u otro material de alta resistencia mecánica y resistencia a la corrosión.

***Excepción:*** *Para los conductores de entrada puede emplearse el cobre blando o semiduro cuando los tramos entre los puntos de soporte no son mayores a 10 m.*

**810-12. Soportes.** Las antenas exteriores y los conductores de entrada deben estar firmemente soportados. Las antenas no deben ser fijadas al poste de la acometida eléctrica. Además no se deben fijar a postes o estructuras similares que lleven conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza expuestos a conductores de trole que operen a más de 250 V 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 se deben fijar firmemente a las antenas.

**810-13. Modo de evitar contactos con conductores de otros sistemas.** Las antenas exteriores y los conductores de entrada desde una antena al edificio, no deben cruzar por encima de conductores expuestos de circuitos de alumbrado o de fuerza y se deben mantener alejados de tales circuitos, para evitar la posibilidad de contactos accidentales. Cuando no se puede evitar la proximidad con los conductores expuestos de las acometidas de

alumbrado o de fuerza que trabajen a menos de 250 V entre conductores, la instalación se debe hacer de manera tal que el claro mínimo sea de 60 cm.

Donde sea posible, los conductores de la antena se deben instalar evitando cruzar por debajo de los conductores expuestos de alumbrado o de fuerza.

**810-14. Empalmes.** Los empalmes y uniones en los tramos de antena deben ser mecánicamente seguros y 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 a las antenas deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en 810-21.

**810-16. Tamaño nominal del cable de la antena - 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 a lo indicado en la Tabla 810-16(a).

**Tabla 810 16(a). Tamaño nominal de los conductores de antena exterior para estaciones receptoras**

| Tamaño nominal mínimo $mm^2$ (AWG) | | | |
|---|---|---|---|
| material | menos de 10 m | longitud máxima del tramo | |
| | | de 10 a 45 m | más de 45 m |
| Aleación de aluminio y cobre duro<br>Cobre con núcleo de hierro, bronce u otro material de alta resistencia mecánica | 65 (19)<br>0,51 (20) | 2,08 (14)<br>1,03 (17) | 3,31 (12)<br>2,08 (14) |

**b) Antenas autosoportadas.** Las antenas exteriores como las verticales, parabólicas o bipolares, deben ser de materiales resistentes a la corrosión y de resistencia mecánica adecuadas para resistir las condiciones de carga del viento, y ubicadas lo más alejadas posible de conductores aéreos de los circuitos de alumbrado y de fuerza de más de 150 V 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 nominal 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, deben tener un tamaño nominal tal que tenga una resistencia a la tracción por lo menos igual a 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 nominal 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. Claros - 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 cm de los conductores de los circuitos de 250 V o menos entre conductores, o a menos de 3 m de los conductores de los circuitos de más de 250 V entre conductores; se exceptúa el caso de circuitos cuya tensión eléctrica entre conductores no exceda 150 V, si todos los conductores implicados están fijados para asegurar una separación permanente, en cuyo caso la separación puede reducirse, pero no debe ser menor a 10 cm. La separación entre conductores de entrada y cualquier conductor que forme parte de un sistema de varillas de pararrayos, no debe ser menor a 1,8 m, a menos que se haga la unión referida en 250-86. Los conductores subterráneos deben separarse al menos 30 cm de los conductores de cualquier circuito de fuerza, alumbrado, o Clase 1.

***Excepción:*** *Cuando los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o de entrada se instalen en canalizaciones o armadura metálica.*

**b) Antenas y entradas interiores.** Las antenas y entradas interiores no deben correr a menos de 5 cm de los conductores de otros sistemas de alambrado en el predio.

***Excepción 1:*** *Cuando tales conductores estén instalados en canalizaciones o armaduras metálicas.*

***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 entradas interiores pueden ocupar la misma caja o envolvente que los conductores de otros sistemas de alambrado 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 radio receptor, debe estar aprobado y listado para este uso.

**810-20. Unidades de 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 cubierta metálica continua, permanente y puesta a tierra eficazmente, o estén 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 y el aparato 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 los lugares (clasificados) peligrosos según lo definido en el Artículo 500.

**c) Puesta a tierra.** La unidad de descarga de antenas debe ser puesta a tierra conforme con lo establecido en 810-21.

**810-21. Conductores de puesta a tierra - estaciones receptoras.** Los conductores de puesta a tierra deben cumplir con los incisos siguientes:

**a) Material.** El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre, aluminio, cobre con núcleo de acero, bronce u otro material resistente a la corrosión.

**b) Aislamiento.** Los conductores de puesta a tierra pueden no estar aislados.

**c) Soportes.** Los conductores 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 nominal del conductor de puesta a tierra aumenta proporcionalmente.*

**d) Protección mecánica.** El conductor de puesta a tierra debe protegerse donde esté expuesto a daño físico, o se debe aumentar proporcionalmente el tamaño nominal del conductor de puesta a tierra, para compensar la falta de protección.

**e) Recorrido en línea recta.** El conductor de puesta a tierra para una antena o unidad de descarga de antena se debe instalar en línea recta tanto como sea factible, desde el mástil de la antena o desde la unidad de descarga, hasta el electrodo de puesta a tierra.

**f) Electrodo.** El conductor de puesta a tierra debe conectarse en la forma siguiente:

**1)** Al lugar accesible más cercano: (1) en el sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura, como se describe en 250-81; (2) al sistema interno de tubería metálica de agua puesta a tierra, como se describe en 250-80(a); (3) a los medios accesibles de la acometida de energía fuera de las envolventes de acuerdo con lo indicado en 250-71(b); (4) a la canalización metálica de la acometida de energía; (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.

**2)** Si el edificio o estructura servida no tiene un medio de puesta a tierra como los descritos en (f)(1), a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-81.

**3)** Si el edificio o estructura servida no tiene un medio de puesta a tierra como se describe en (f)(1) o (f)(2), a (1) una estructura metálica puesta a tierra eficazmente, o (2) a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-83.

**g) Dentro o fuera del edificio.** El conductor de puesta a tierra puede tenderse dentro o fuera del edificio.

**h) Tamaño nominal.** El conductor de puesta a tierra no debe ser de tamaño nominal menor a 5,260 mm2 (10 AWG) para cobre 8,367 $mm^2$ (8 AWG) para aluminio, 1,03 mm2 (17 AWG) para el cobre con núcleo de acero o para bronce.

**i) Tierra común.** Puede utilizarse un solo conductor de puesta a tierra que sirva a la vez a los fines de protección y operación.

**j) Unión de electrodos.** Se debe conectar un puente de unión de tamaño nominal no-menor a 13,30 $mm^2$ (6 AWG) de cobre o equivalente entre el equipo de radio y televisión puestos a tierra y el sistema de electrodos de puesta a tierra de energía del edificio o estructura servida cuando se usen electrodos separados.

**C. Estaciones transmisoras y receptoras de aficionados - Sistemas de antenas**

**810-51. Otras secciones aplicables.** Los sistemas de antena de las estaciones de aficionados, transmisoras y receptoras, además de cumplir con las disposiciones de esta Parte: deben cumplir con lo estipulado en 810-11 a 810-15.

**810-52. Tamaño nominal de conductores.** Los conductores de la antena para estaciones de aficionados, transmisoras y receptoras, no deben ser de tamaño nominal menor a lo indicado en la Tabla 810-52.

**Tabla 810-52. Tamaño nominal mínimo de los conductores de antena exterior para estaciones de aficionados $mm^2$ (AWG)**

| Material | Longitud máxima del tramo | |
|---|---|---|
| | De 10 a 45 m | Más de 45 m |
| **Cobre duro** | 2,08 (14) | 5,26 (10) |
| Cobre con núcleo de acero, bronce u otro material de alta resistencia mecánica | 2,08 (14) | 3,31 (12) |

**810-53. Tamaño nominal de los conductores de entrada.** Los conductores de entrada para estaciones transmisoras deben tener, para distintas longitudes máximas de tramos, un tamaño nominal por lo menos igual al de los conductores para antena especificados en 810-52.

**810-54. Claros en el edificio.** Los conductores de antena para estaciones transmisoras fijados a los edificios, deben montarse firmemente a una distancia mínima de 75 mm de la superficie del edificio sobre soportes aislantes no absorbentes, tales como palillos o brazos de madera tratada, equipados con aisladores que no tengan menos de 75 mm de línea de fuga y de distancia libre. Los conductores de entrada fijados al edificio se ajustarán también a estos requisitos.

***Excepción:*** *Cuando los conductores de entrada están confinados en una cubierta metálica continua, permanente y puesta a tierra eficazmente, no se requiere cumplir con estos requisitos. En este último caso la cubierta metálica puede utilizarse también como conductor.*

**810-55. Entrada al edificio.** Los conductores de entrada de las estaciones transmisoras, excepto cuando están protegidos por una cubierta metálica continua conectada 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 boquilla aislante, no absorbente, incombustible y rígida; (2) a través de una abertura provista para el propósito, en la que los conductores de entrada están fijados firmemente con el objeto de mantener una separación entre ellos y los bordes de la estructura, de por lo menos 50 mm, o (3) a través de un agujero 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 a tierra de las cargas estáticas del sistema de antena u otro dispositivo similar.

***Excepción 1:*** *Cuando cada conductor está protegido por una cubierta metálica continua puesta a tierra de forma permanente y efectiva.*

***Excepción 2:*** *Cuando la antena está puesta a tierra de forma permanente y efectiva.*

**810-58. Conductores de puesta a tierra - estaciones transmisoras y receptoras de aficionados.** Los conductores de puesta a tierra deben cumplir con los incisos siguientes:

**a) Otras secciones aplicables.** Todos los conductores de puesta a tierra de las estaciones de aficionados, transmisoras y receptoras, deben cumplir con lo indicado en 810-21 (a) hasta (j).

**b) Tamaño nominal del conductor de puesta a tierra para protección.** El conductor de puesta a tierra para protección de estaciones transmisoras debe ser de un tamaño nominal por lo menos tan grande como el del conductor de entrada, pero de tamaño nominal no-menor a 5,260 $mm^2$ (10 AWG) para cobre, bronce o bronce con núcleo de acero.

**c) Tamaño nominal del conductor de puesta a tierra para operación.** El conductor de puesta a tierra para el funcionamiento de estaciones transmisoras no debe ser de tamaño nominal menor a 2,082 $mm^2$ (14 AWG) para cobre o su equivalente.

### D. Instalaciones interiores - Estaciones transmisoras

**810-70. Separación de otros conductores.** Todos los conductores dentro del edificio deben tener una separación no-menor a 10 cm 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 canal fijo no-conductor, como un tubo de porcelana o tubo (conduit) flexible.*

**810-71. Disposiciones generales.** Los transmisores deben cumplir con los incisos siguientes:

**a) Carcasa.** El transmisor debe estar dentro de una carcasa 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 de manera efectiva.

**b) Puesta a tierra de los controles.** Todas las palancas exteriores y controles metálicos accesibles al personal encargado del funcionamiento deben estar puestos a tierra de manera efectiva.

**c) Bloqueo de puertas.** Todas las puertas de acceso deben estar provistas de bloqueos que desconecten todas las tensiones eléctricas mayores a 350 V entre conductores, cuando se abra cualquier puerta de acceso.

## ARTÍCULO 820 - ANTENAS DE TELEVISIÓN COMUNITARIAS Y SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE RADIO

### A. Disposiciones generales

**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 de televisión comunitarias.

**NOTA:** Cuando la instalación no sea coaxial, véanse los Artículos 770 y 800.

**820-2. Limitaciones de energía.** El cable coaxial puede ser usado para suministrar energía a baja potencia a equipos directamente asociados con los sistemas de distribución de radiofrecuencia, siempre que la tensión eléctrica no sea mayor de 60 V y donde la corriente eléctrica de alimentación provenga de un transformador u otro dispositivo que tenga características de limitación de potencia.

**820-3. Definición. Punto de entrada.** El punto de entrada a un edificio es el punto en el cual emerge el cable desde un muro exterior, losa de concreto, o tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado puesto a tierra en un electrodo conforme con lo indicado en 820-40(b).

**820-5. Acceso a equipo eléctrico atrás de paneles diseñados para permitir el acceso.** El acceso a equipo no debe evitarse por una acumulación de cables y alambres que impidan el retiro de paneles, incluyendo paneles colgantes en plafones.

**820-6. Ejecución mecánica de los trabajos.** Los sistemas de distribución de radio y televisión de antena comunitaria deben instalarse de manera limpia y profesional. Los cables se deben soportar sobre la estructura del edificio de forma que no puedan ser dañados por el uso normal del mismo.

**B. Cables en exteriores y entrada a edificios**

**820-10. Cables exteriores.** Los cables coaxiales antes del punto de puesta a tierra, como se define en 820-33, deben cumplir con lo indicado en los incisos siguientes.

**a) Sobre postes.** Cuando sea posible, los conductores en postes se deben instalar debajo de los conductores de alumbrado o fuerza, y no deben sujetarse a las crucetas que llevan estos conductores.

**b) En la entrada.** Los conductores de entrada o aéreos desde un poste u otro soporte, incluyendo el punto de amarre a un edificio o estructura, deben mantenerse alejados de los circuitos de alumbrado o fuerza, a fin de evitar contactos accidentales.

***Excepción:*** *Cuando no pueda evitarse la proximidad con los conductores de acometida, de alumbrado o fuerza, la instalación debe ser tal que asegure una separación no-menor a 30 cm de estas bajadas de acometidas aéreas.*

**c) Sobre azoteas.** Los cables que pasen sobre edificios deben estar a por lo menos 2,4 m por encima de cualquier punto de la azotea.

***Excepción 1:*** *Edificios auxiliares tales como cocheras y similares.*

***Excepción 2:*** *Se permite reducir la separación sólo por encima de la porción sobresaliente del techo, no menos de 45 cm si: (1) no-más de 1,2 m de los conductores de comunicación de la acometida aérea pasan por encima de la saliente del techo, y (2) si terminan en una canalización o soporte a través del techo.*

***Excepción 3:*** *Donde el techo tenga una pendiente no-menor a 10 cm por cada 30 cm, se permite una reducción en la separación de 90 cm.*

**d) Entre edificios.** Los cables que se extiendan entre edificios, y también los soportes o grapas de sujeción, deben ser adecuados para este uso y tener la suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas a las que puedan estar sometidos.

***Excepción:*** *Cuando un cable no tenga suficiente resistencia para autosoportarse debe soportarse por medio de un cable mensajero que, junto con las grapas de fijación o soportes, debe ser adecuado para este uso y tener la suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas a las que pueda estar sometido.*

**e) En los edificios.** Donde los cables estén fijados a edificios, deben estar amarrados firmemente de manera que queden separados de otros conductores, como se indica a continuación:

**1) Alumbrado o fuerza.** El cable coaxial debe tener una separación de por lo menos 10 cm de los conductores de alumbrado o de fuerza 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 haya interferencia innecesaria durante el mantenimiento a otros sistemas. En ningún caso los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de un sistema, deben producir abrasión en los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de otro sistema.

**3) Conductores de pararrayos.** Cuando sea posible, se debe mantener una separación no-menor a 1,8 m entre los cables coaxiales y los conductores de pararrayos.

**820-11. Conductores de entrada a los edificios**

**a) Sistemas subterráneos.** Los cables coaxiales subterráneos instalados en ductos, pedestales, pasos, o pozos de registro conteniendo conductores de circuitos de fuerza, alumbrado, Clase 1, 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 cm de cualquier conductor de circuitos de fuerza, alumbrado, o Clase 1.

***Excepción 1:*** *Cuando los conductores eléctricos 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 cubierta o armadura metálica, o tipos UF o USE, o los cables coaxiales tengan una armadura metálica o estén instalados en una canalización.*

**C. Protección**

**820-33. Puesta a tierra de la pantalla conductora exterior de un cable coaxial.** Cuando el cable coaxial esté expuesto a descargas atmosféricas o a contactos accidentales con los conductores de un pararrayos o con otros conductores eléctricos que operen a una tensión eléctrica de más de 300 V a tierra, la pantalla conductiva exterior del cable coaxial debe ponerse a tierra en el predio tan cerca como sea posible al punto de entrada. Para propósitos de esta Sección, el punto en el cual el cable expuesto entra, es el punto donde emerge de un muro exterior, de una losa

de concreto, o de tubo *(conduit)* metálico tipo pesado o semipesado puesto a tierra a un electrodo conforme con lo establecido en 820-40(b).

Para propósitos de esta Sección, la puesta a tierra ubicada en el equipo de acometida de una casa móvil a la vista y a no-más de 9 m de la pared exterior de la casa móvil que sirve, o en el medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil acorde con 250-24 y ubicada a la vista y a no-más de 9 m de la pared exterior de la casa móvil que sirve, cumple con los requisitos de esta Sección.

**NOTA:** El localizar la puesta a tierra para lograr la longitud mínima posible del conductor de puesta a tierra, ayuda a limitar las diferencia de potencial entre el sistema de antena comunitaria de televisión y otros sistemas metálicos.

**a) Puesta a tierra de pantallas.** Cuando la pantalla exterior conductiva de un cable coaxial esté puesta a tierra, no se requiere de otro dispositivo de protección.

**b) Dispositivos de protección de pantallas.** Se permite la puesta a tierra de un cable coaxial aéreo mediante un dispositivo de protección que no interrumpa el sistema de puesta a tierra dentro del local.

**D. Métodos de puesta a tierra**

**820-40. Puesta a tierra de cables.** Cuando lo requiere la Sección 820-33, la pantalla del cable coaxial debe ponerse a tierra como se especifica en los incisos siguientes:

**a) Conductor de puesta a tierra.**

**1) Aislamiento.** El conductor de puesta a tierra debe estar aislado y aprobado y listado adecuadamente para este propósito.

**2) Material.** El conductor de puesta a tierra debe ser cobre u otro material conductivo resistente a la corrosión, cableado o sólido.

**3) Tamaño nominal.** El conductor de puesta a tierra no debe ser de tamaño nominal menor a 2,082 $mm^2$ (14 AWG); debe tener una capacidad de conducción de corriente aproximadamente igual a la del conductor exterior del cable coaxial.

**4) Tendido en línea recta.** El conductor de puesta a tierra debe tenderse hacia el electrodo de puesta a tierra en línea recta tanto como sea posible.

**5) Protección física.** Cuando está expuesto a daño físico, el conductor de puesta a tierra debe protegerse adecuadamente. Cuando el conductor de puesta a tierra corra en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben unirse al conductor de puesta a tierra o a la misma terminal o electrodo al cual está conectado el conductor de puesta a tierra.

**b) Electrodo.** El conductor de puesta a tierra debe conectarse como sigue:

**1)** A la ubicación más cercana posible en: (1) el sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura conforme con lo establecido en 250-81; (2) el sistema interior de tuberías metálicas de agua acorde a 250-80 (a); (3) los medios accesibles externos a la envolvente de la acometida conforme con lo establecido en 250-71(b); (4) la canalización metálica de la acometida de energía; (5) a la envolvente de acometida; (6) el conductor de puesta a tierra del electrodo o el gabinete metálico del conductor de puesta a tierra del electrodo, o (7) al conductor de puesta a tierra o electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura conectado a tierra a un electrodo como se especifica en 250-24.

**2)** Si el edificio o estructura servidos no tienen una puesta a tierra como se describe en (b)(1), a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-81.

**3)** Si el edificio o estructura servidos no tienen una puesta a tierra como se describe en (b)(1) o (b)(2), a (1) una estructura metálica puesta a tierra eficazmente o (2) a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-83.

**c) Conexión al electrodo.** Las conexiones al electrodo de puesta a tierra deben cumplir con 250-115.

**d) Unión de electrodos.** Debe conectarse un puente de unión de tamaño nominal no-menor a 13,30 $mm^2$ (6 AWG) de cobre o equivalente entre el sistema de electrodos de puesta a tierra de la antena y el sistema de electrodos de puesta a tierra de energía en el edificio o estructura servidos, cuando se usen electrodos separados.

***Excepción:*** *En casas móviles conforme con lo establecido en 820-42.*

**NOTA 1:** Véase 250-86 para el uso de varillas de pararrayos.

**NOTA 2:** La unión de todos los electrodos separados limita las diferencias de potencial entre ellos y sus sistemas asociados.

**820-41. Puesta a tierra de equipos.** El equipo desenergizado y envolventes o equipo energizados mediante cable coaxial deben considerarse puestos a tierra cuando estén conectados al blindaje metálico del cable.

**820-42. Uniones y puesta a tierra en casas móviles**

**a) Puesta a Tierra.** Cuando el equipo de acometida a una casa móvil no esté a la vista y a no-más de 9 m de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, o no exista un medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil acorde con 250-24 y ubicado a la vista y a no-más de 9 m de la pared exterior de la casa móvil que abastezca, la puesta a tierra del blindaje del cable coaxial, o puesta a tierra del protector contra sobretensiones, debe estar conforme con lo establecido en 820-40 (b) (2) y (3).

**b) Uniones.** La terminal de puesta a tierra del blindaje del cable coaxial, la terminal de puesta a tierra de la protección contra sobretensiones o el electrodo de puesta a tierra, deben unirse a la estructura metálica o a la terminal de puesta

a tierra disponible de la casa móvil con un conductor de cobre con tamaño nominal no-menor a 3,307 $mm^2$ (12 AWG) de acuerdo con lo indicado en cualquiera de las siguientes condiciones:

**1)** Cuando no exista equipo de acometida o medio de desconexión en la casa móvil como lo indicado en (a) anterior.

**2)** Cuando la casa móvil se alimente mediante cordón y clavija.

**E. Cables dentro de edificios**

**820-49. Resistencia al fuego de cables CATV (antena comunitaria de televisión).** Los cables coaxiales instalados directamente dentro de edificios deben estar aprobados y listados como resistentes a la propagación del fuego conforme con lo establecido en 820-50 y 820-51.

**820-50. Identificación e instalación de cables coaxiales.** Los cables coaxiales en un edificio deben estar aprobados y listados como adecuados para este uso y deben identificarse conforme con lo indicado en Tabla 820-50. La tensión eléctrica nominal del cable no debe marcarse en el cable.

**NOTA:** Las marcas de tensión eléctrica en el cable pueden mal interpretarse para sugerir que los cables son adecuados para uso en circuitos Clase 1, de fuerza o de alumbrado.

***Excepción 1:*** *Las marcas de tensión eléctrica se permiten cuando el cable tiene múltiples etiquetas y la de tensión eléctrica es una de las requeridas por las etiquetas.*

***Excepción 2:*** *El listado y la identificación no se requieren cuando el cable entre desde el exterior en un edificio y corre en un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado, y este tubo (conduit) esté puesto a tierra a un electrodo acorde con 820-40 (b).*

***Excepción 3:*** *El listado y la identificación no se requieren cuando la longitud de cable dentro del edificio no excede 15 m, y entra en el edificio desde el exterior y remata en una terminal de puesta a tierra.*

**Tabla 820-50. Identificación en cables**

| Identificación del cable | Tipo | Referencias |
|---|---|---|
| CATVP | Cable CATV para cámara de aire | 820 – 51 (a) y 820 – 53 (a) |
| CATVR | Cable CATV para elevadores | 820 – 51 (b) y 820 – 53 (b) |
| CATV | Cable CATV | 820 – 51 (c) y 820 – 53 (c) |
| CATVX | Cable CATV de uso limitado | 820 – 51 (d) y 820 – 53 (d) Excepciones 1, 2 y 3 |

**NOTA 1:** Los tipos de cable se listan en orden descendente de resistencia al fuego.

**NOTA 2:** Véase las Secciones referidas para los requerimientos de aprobación y usos permitidos.

**820-51. Requerimientos adicionales.** Los cables deben estar aprobados conforme con lo indicado en los incisos siguientes:

**a) Tipo CATVP.** El cable para cámara de aire de antena comunitaria de televisión CATVP debe estar aprobado y listado como adecuado para usarse en cámaras de aire, ductos y otros espacios usados para aire acondicionado, y también aprobados y listados con características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humos.

**b) Tipo CATVR.** El cable elevador para antena comunitaria de televisión tipo CATVR debe estar aprobado y listado para uso en ductos verticales en un tiro de piso a piso, y también aprobado y listado con características de resistencia al fuego capaz de prevenir el transporte del fuego de piso a piso.

**c) Tipo CATV.** El cable para antena comunitaria de televisión tipo CATV debe estar aprobado y listado para usos generales de antena comunitaria de televisión, con excepción de cámaras de aire y ductos verticales, también aprobados y listados como resistentes a la propagación del fuego.

**d) Tipo CATVX.** El cable de antena comunitaria de televisión de uso limitado tipo CATVX debe estar aprobado y listado como adecuado para uso en viviendas, y, para uso en canalización, y también como resistente a la propagación de incendios.

**820-52. Instalación de cables y equipo.** Más allá del punto de puesta a tierra, definido en 820-33, la instalación de cables debe cumplir con los incisos abajo listados.

**a) Separación de otros conductores**

**1) Conductores abiertos.** El cable coaxial debe separarse al menos 50 mm de los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza o Clase 1.

***Excepción 1:*** *Cuando los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza o Clase 1 o cable coaxial estén en una canalización, o en cables con fundas o armaduras metálicas, fundas no-metálicas o tipo UF.*

***Excepción 2:*** *Cuando los conductores estén permanentemente separados de los conductores en otros circuitos mediante una barrera continua no-conductora, tal como un tubo de porcelana o tubo (conduit) flexible además del aislamiento del alambre.*

**2) En envolventes y canalizaciones**

**a) Circuitos diferentes de los de potencia limitada.** Los cables coaxiales se permiten en la misma canalización o envolvente con cables cubiertos en cualquiera de las siguientes condiciones:

**1)** Circuitos Clases 2 y 3 de control remoto, señalización y potencia limitada conforme con lo establecido en el Artículo 725.

**2)** Sistemas de señalización de protección contra incendio de potencia limitada conforme con lo establecido en el Artículo 760.

**3)** Circuitos de comunicaciones conforme con lo establecido en el Artículo 800.

**4)** Cables de fibra óptica conforme con lo establecido en el Artículo 770.

**b) Circuitos de fuerza o alumbrado.** El cable coaxial no debe colocarse en ninguna canalización, cajas de salida, cajas de empalmes, o en cualquier otra envolvente con conductores de circuitos de fuerza, alumbrado o Clase 1.

***Excepción 1:*** *Cuando los conductores de diferentes sistemas estén separados por una barrera permanente.*

***Excepción 2:*** *Los conductores en cajas de salidas, cajas de empalmes, o accesorios similares o compartimentos donde tales conductores se introducen solamente para alimentar al equipo de distribución del sistema de cable coaxial, o para energizar al equipo de control remoto.*

*Los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza y Clase 1, y de señalización de protección contra incendio sin límite de potencia, deben guiarse en la envolvente para mantener una separación mínima de 6 mm del cable coaxial.*

**3) En ductos verticales.** Los cables coaxiales que corren en el mismo ducto vertical con conductores de alumbrado o fuerza, deben estar separados de éstos no menos de 50 mm.

***Excepción 1:*** *Cuando los conductores de cualquiera de los sistemas estén confinados en una canalización metálica.*

***Excepción 2:*** *Cuando los conductores de fuerza o alumbrado estén en una canalización, o en cables con forro o armadura metálica, forro no-metálico, o tipo UF.*

**b) Propagación del fuego o productos de la combustión.** La instalación en huecos, ductos verticales y ductos de ventilación o de manejo de aire, debe hacerse de manera que la posible propagación del fuego y productos de la combustión no se incremente substancialmente. Las aberturas alrededor de pasos en paredes clasificadas resistentes al fuego, pisos o techos, deben parar el fuego usando sistemas aprobados.

**c) Equipo en espacios diferentes de los destinados al aire acondicionado.** Debe aplicarse lo indicado en 300-22 (c).

**d) Alambrado híbrido de energía y coaxial.** Los requisitos indicados en 780-6 deben aplicarse al alambrado híbrido de energía y coaxial en circuitos cerrados y distribución programada de energía.

**e) Soporte de conductores.** Las canalizaciones no deben usarse como soporte para cables coaxiales.

**820-53. Aplicaciones de cables CATV aprobados.** Los cables CATV deben cumplir con los incisos siguientes:

**a) Cámaras de aire.** Los cables instalados en ductos, cámaras de aire y otros espacios usados para aire acondicionado deben ser tipo CATVP.

***Excepción:*** *Los cables tipos CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados conforme se indica en 300-22.*

**b) Elevadores (ductos verticales).** Los cables instalados en ductos verticales y que penetren más de un piso, o cables instalados verticalmente en ductos, deben ser tipo CATVR. Los pasos por piso que requieran cable tipo CATVR deben contener únicamente cables adecuados para ductos verticales y cámaras de aire.

***Excepción 1:*** *Los cables tipo CATV y CATVX confinados en canalización metálica o localizados en ductos a prueba de fuego con barreras contra el fuego en cada piso.*

***Excepción 2:*** *Los cables tipo CATV y CATVX en viviendas de una o dos familias.*

**NOTA:** Véase 820-52(b) para los requisitos de paro de fuego de los pasos de pisos.

**c) Otros alambrados dentro de edificios.** Los cables instalados en lugares en edificios diferentes a los cubiertos en los incisos (a) y (b) mencionados arriba, deben ser tipo CATV.

***Excepción 1:*** *El cable tipo CATVX instalado en canalización.*

***Excepción 2:*** *El cable tipo CATVX en espacios no-cerrados, siempre que la longitud expuesta del cable no exceda de 3 m.*

***Excepción 3:*** *Los cables tipo CATVX de diámetro menor a 9 mm, e instalados en viviendas de una o dos familias.*

***Excepción 4:*** *Los cables tipo CATVX de diámetro menor a 9 mm e instalados en espacios no-confinados en viviendas multifamiliares.*

**d) Sustitución de cables.** Están permitidas las sustituciones de cables de antena comunitaria de televisión indicados en la Tabla 820-53.

**Tabla 820-53. Sustitución de cable coaxial**

| Identificación del conductor | Sustitución permitida |
|---|---|
| CATVP | MPP, CMP. |
| CATVR | CATVP, MPP, CMP, MPR, CMR. |
| CATV | CATVP, MPP, CMP, CATVR, MPR, CMR, MPG, MP, CMG, CM. |
| CATVX | CATVP, MPP, CMP, CATVR, MPR, CMR, CATV, MPG, MP,CMG, CM. |

## CAPÍTULO 9 (4.9) INSTALACIONES DESTINADAS AL SERVICIO PÚBLICO

### 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 de suministro público, subestaciones eléctricas, transportes eléctricos, alumbrado público y otras líneas eléctricas y de comunicación ubicadas en la vía pública, así como a instalaciones similares propiedad de los usuarios. 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:** Aquélla que se usa para la transmisión, distribución y utilización en general de la energía eléctrica.

**Tensión eléctrica de aguante de baja frecuencia:** Para aislador, es el valor eficaz de la tensión de baja frecuencia que bajo condiciones especificadas, puede ser aplicado sin causar flameo o perforación del aislador.

**Tensión eléctrica de flameo de baja frecuencia:** Para un aislador, es el valor eficaz de la tensión eléctrica de baja frecuencia que bajo condiciones especificadas causa una descarga disruptiva sostenida a través del medio circundante.

### ARTÍCULO 921 - PUESTA A TIERRA

#### A. Disposiciones generales

**921-1. Disposiciones generales.** 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 servicio público de energía eléctrica. Este Artículo se refiere a los métodos para conectar a tierra los conductores y el equipo de líneas eléctricas y de comunicación; los requisitos que establecen en qué casos estos elementos deben estar conectados a tierra, se encuentran en otras secciones de esta NOM.

Algunas de las conexiones a tierra aquí indicadas que estarán ubicadas en las plantas generadoras o en las subestaciones, deben considerarse como se indica en otras Partes del Artículo 250.

**921-2. Definiciones**

**Electrodo:** 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 contra contacto a 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 sistema de neutro corrido del suministrador, en su caso.

**921-4. Puesta a tierra durante reparaciones.** El equipo o los conductores que operen a más de 600 V entre fases y que se deban reparar cuando se desconecten de su fuente de abastecimiento, deben conectarse a tierra, antes y durante la reparación.

**921-5. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra en sistemas de c.c.**

**a) Hasta de 750 V** En sistemas de c.c. hasta de 750 V, que requieran estar conectados 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 V** En sistemas de c.c. de más de 750 V, que requieran estar conectados 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. El electrodo de tierra puede estar ubicado dentro o externamente a los centros de carga.

**921-6. Corriente eléctrica 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 eléctrica inconveniente en el conductor de puesta a tierra. Si por el uso de múltiples conexiones a tierra, se tiene un flujo de corriente eléctrica inconveniente en un conductor de puesta a tierra, se recomienda tomar una o más de las siguientes medidas:

**a)** Eliminar una o más de las conexiones de puesta a tierra.

**b)** Cambiar la localización de las conexiones puesta a tierra.

**c)** Interrumpir la continuidad del conductor entre las conexiones de puesta a tierra.

**d)** Otras medidas efectivas para limitar la corriente eléctrica, de acuerdo con un estudio confiable.

La conexión de puesta a tierra en el transformador de alimentación, no debe ser removida.

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.

El conductor debe tener capacidad para conducir la corriente eléctrica de falla, prevista en el tiempo que dure la falla sin sobrecarga térmica o sin la formación de tensión eléctrica excesiva. Véase 921-10.

**921-7. Material de los conductores de puesta a tierra.** En todos los casos, los conductores de puesta a tierra deben ser de cobre o de aluminio y de ser posible, no deben tener empalmes. Si los empalmes son inevitables, deben estar hechos y conservados de forma que no se incremente considerablemente la resistencia del conductor, y deben tener

adecuadas características mecánicas y de resistencia a la corrosión. Para apartarrayos y detectores de tierra, el conductor de puesta a tierra debe ser tan corto y exento de curvas cerradas (ángulos menores a 90º) como sea posible.

La estructura metálica de un edificio o de otra construcción, puede servir como conductor de puesta a tierra y como un aceptable electrodo de 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, excepto cuando su operación ocasione también la desconexión automática de los conductores del circuito que alimenta al equipo, conectado a tierra por medio de dicho conductor.

***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, conectadores mecánicos o de compresión y zapatas o abrazaderas de puesta a tierra.

**921-10. Capacidad de conducción de corriente y resistencia mecánica.** "La capacidad de conducción de corriente de tiempo corto" de un conductor desnudo de puesta a tierra, es la corriente eléctrica que éste puede soportar durante el tiempo que circula la corriente eléctrica, sin fundirse o cambiar su estado, bajo las tensiones eléctricas aplicadas. Si el conductor de puesta a tierra está aislado, su "capacidad de conducción de corriente de corto tiempo" es la corriente eléctrica que puede conducir durante el tiempo prescrito, sin que se dañe el aislamiento. Cuando en un local existan conductores de puesta a tierra en paralelo, puede considerarse la capacidad de corriente total incrementada.

**a) Para sistemas conectados a tierra en un solo punto.** El conductor de puesta a tierra para un sistema conectado a tierra en un solo punto, por medio de un electrodo o grupo de electrodos debe tener una "capacidad de conducción de corriente de corto tiempo" adecuada para la corriente eléctrica de falla, que pueda circular por el propio conductor durante el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si este valor no puede ser fácilmente determinado, la capacidad de conducción de corriente permanente del conductor de puesta a tierra no debe ser menor que la corriente eléctrica a plena carga del transformador o de otra fuente de alimentación.

**b) Para sistemas de c.a. con múltiples conexiones de puesta a tierra.** El conductor de puesta a tierra para un sistema de c.a. con tierras en más de un lugar, excluyendo las tierras en los servicios a usuarios, debe tener una capacidad continua de conducción de corriente, en cada localización, cuando menos igual a un quinto de la capacidad de los conductores del sistema al que esté unido. (Véase el inciso (e) de esta Sección).

**c) Para apartarrayos primarios.** El conductor de puesta a tierra debe tener adecuada "capacidad de conducción de corriente de corto tiempo", bajo las condiciones de corriente eléctrica excesiva causada por una onda. En ningún caso, el conductor de puesta a tierra de un apartarrayos individual debe ser de tamaño nominal menor a 13,30 $mm^2$ (6 AWG) de cobre, o a 21,15 $mm^2$ (4 AWG) de aluminio.

Cuando la flexibilidad del conductor de puesta a tierra es vital en la operación del apartarrayos, tal como cerca de la base del mismo, deben emplearse conductores flexibles adecuados.

**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 "capacidad de conducción de corriente de corto tiempo" adecuada para la corriente eléctrica de falla disponible y para el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si no se provee protección contra sobrecorriente o falla, la capacidad de conducción de corriente 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 nominal menor a 8,37 $mm^2$ (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.

**e) Límite de la capacidad de conducción de corriente.** El conductor de puesta a tierra no necesita tener mayor capacidad de conducción de corriente que cualquiera de las siguientes:

**1)** La de los conductores de fase que suministrarían la corriente eléctrica de falla a tierra.

**2)** La corriente eléctrica máxima que pueda circular por el conductor, hacia el electrodo a que esté unido. Para un conductor simple de puesta a tierra, esta corriente eléctrica sería igual a la tensión eléctrica de suministro dividida entre la resistencia del electrodo (aproximadamente).

**f) Resistencia mecánica.** Todo conductor de puesta a tierra debe tener resistencia mecánica adecuada para las condiciones a que esté sometido, dentro de límites razonables. Además, los conductores de puesta a tierra sin protección, deben tener una resistencia a la tensión no-menor a la del tamaño nominal de 8,37 $mm^2$ (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. Sin embargo, 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 adecuadas al riesgo razonable a que estén expuestos. Se recomienda que las guardas se extiendan por lo menos 2,50 m arriba del suelo o plataforma en que los conductores son accesibles al público.

**c)** Los conductores de puesta a tierra que no tengan guardas, deben protegerse fijándolos estrechamente a la superficie del poste o a otro tipo de estructura, en áreas donde estén expuestos a daño mecánico y, de ser posible, 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)** Excepto como lo permite el inciso (b) siguiente, los conductores de puesta a tierra para equipo y circuitos de las clases indicadas a continuación, deben correr separadamente hasta sus propios electrodos.

**1)** Apartarrayos de circuitos de más de 750 V y armazones de equipo que opere a más de 750 V.

**2)** Circuitos de alumbrado y fuerza hasta de 750 V.

**3)** Puntas 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 colectora de tierra o un cable puesta a tierra del sistema, que esté conectado a tierra en varios lugares.

**b)** Los conductores de puesta a tierra para cualquiera de las clases de equipo indicadas en (a)(1) y (a)(2) anteriores, pueden conectarse entre sí, utilizando un solo conductor, siempre que:

**1)** Haya una conexión directa a tierra en cada localización de apartarrayos.

**2)** El conductor neutro secundario sea común con el conductor neutro primario, o los dos estén conectados entre sí.

**c)** Los circuitos primario y secundario que utilicen un conductor neutro común, deben tener cuando menos una conexión de puesta a tierra por cada 400 m de línea, sin incluir las conexiones puesta a tierra en los servicios de usuarios.

**d)** Cuando se usen electrodos independientes para sistemas separados, 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.

**e)** Se recomienda que los electrodos artificiales para apartarrayos de sistemas eléctricos no-conectados a tierra, que operen a tensiones eléctricas que excedan de 15 kV entre fases, estén separados cuando menos 6 m de 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 común (o sistema de electrodos) debe emplearse para conectar a tierra el sistema eléctrico y las envolventes metálicas de conductores y al equipo servido por el mismo sistema. El electrodo de tierra debe ser alguno de los especificados en 921-14 y 921-22.

**921-14. Electrodos existentes.** Para efectos de esta Sección, se entiende por "electrodos 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 son adecuadas para 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 m 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 proveen 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 eléctrica que busca camino hacia tierra a través del concreto, que es mal conductor.

**921-15. Medios de conexión a electrodos.** Hasta donde sea posible, las interconexiones a los electrodos deben ser accesibles. Los medios para hacer estas conexiones deben proveer 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 conectador 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 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 nominal adecuado para satisfacer el requisito indicado en 921-13, pero no-menor a 21,15 $mm^2$ (4 AWG) que se conecte a las varillas de refuerzo o al alambrón, mediante un conectador adecuado para cable de acero. El conectador 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 nominal no-menor a 33,62 $mm^2$ (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 conectado 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 artificiales o las estructuras conectadas a tierra deben separarse por lo menos 3 m de líneas de tubería usadas para la transmisión de líquidos o gases inflamables que operen a altas presiones (10,5 Pa 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 m 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 c.a. 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 donde se requiera, a fin de obtener una buena conexión.

**921-18. Resistencia a tierra de electrodos. Disposiciones generales.** El sistema de tierras debe consistir de uno o más electrodos conectados entre sí. Este sistema debe tener una resistencia a tierra suficientemente baja para minimizar los riesgos al personal en función de la tensión eléctrica de paso y de contacto (se considera aceptable un valor de 10 Ω; en terrenos con alta resistividad este valor puede llegar a ser hasta de 25 Ω. Si la resistividad es mayor a 3000 Ω/m se permiten 50 Ω) para permitir la operación de los dispositivos de protección.

**a) Plantas generadoras y subestaciones.** Cuando estén involucradas tensiones y corrientes eléctricas muy altas, se requiere de un sistema enmallado de tierra con múltiples electrodos y conductores enterrados y otros medios de protección.

**b) Sistemas de un solo electrodo.** Los sistemas con un solo electrodo deben utilizarse cuando el valor de la resistencia a tierra no exceda de 25 Ω en las condiciones más críticas. Para instalaciones subterráneas el valor recomendado de resistencia a tierra es 5 Ω.

**c) Sistemas con múltiples conexiones de puesta a tierra.** El neutro, cuya capacidad de conducción de corriente debe ser adecuada al servicio de que se trate, debe estar conectado a un electrodo artificial en cada transformador y en otros puntos de la línea, de tal manera que se tenga una conexión de puesta a tierra como mínimo, en cada 400 m de línea sin incluir las conexiones de puesta a tierra en los servicios de usuarios.

> **NOTA:** Los sistemas de múltiples conexiones de puesta a tierra que se extiendan a través de distancias considerables, dependen más de la cantidad de los electrodos de tierra que de la resistencia a tierra de cualquier electrodo individual.

**921-19. Conexión a tierra de partes metálicas de transformadores.** Aplicar lo indicado en 450-10 y lo correspondiente al tipo de instalación.

**B. Líneas aéreas**

**921-20. Disposiciones generales.** El objeto de esta Parte B es proponer 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 servicio público de energía eléctrica. Esta Parte se refiere a los métodos para conectar a tierra los conductores y el equipo de líneas eléctricas y de comunicación; los requisitos que establecen en qué casos estos elementos deben estar conectados a tierra, se encuentran en otras disposiciones de esta NOM.

Algunas de las conexiones a tierra aquí indicadas que estarán ubicadas en las plantas generadoras o en las subestaciones, deben considerarse en el diseño y construcción de estas instalaciones.

**921-21. Cables mensajeros y retenidas**

**a) Cables mensajeros.** Los cables mensajeros que requieran estar conectados 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, en cada 400 m de línea.

**2)** Cuando el cable mensajero no sea adecuado para utilizarse como conductor de puesta a tierra del sistema, una conexión como mínimo, en cada 200 m de línea, sin incluir las tierras en los servicios a 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) que tenga cuando menos una conexión de puesta a tierra como mínimo en cada 400 m, además de las conexiones de puesta a tierra en los servicios a usuarios.

**921-22. Electrodos artificiales**

**a) General.** Cuando se usen electrodos artificiales, éstos deben penetrar, tanto como sea posible, dentro del nivel de humedad permanente.

Los electrodos deben ser de un metal o aleación que no se corroa excesivamente bajo las condiciones existentes y durante la vida útil de los mismos.

Toda la superficie externa de los electrodos debe ser conductora, esto es, que no tenga pintura, esmalte u otra cubierta aislante.

**b) Barras enterradas (clavadas).** Las barras deben tener una longitud de 2,40 m como mínimo, y estar enterradas hasta una profundidad no-menor que esta longitud. El extremo superior de las barras debe quedar al mismo nivel que el terreno o abajo de éste, a menos que tenga una protección adecuada. Cuando se usen barras múltiples para reducir la resistencia a tierra, se recomienda que su separación no sea menor que el doble de su longitud.

Las barras de fierro o acero deben tener un diámetro mínimo de 16 mm. Las barras de acero inoxidable y las que tengan revestimiento de cobre o acero inoxidable, deben tener un diámetro mínimo de 12,7 mm.

**c) Alambre, tiras o placas.** En áreas de alta resistividad del suelo o con capas de roca superficiales, o cuando se requiera menor resistencia que la asequible con barras enterradas, puede ser más útil el uso de uno o varios de los siguientes electrodos:

**1)** Alambre desnudo de 4,5 mm de diámetro o mayor, enterrado a una profundidad de 50 cm como mínimo, y de longitud total no-menor a 30 m, tendido lo más recto posible, constituye un aceptable electrodo artificial. El alambre puede ser de un solo tramo o de varios tramos conectados entre sí por sus extremos o en cualquier punto. El alambre puede tomar la forma de una malla con muchos tramos paralelos distribuidos en un arreglo de dos dimensiones. En este caso, donde se encuentre lecho de roca, la profundidad puede ser menor a 50 cm.

**2)** Tiras metálicas con longitud total no-menor a 3 m y superficie total (teniendo en cuenta ambos lados) no-menor a 0,50 $m^2$, enterradas a una profundidad de 50 cm como mínimo, constituyen aceptables electrodos artificiales. Las tiras de metal ferroso deben tener un espesor no-menor a 6 mm y las de metal no-ferroso, no-menor a 2 mm.

**3)** Placas o láminas metálicas que tengan 0,20 $m^2$ o más de superficie en contacto con la tierra, enterradas a una profundidad de 1,50 m como mínimo, constituyen aceptables electrodos artificiales. Las placas o láminas de metal ferroso deben tener un espesor no-menor a 6 mm y las de metal no-ferroso, no-menor a 2 mm.

**d) Placas o alambres colocados al extremo de postes**

**1) General.** En áreas de muy baja resistividad del suelo se pueden aceptar como electrodos artificiales los descritos en (d)(2) y (d)(3) siguientes, aunque son inadecuados en la mayoría de otros lugares.

Donde se ha probado que estos electrodos tienen baja resistencia a tierra, pueden usarse para las aplicaciones establecidas en 921-21 (a)(1) y (b)(2), en 921-12(c) y en 921-18(c); sin embargo, estos tipos de electrodos no deben ser los únicos existentes en lugares donde hay transformadores.

**2) Placas al extremo de postes.** Con las limitaciones indicadas en (d)(1) anterior, una placa doblada sobre la base de un poste de madera, puede considerarse como un aceptable electrodo de tierra. La placa debe ser de un espesor no-menor a 6 mm si es de metal ferroso y no-menor a 2 mm, si es de metal no-ferroso. Además, la superficie de la placa en contacto directo con la tierra, no debe ser menor a 500 $cm^2$.

**3) Alambres enrollados al extremo de postes.** Con las limitaciones indicadas en (d)(1) anterior, el electrodo de puesta a tierra puede ser alambre fijado al extremo de un poste previamente a su colocación. El alambre debe tener una longitud no-menor a 3,70 m en contacto directo con la tierra y ser tamaño nominal no-menor de 13,30 $mm^2$ (6 AWG) de cobre. Dicho alambre debe extenderse hasta la base del poste.

**e) Electrodos embebidos en concreto.** Un alambre, varilla o placa estructural metálicos que cumplan con lo indicado en 921-24(e), embebidos en concreto que no esté aislado del contacto directo con la tierra, constituyen aceptables electrodos de puesta a tierra. La profundidad del concreto, con respecto a la superficie del terreno, no debe ser menor a 30 cm, recomendándose una profundidad de 75 cm. El alambre debe ser cuando menos de un área de sección transversal de 21,15 $mm^2$ (4 AWG) si es de cobre, o de diámetro no-menor a 13 mm si es de acero. La longitud mínima del mismo debe ser de 6 m, la cual debe estar completamente dentro del concreto, excepto en la

conexión exterior. El conductor debe estar tendido tan recto como sea posible. Los elementos metálicos pueden estar colocados en tramos cortos, ordenados dentro del concreto y conectados entre sí (como es el caso del armado de refuerzo de una base de estructura).

**NOTA 1:** La menor resistencia a tierra por unidad de longitud del alambre, será resultado de una instalación recta del mismo.

**NOTA 2:** No se requiere que la configuración exterior del concreto sea regular, sino que puede moldearse en una excavación irregular, como en terreno rocoso.

**NOTA 3:** Los electrodos embebidos en concreto son, con frecuencia, más prácticos y efectivos que las varillas, tiras o placas directamente enterradas.

**C. Líneas subterráneas**

**921-23. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra en sistemas de c.a.**

**a) Hasta de 750 V.** La conexión de puesta a tierra de un sistema trifásico conexión estrella de cuatro hilos, o de un sistema monofásico de tres hilos, que requiera estar conectado a tierra, debe hacerse al conductor neutro. En otros sistemas de una, dos o tres fases, asociados con circuitos de alumbrado, la conexión de puesta a tierra debe hacerse al conductor 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 servicio.

**b) Más de 750 V**

**1) Conductor sin pantalla (ya sea desnudo, forrado o aislado sin pantalla).** La conexión de puesta a tierra debe hacerse al neutro, en la fuente de alimentación. Se pueden hacer, si se desea, conexiones adicionales a lo largo de la trayectoria del neutro, cuando éste sea uno de los conductores del sistema.

**2) Cable con pantalla**

**a. Conexión de la pantalla del cable con la puesta a tierra de apartarrayos.** Las pantallas de los cables deben unirse con el sistema de tierras de 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 a tierra, la pantalla (incluyendo armadura) debe conectarse a tierra en cada unión del cable expuesta al contacto del personal.

**c) Conductor de puesta a tierra separado.** Si se usa un conductor de puesta a tierra separado, añadido a una línea subterránea, debe conectarse en el transformador de alimentación y en los accesorios del cable cuando se requiera que éstos vayan conectados 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)** Los conductores de puesta a tierra usados para conectarse a los electrodos y que se coloquen directamente enterrados, deben ser tendidos flojos o tener suficiente resistencia mecánica para evitar que se rompan fácilmente por movimientos de la tierra o asentamientos normales del terreno.

**b)** Los empalmes y derivaciones sin aislamiento de conductores de puesta a tierra directamente enterrados, deben ser hechos con soldadura 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)** Las pantallas sobre aislamiento de cables conectadas a tierra, deben unirse con todo aquel equipo eléctrico accesible conectado a tierra en los registros, pozos o bóvedas.

***Excepción:*** *Esta conexión puede omitirse cuando exista protección catódica.*

**d)** Debe evitarse que elementos magnéticos, tales como acero estructural, tuberías, varillas de refuerzo, etc., no queden interpuestos entre el conductor de puesta a tierra y los conductores de fase del circuito.

**e)** Los metales usados para fines de puesta a tierra, que estén en contacto directo con la tierra, concreto o mampostería, deben estar aprobados y listados como adecuados para tal uso.

**NOTA 1:** En la actualidad, no está aprobado que el aluminio sea adecuado para este uso.

**NOTA 2:** Los metales de diferentes potenciales galvánicos, que se unan eléctricamente, pueden requerir de protección contra corrosión galvánica.

**f)** Cuando las pantallas o armaduras sobre el aislamiento de cables, que generalmente van conectadas a tierra, se aíslen de ésta para minimizar las corrientes eléctricas circulantes en la pantalla, deben aislarse donde estén accesibles al contacto del personal.

**g)** Las conexiones de transposición y los puentes de unión deben tener aislamiento para 600 V, a menos que la tensión eléctrica normal en la pantalla exceda de este nivel, en cuyo caso el aislamiento debe ser adecuado para la tensión eléctrica a tierra existente.

**h)** Los puentes de unión y sus medios de conexión deben ser de tamaño y diseño adecuados para soportar la corriente eléctrica disponible de falla, sin dañarse el aislamiento de los puentes o las conexiones de la pantalla.

**D. Subestaciones**

**921-25. Características del sistema de tierra.** Las características de los sistemas de tierra deben cumplir con lo aplicable del Artículo 250.

**a) Disposición física.** El cable que forme el perímetro exterior del sistema, debe ser continuo de manera que encierre el área en que se encuentra el equipo de la subestación.

En subestaciones tipo pedestal se requiere que el sistema de tierra quede confinado dentro del área que proyecta el equipo sobre el suelo.

***Excepción:*** *En las subestaciones tipo poste o pedestal se acepta como sistema de tierra la conexión del equipo a uno o más electrodos. La resistencia del sistema a tierra total debe cumplir con los valores indicados en el inciso ( b) de esta Sección.*

**b) Resistencia a tierra del sistema.** La resistencia eléctrica total del sistema de tierra incluyendo todos los elementos que lo forman, debe conservarse en un valor menor a lo indicado en la tabla siguiente:

| Resistencia (Ω) | Tensión eléctrica máxima (kV) | Capacidad máxima (kVA) |
|---|---|---|
| 5 | mayor a 34,5 | mayor a 250 |
| 10 | 34,5 | mayor a 250 |
| 25 | 34,5 | 250 |

***Excepción:*** *Para terrenos con resistividad eléctrica mayor a 3000* Ω-*m, se permite que los valores anteriores de resistencia de tierra sean el doble para cada caso.*

Deben efectuarse pruebas periódicamente durante la operación en los registros para comprobar que los valores del sistema de tierra se ajustan a los valores de diseño; asimismo, repetir periódicamente estas pruebas para comprobar que se conservan las condiciones originales, a través del tiempo y de preferencia en época de estiaje.

**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)** Si la cerca se coloca dentro de la zona correspondiente a la malla, debe ser puesta a tierra.

**b)** Si la cerca se encuentra fuera de la zona correspondiente a la malla debe colocarse por lo menos a 2 m del límite de la malla.

**921-27. Puesta a tierra de rieles y tubos para agua y gas**

**a) Rieles.** Los rieles 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 de la red 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 eléctrica**

**a)** Las partes metálicas expuestas que no conducen corriente eléctrica, y las defensas metálicas del equipo eléctrico, deben conectarse a tierra.

**b)** Con excepción de equipo instalado en lugares húmedos o lugares peligrosos, las partes metálicas que no conducen corriente eléctrica, pueden no conectarse a tierra, siempre que sean inaccesibles o que se protejan por medio de resguardos.

Esta última protección debe impedir que se puedan tocar inadvertidamente las partes metálicas mencionadas y simultáneamente algún otro objeto puesto a tierra.

**c)** 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 a 45 m. En caso de existir una o más puertas o cualquier otra condición que interrumpa la continuidad de la cerca, ésta debe aterrizarse en el extremo más cercano al cruce con la línea.

Esta conexión de puesta a tierra debe efectuarse uniendo todos los elementos metálicos de la cerca.

**921-30. Conductor de puesta a tierra común para el circuito, canalizaciones metálicas y equipo.** Si la capacidad de conducción de corriente 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.

**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, cuando se requiera, las partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica 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 aceptable, como los descritos en 921-14 y 921-22. Otra alternativa es 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 aceptable electrodo de puesta a tierra en el edificio.

**b) Conexión del electrodo.** El conductor de puesta a tierra debe ser preferentemente de cobre, de tamaño nominal no-menor a 2,08 $mm^2$ (14 AWG) o de cualquier otro material de capacidad de conducción de corriente 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 conectador adecuado.

**c) Unión de electrodos.** Debe colocarse un puente de unión de tamaño nominal no-menor a 13,30 $mm^2$ (6 AWG) de cobre, u otro material de capacidad de conducción de corriente equivalente entre el electrodo del equipo de comunicación y el electrodo del neutro del sistema eléctrico, cuando se usen electrodos separados en la misma edificación.

## ARTÍCULO 922 - LÍNEAS AÉREAS

### A. Disposiciones generales

**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, protección al medio ambiente y uso eficiente de la energía.

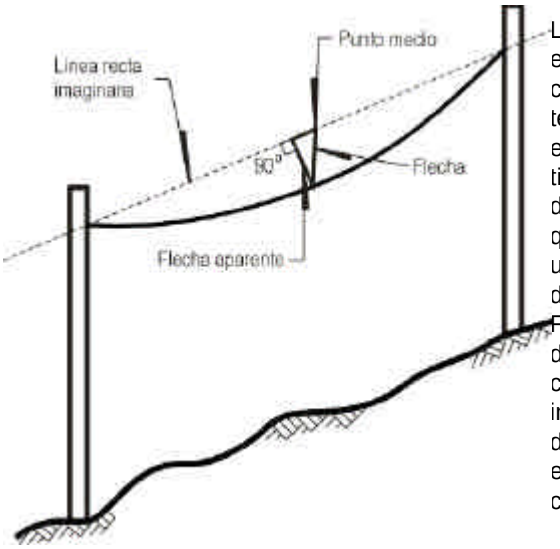
**922-2. Definiciones**

**Estructura (aplicado a líneas aéreas):** Unidad principal de soporte, generalmente un poste o una torre.

**Estructura de transición:** Aquellos tramos de cable que estando conectados o formando parte de un sistema de líneas subterráneas, quedan arriba del nivel del suelo y están provistos de terminales, generalmente interconectadas a líneas aéreas, y que se soportan en postes o estructuras.

**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 inicial sin carga:** La que tiene el conductor antes de aplicarle cualquier carga externa.

**Flecha final:** Flecha de un conductor bajo condiciones específicas de carga y temperatura aplicadas, después de que dicho conductor ha estado sujeto, durante un apreciable periodo de tiempo, a las condiciones de carga prescritas para la zona de carga en la que está instalado, o bien después de que se le ha aplicado, durante un lapso mínimo de tiempo, una carga equivalente. La flecha final incluye el efecto de la deformación inelástica.

**Flecha final sin carga:** Flecha de un conductor después de que ha estado sujeto, durante un apreciable periodo de tiempo, a las condiciones de carga prescritas para la Zona de Carga en la que está instalado, o bien después de que se le ha aplicado, durante un lapso mínimo de tiempo, una carga equivalente y que ésta ha sido removida, la flecha final sin carga incluye el efecto de la deformación inelástica.

**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 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:** Tipo de construcción de línea eléctrica o de comunicación con conductores desnudos o forrados que estén individualmente soportados en la estructura, ya sea directamente o mediante aisladores que al hacer contacto con cualquier elemento a diferente potencial puede ocasionar una descarga eléctrica.

**Línea aérea:** Aquella que está constituida por conductores desnudos, forrados o aislados, tendidos en el exterior de edificios o en espacios abiertos y que están soportados por postes u otro tipo de estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores.

**Línea de comunicación:** Aquella que se usa para servicio de comunicación o de señales, que opera a no más de 400 V a tierra o 750 V entre dos puntos cualesquiera del circuito. Entre las líneas de comunicación se incluyen las líneas de teléfonos, telégrafos, sistemas de señales de ferrocarriles, alarmas de bomberos y de policía, cables de televisión, entre otros.

**Línea de suministro eléctrico:** Aquella que se usa para la transmisión, distribución y utilización en general de la energía eléctrica.

**Línea en conflicto:** En la presente NOM se entenderá que existe conflicto entre dos líneas aéreas próximas, cuando están situadas en tal forma que, de ocurrir el volteo de una de ellas, sus estructuras o conductores pueden llegar a tocar los conductores de la otra línea, suponiendo que ninguna de ellas se rompe y que ambas líneas no se cruzan.

**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 en cualquier otro tipo de canalización.

**Longitud del claro:** Distancia horizontal entre dos soportes consecutivos de una línea aérea.

**Pozo:** Recinto subterráneo accesible desde el exterior, donde se colocan equipos, cables y sus accesorios para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento por personal que pueda estar en su interior.

**Registro:** Recinto subterráneo de dimensiones reducidas, donde se coloca algún equipo, cables y accesorios y para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento.

**Tensión eléctrica de flameo de baja frecuencia:** Para un aislador, es el valor eficaz de la tensión eléctrica de baja frecuencia que bajo condiciones especificadas causa una descarga disruptiva sostenida a través del medio circundante.

**Terminal de cable:** Dispositivo que distribuye los esfuerzos dieléctricos del aislamiento en el extremo de un cable.

**Transición de línea:** Tramo de cable soportado en un poste u otro tipo de estructura, provisto de una terminal que interconecta una línea aérea a subterránea.

**Tensión eléctrica de aguante de baja frecuencia:** Para aislador, es el valor eficaz de la tensión de baja frecuencia que bajo condiciones especificadas, puede ser aplicado sin causar flameo o perforación del aislador.

**922-3. Posición relativa de líneas**

**a)** La posición que ocupen los conductores de líneas eléctricas de diferente tensión eléctrica, en una misma estructura, debe ser tal que los conductores de mayor tensión eléctrica queden arriba de los de tensión menor.

**b)** Cuando se instalen conductores de líneas eléctricas y de comunicación en una misma estructura, los primeros deben estar en los niveles superiores.

**c)** De lo indicado en los dos incisos anteriores, se exceptúan los alimentadores de troles, que por conveniencia pueden estar aproximadamente al nivel de los conductores de contacto del trole.

**d)** En cruzamientos o líneas en conflicto, debe utilizarse la misma disposición descrita en los incisos (a) y (b) anteriores.

**e)** Se debe evitar, hasta donde sea posible, la existencia de líneas en conflicto.

**922-4. Consideraciones generales sobre la separación de conductores**

**a) Medición de separaciones y espaciamientos.** 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 espaciamiento. Debe entenderse que una separación es la distancia de superficie a superficie y un espaciamiento la distancia de centro a centro.

Para propósito de medición de las separaciones, los herrajes y accesorios que estén energizados debido a su conexión eléctrica a los conductores de la línea, se deben considerar como parte integral de los mismos 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.** 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 eléctrica, siempre que sean aprobados (véase 110-2).

**1)** Cables de cualquier tensión eléctrica 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 kV o menos, que tengan una pantalla semiconductora 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 eléctrica no incluidos en el subinciso anterior, que tengan una pantalla semiconductora 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 eléctricas no-mayores a 5 kV entre fases, o a 2,9 kV de fase a tierra.

**c) Conductores forrados.** Los conductores forrados deben ser considerados como desnudos para todos los requisitos de separaciones, excepto en lo que se refiere al espaciamiento entre conductores de la misma fase o de diferentes circuitos, incluyendo conductores conectados a tierra.

El espaciamiento 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 prevenir cortocircuitos en caso de contacto momentáneo entre conductores, o entre éstos y el conductor conectado a tierra.

**d) Conductores neutros.** Los conductores neutros deben tener la misma separación y altura que los conductores de fase 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 kV a tierra, los cuales pueden considerarse, para fines de fijar su separación y altura, como conductores de circuitos de hasta 750 V entre fases.

**e) Circuitos de c.a. o c.c.** Las disposiciones de este Artículo son aplicables tanto a circuitos de c.a. como de c.c. En los circuitos de c.c. se deben aplicar las mismas separaciones establecidas para los circuitos de c.a., que tengan la misma tensión eléctrica de cresta a tierra.

**f) Circuitos de corriente eléctrica constante.** Para fijar las separaciones que deben guardar los circuitos de corriente eléctrica constante, se debe tomar como base la tensión eléctrica nominal del circuito a plena carga.

**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 ser fácilmente accesibles a personas calificadas. Los conductores que se usen para dichas 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 atendiendo las recomendaciones de protección al medio ambiente con objeto de combinar la necesidad de coexistencia de líneas y árboles. Se recomienda que la siembra de árboles bajo líneas existentes se realice 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 (véase 110-2).

**b) Consideraciones generales sobre la selección de aisladores.** En circuitos de corriente eléctrica constante, los aisladores deben seleccionase basándose en la tensión eléctrica nominal a plena carga del circuito.

**922-8. Equipo eléctrico conectado a las líneas**

**a) Accesibilidad.** Todo equipo eléctrico conectado a las líneas, como transformadores, reguladores, interruptores automáticos, cortacircuitos fusibles, desconectadores, apartarrayos, capacitores, así como sus equipos de control, debe estar dispuesto en tal forma que sea fácilmente accesible a personas calificadas, para lo cual se deben proveer los espacios adecuados para operarlos y proporcionarles mantenimiento.

**b) Indicación de posición de operación.** Los interruptores automáticos, cortacircuitos y desconectadores deben indicar claramente su posición de "abierto" o "cerrado", ya sea que se encuentren dentro de envolventes o estén descubiertos.

**c) Fijación de posición.** Los interruptores automáticos o desconectadores 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.

En lo posible, estos equipos deben tener uniformidad en la disposición de sus manijas u otros medios de operación, de tal manera que siempre exista una misma posición física par la condición de abierto y otra diferente para la de cerrado. De no ser posible esta uniformidad en su diseño, los equipos deben marcarse convenientemente para evitar errores de operación.

Los dispositivos de desconexión de líneas aéreas de distribución y transmisión controlados remotamente o en forma automática deben estar provistos de medios locales que hagan inoperable el 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 no-menor a 4,45 m en lugares transitados solamente por peatones, y no-menor a 4,60 m 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 especificada en esta Sección deben efectuarse de conformidad con los métodos indicados en el Artículo 921(Parte B).

**b) Partes no portadoras de corriente eléctrica.** Las estructuras metálicas, incluyendo postes de alumbrado; las canalizaciones metálicas; los marcos, tanques y soportes del equipo de líneas; las cubiertas metálicas de los cables aislados; las manijas y palancas metálicas para operación de equipo, así como los cables mensajeros, deben estar puestos a tierra efectivamente de tal manera que durante su operación no ofrezcan peligro a personas o animales.

Puede omitirse esta conexión de puesta a tierra en casos especiales, cuando así lo requiera la operación del equipo, siempre que existan protecciones que impidan el contacto de personas o animales con dichas partes metálicas, o bien cuando éstas queden fuera de su alcance, a una altura mayor de 2,5 m.

**c) Retenidas.** Las retenidas también deben cumplir con lo indicado en el inciso anterior, cuando sujeten estructuras que soporten circuitos de más de 300 V, 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 de los tipos descritos en 922-4(b)(1), (2) y (3).

**3)** Cuando la retenida sujete una estructura que soporte circuitos de más de 34,5 kV 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.

**922-10. Capacidad de conducción de corriente de conductores desnudos.** Al seleccionar los conductores desnudos con base en su capacidad de conducción de corriente, se recomienda no sobrepasar los valores que han sido determinados basándose en las propiedades físicas del material, bajo ciertas condiciones de temperatura ambiente y de elevación de temperatura en el propio conductor. La Tabla 922-10 muestra valores máximos de capacidad de conducción de corriente, para los calibres de conductores de cobre y de aluminio desnudos más usuales en líneas aéreas. Estas capacidades corresponden a 75ºC de temperatura total en el conductor, operando a un régimen de carga constante.

**Tabla 922-10. Capacidad de conducción de corriente (A) en conductores desnudos de cobre, aluminio y ACSR**

| Tamaño nominal $mm^2$ | Tamaño nominal AWG o kcmil | Cobre* | ACSR | AL |
|---|---|---|---|---|
| 8,367 | 8 | 90 | | |
| 13,30 | 6 | 130 | 100 | 98 |
| 21,15 | 4 | 180 | 140 | 130 |
| 33,62 | 2 | 240 | 180 | 180 |
| 53,48 | 1/0 | 310 | 230 | 235 |
| 67,43 | 2/0 | 360 | 270 | 275 |
| 85,01 | 3/0 | 420 | 300 | 325 |
| 107,2 | 4/0 | 490 | 340 | 375 |
| 135,2 | 266,8 | --- | 460 | 445 |
| 170,5 | 336,4 | --- | 530 | 520 |
| 226,5 | 477,0 | --- | 670 | 650 |
| 322,3 | 636,0 | --- | 780 | 760 |
| 402,8 | 795,0 | --- | 910 | 880 |
| 483,4 | 954,0 | --- | 1010 | 970 |
| 564,0 | 1113,0 | --- | 1110 | 1100 |
| 684,6 | 1351,0 | --- | 1250 | 1230 |
| 765,4 | 1510,5 | --- | 1340 | 1375 |
| 805,7 | 1590,0 | --- | 1380 | 1600 |

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 Hz Conductor de cobre duro con 97,3% de conductividad (IACS)

**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 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.

A menos que se indique de otra forma, la tensión eléctrica 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 eléctrica 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 eléctricas usuales para distribución. En líneas de sub-transmisión y transmisión, la separación entre conductores queda definida, además de los factores aquí considerados, por la geometría de las estructuras, la coordinación, 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.

**922-12. Separación horizontal entre conductores de línea.** La separación horizontal entre conductores de línea debe ser como sigue:

**a) En soportes fijos.** Los conductores en soportes fijos (con aisladores rígidos) deben tener una separación horizontal en sus soportes, no-menor al mayor de los valores obtenidos según los sub-incisos (a)(1) y (a)(2)

siguientes. 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.** La separación horizontal entre conductores, ya sea del mismo o de diferente circuito, no debe ser menor que la especificada en la Tabla 922-12(a)(1).

**2) Separación de acuerdo con la flecha.** La separación horizontal entre soportes de conductores, ya sea del mismo o de diferente circuito, no debe ser menor que el valor dado por las ecuaciones siguientes. En caso de que el valor obtenido de la Tabla 922-12(a)(1) sea mayor, debe usarse ese valor, excepto para conductores del mismo circuito con tensión eléctrica mayor de 50 kV.

**Ecuación 1.** Para conductores de tamaño nominal menor de 33,6 $mm^2$ (2 AWG):

$$S = 7{,}62\,(kV) + 7\sqrt{(8{,}5f - 5080)}\ mm$$

**Ecuación 2.** Para conductores de tamaño nominal mayor o igual a 33,6 $mm^2$ (2 AWG):

$$S = 7{,}62\,(kV) + 8\sqrt{(2{,}12\,f)}\ mm$$

donde:

**S**, es la separación en mm.

**kV**, es la tensión eléctrica entre los dos conductores para los que se calcula la separación; excepto el caso de alimentadores de transporte eléctrico, en que la tensión eléctrica es de fase a tierra.

**f**, es la flecha aparente y final sin carga en mm, del conductor de mayor flecha en el claro, a una temperatura de 16°C y con una tensión mecánica de 25% 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 eléctrica de conductores.

La separación entre conductores de circuitos con tensión eléctrica mayor a 50 kV se debe incrementar 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar.

Todas las separaciones para tensiones eléctricas superiores a 50 kV deben determinarse con base en la tensión eléctrica máxima de operación.

**Tabla 922-12(a)(1). Separación horizontal mínima entre conductores del mismo o diferente circuito, en sus soportes fijos (1)**

| Clase de circuito | Separación mínima en centímetros |
|---|---|
| Línea de comunicación abierta (excepto en transposiciones) | 15 (mínimo permisible)<br>7,5 (permitido en casos donde se hayan utilizado normalmente espaciamientos entre aisladores tipo alfiler menores a 15 cm) |
| Alimentadores para transporte eléctrico(2): | |
| De 0 a 750 V, tamaño nominal 107,20 $mm^2$ (4/0 AWG) o mayor. | 15<br>30 |
| De 0 a 750 V, tamaño nominal menor a 107,20 $mm^2$ (4/0 AWG) | 30 |
| De 750 V a 8,7 kV | 30<br>30 más 1,0 cm por cada kV en exceso de 8,7 |
| Conductores eléctricos del mismo circuito: | (3) |
| De 0 a 8,7 kV | |
| De 8,7 a 50 kV | |
| Más de 50 kV | 30<br>30 más 1,0 cm por cada kV en exceso de 8,7 |
| Conductores eléctricos de diferentes circuitos: | |
| De 0 a 8,7 kV | |
| De 8,7 a 50 kV | |
| De 50 a 814 kV | 72,5 más 1,0 cm por cada kV en exceso de 50(4) |

Observaciones a la Tabla 922-12(a)(1).

**(1)** Todas las tensiones eléctricas son entre los conductores involucrados, excepto para alimentadores de transporte eléctrico, las cuales son a tierra. La tensión eléctrica entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos debe tomarse como la diferencia vectorial de las tensiones de ambos circuitos. Para determinar la separación entre conductores de la misma fase pero de diferentes circuitos, el conductor con menor tensión eléctrica debe ser considerado como puesto a tierra.

**(2)** Para conductores que tengan flecha aparente y tensiones eléctricas no-mayores de 1,0 m y 8,7 kV, respectivamente, en los que se hayan utilizado normalmente separaciones de 25 a 30 cm, 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 eléctrica mayor a 50 kV, debe determinarse de conformidad con lo establecido en 922-12(a)(2).

**(4)** Para conductores de diferentes circuitos con tensión eléctrica mayor de 50 kV, la separación adicional se debe incrementar 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m snm. Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kV, 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 lo necesario para que, al inclinarse una cadena de aisladores hasta formar un ángulo de 30 grados con la vertical, la separación no sea menor que la señalada en el inciso a) anterior.

**Tabla 922-12(a)(2). Separación horizontal mínima "S" de conductores en sus soportes fijos, del mismo o de diferente circuito, de acuerdo con su flecha**

| Tensión eléctrica nominal (entre fases) V | S en cm (Ecuación 1) | | | | | S en cm (Ecuación 2) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | flecha (m) | | | | | flecha (m) | | | | |
| | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| 6600 | 45 | 66,33 | 81,45 | 96,14 | 105,05 | 41,86 | 50,1 | 57,12 | 63,27 | 68,82 |
| 13800 | 51 | 71 | 86 | 98 | 109 | 47 | 55 | 62 | 69 | 74 |
| 23000 | 58 | 78 | 93 | 105 | 116 | 54 | 62 | 69 | 76 | 81 |
| 34500 | 66 | 81 | 102 | 114 | 125 | 63 | 71 | 78 | 84 | 90 |

**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 cuando menos la indicada en los incisos siguientes:

**a) Separación básica de conductores, del mismo o de diferentes circuitos.** Las separaciones indicadas en la Tabla 922-13(a) deben aplicarse a conductores con tensión eléctrica hasta de 50 kV. (No se especifican separaciones verticales entre conductores del mismo circuito, para tensión eléctrica mayor a 50 kV).

***Excepción 1:*** *Los conductores soportados por bastidores verticales, o por ménsulas separadas colocadas verticalmente, que cumplan los requisitos indicados en 922-17, deben tener los espaciamientos que ahí se indican.*

***Excepción 2:*** *Este requisito no se aplica a conductores forrados del mismo circuito, de conformidad con lo indicado en 922-4(c).*

**b) Separaciones adicionales.** Las separaciones que se indican en la Tabla 922-13(a), deben incrementarse de acuerdo con las condiciones citadas a continuación. Los incrementos serán acumulables cuando sea aplicable más de una de estas condiciones.

**1) Tensión eléctrica entre conductores mayores de 50 kV**

**a.** Para tensiones eléctricas entre 50 y 814 kV, la separación entre conductores de diferentes circuitos debe ser incrementada 1 cm por cada kV en exceso de 50.

**b.** El incremento en separación para tensión eléctrica mayor de 50 kV, especificado en el punto anterior, debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m snm.

**c.** Todas las separaciones para tensión eléctrica superior a 50 kV, deben determinarse basándose en la tensión eléctrica máxima de operación.

**d.** No se especifica incremento para separación entre conductores del mismo circuito.

**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, en tal forma que la separación mínima entre ellos, en cualquier punto del claro, no sea menor que la establecida en los puntos siguientes, 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:

**a.** Para tensiones eléctricas menores a 50 kV entre conductores, se puede aplicar 75% de la separación entre soportes indicada en la Tabla 922-13(a).

**b.** Para tensiones eléctricas mayores a 50 kV entre conductores, el valor especificado en (a) anterior, debe incrementarse de acuerdo con lo indicado en (b)(1) de esta Sección.

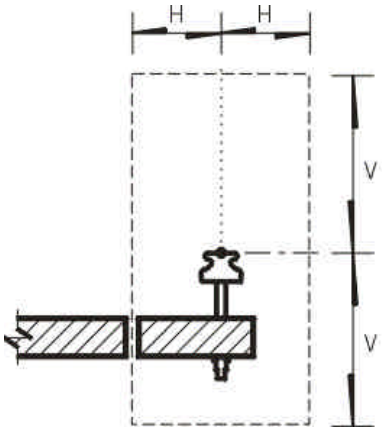
Cuando sea necesario, las flechas deben ser reajustadas para cumplir con lo anterior, previendo que no se exceda lo establecido en 922-93 para la tensión mecánica de los conductores.

**Tabla 922-13(a). Separación vertical mínima entre conductores, en sus soportes (m)**

| **Conductores en niveles inferiores** | | | Líneas abiertas con tensión eléctrica entre conductores de: | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Hasta 750V (1) | Más de 750 a 8700 V | Más de 8700 a 15000 V | Más de 15000 a 50000 V |
| De Comunicación | En general | | 1,00 | 1,00 | 1,50 | 1,50 |
| | Utilizados en la operación de líneas eléctricas aéreas | | 0,40 | 0,40 | 1,00 | 1,00 |
| Eléctricos con tensión eléctrica entre conductores (V) de: | Hasta 750 (1) | | 0,40 | 0,40 | 1,00 | 1,00 |
| | Más de 750 hasta 8700 | | -- | 0,40 | 1,00 | 1,00 |
| | Más de 8700 a 15000 | 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 15000 hasta 50000 | | -- | -- | -- | 1,00 |

**(1)** Los valores de esta columna (o renglón) se aplican también a cables aislados de los tipos descritos en la Sección 922-3, inciso b), así como a conductores neutros conectados efectivamente a tierra, en circuitos hasta de 22 kV a tierra.

**922-14. Separación diagonal entre conductores de línea localizados 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.




V = Separación mínima vertical

H = Separación mínima horizontal

**Fig. 922-14**

**922-15. Separación en cualquier dirección de conductores a soportes, a otros conductores verticales o derivados, a mensajeros y a 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 ser incrementada solo lo necesario para que, cuando la cadena de aisladores forme un ángulo de 30◦ con la vertical, la separación no sea menor que la indicada en (a) anterior.

**Tabla 922-15(a). Separación mínima en cualquier dirección, de conductores de línea a soportes o la estructura, a otros conductores verticales o derivados, a mensajeros y retenidas sujetas a la misma estructura (cm)**

| Línea aérea. Separación de los conductores de línea a: | De comunicación | Eléctrica |
|---|---|---|
| | En estructuras que soporten: | **Tensión entre las fases** |

| | Sólo líneas de comunicación | Líneas de comunicación y eléctricas | **De 0 a 8,7 kV** | **De 8,7 a 50 kV** | De 50 a 814 kV (4) |
|---|---|---|---|---|---|
| Conductores verticales o derivados: | | | | | |
| Del mismo circuito | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 más 0,65 cm por cada kV en exceso de 8,7 | Valor no especificado |
| De diferente circuito | 7,5 | 7,5 | 15 (5) | 15 más 1 cm por cada kV en exceso de 8,7 | 58,5 más 1 cm por cada kV en exceso de 50 |
| Retenidas y mensajeros sujetos a la misma estructura: | | | | | |
| Cuando estén paralelos a la línea | 7,5 | 15 | 30 | 30 más 1 cm por cada kV en exceso de 8,7 | 74 más 1 cm por cada kV en exceso de 50 |
| Retenidas de ancla | 7,5 | 15(1) | 15 | 15 más 0,64 cm por cada kV en exceso de 8,7 | 40,5 más 0,64 cm por cada kV en exceso de 50 |
| Otros | | 15(1) | 15 | 15 más 1 cm por cada kV en exceso de 8,7 | 58,5 más 1 cm por cada kV en exceso de 50 |
| Superficie de crucetas | 7,5(2 | 7,5(2) | 7,5(6)(7) | 7,5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8,7 (6) (7) (8) | 28 más 0,51 cm por cada kV en exceso de 50 |
| Superficie de estructuras: | | | | | |
| Que soporten líneas de comunicación y eléctricas | -- | 12,5(2) | 12,5(3)(6)(7) | 12,5 más 0,51 cm por cada kV en exceso de 8,7 (6)(7) | 33 más 0,51 cm por cada kV en exceso de 50 |
| Otras | 7,5(2) | -- | 7,5(6)(7) | 7,5 más 0,51 cm por cada kV en exceso de 8,7(6)(7) | 28 más 0,51 cm por cada kV en exceso de 50 |

Observaciones a la Tabla 922-15(a)

**(1)** En estructuras que soporten líneas de comunicación y eléctricas, en las que sus retenidas pasen a 30 cm o menos de 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 inferior del conductor eléctrico más bajo y arriba del conductor de comunicación más alto.

**(2)** Los conductores de comunicación pueden tener una menor separación, cuando se sujeten con 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 soportados abajo de conductores de comunicación, en la misma estructura. Cuando los conductores eléctricos estén arriba de los de comunicación, esta distancia puede reducirse a 7,5 cm, excepto para conductores eléctricos de 0 a 750 V, cuya separación puede ser reducida a 2,5 cm.

**(4)** Para conductores de circuitos con tensión eléctrica mayor a 50 kV, la separación adicional se debe incrementar 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m snm. Todas las separaciones para tensión eléctrica superior a 50 kV, deben determinarse con base en la tensión eléctrica máxima de operación.

**(5)** Para circuitos de 750 V o menos, esta separación puede reducirse a 7,5 cm.

**(6)** Un conductor neutro que esté puesto a tierra efectivamente a lo largo de la línea y asociado con circuitos de hasta 22 kV a tierra, puede sujetarse directamente a la estructura.

**(7)** Para líneas eléctricas abiertas de 750 V o menos y cables eléctricos de cualquier tensión eléctrica, de los tipos descritos en la Sección 922-4 (b), esta separación puede reducirse a 2,5 cm.

**(8)** En circuitos con conductor neutro puesto a tierra efectivamente, que cumpla con lo indicado en la Sección 922-4

(d), puede utilizarse la tensión eléctrica de fase a neutro para determinar la separación entre los conductores de fase y la superficie de las crucetas.

**922-16. Separación entre circuitos de diferente tensión eléctrica montados en la misma cruceta.** Los circuitos eléctricos con tensión eléctrica hasta de 50 kV entre conductores, pueden montarse en la misma cruceta, con circuitos de tensión eléctrica inmediata superior o inferior, siempre que se cumpla con una o más de las siguientes condiciones:

**a)** Que los circuitos ocupen lados opuestos de la estructura.

**b)** En los tipos de construcción con crucetas voladas o soportadas en sus dos extremos, que los circuitos estén separados por una distancia no-menor al espacio para subir, estipulado en 922-19, para el circuito de tensión eléctrica mayor.

**c)** Que los conductores de tensión eléctrica menor ocupen las posiciones más próximas a la estructura, y los de tensión eléctrica mayor las posiciones más distantes.

**d)** Que uno de los dos circuitos considerados sea de comunicación para la operación de líneas eléctricas y el otro un circuito eléctrico de menos de 8,7 kV, siempre que los dos se instalen de acuerdo con los (a) o (b) anteriores y pertenezcan a la misma empresa.

**922-17. Espaciamiento entre conductores soportados en bastidores verticales.** Los conductores pueden instalarse a una menor separación vertical que la indicada en 922-13, cuando estén montados en bastidores verticales o en ménsulas separadas colocadas verticalmente, siempre que no sean de madera, que estén firmemente sujetos a un lado de la estructura y se cumpla con las siguientes condiciones:

**a)** La tensión eléctrica entre conductores no debe ser mayor a 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 eléctrica.

**b)** Todos los conductores deben ser del mismo material.

**c)** El espaciamiento vertical entre conductores no debe ser menor que el siguiente:

| Longitud del claro (m) | Espaciamiento vertical mínimo entre conductores (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 espaciamiento vertical puede ser como mínimo de 10 cm en cualquier caso.*

**922-18. Separación de conductores fijados a edificios o puentes.** La separación de conductores fijados a edificios o puentes debe ajustarse a lo establecido en la presente Sección. Los conductores eléctricos desnudos que estén sujetos en forma permanente a edificios no deben ser de tensión eléctrica mayor a 300 V 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.** Los siguientes 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 con las dimensiones horizontales especificadas en el inciso e) de esta Sección enfrente de cualquier conductor, cruceta y otras partes similares.

**2)** El espacio para subir se requiere solamente en un lado o esquina del soporte.

**3)** El espacio para subir debe extenderse verticalmente arriba y abajo de cada nivel de conductores, como se indica en los incisos (e) y (f) de esta Sección, pero puede cambiarse de un lado o esquina del soporte a cualquier otro.

**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 obstruyen 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.** Aparatos eléctricos como transformadores, reguladores, capacitores, mufas, apartarrayos e interruptores automáticos deben ser instalados fuera del espacio para subir, cuando se localicen abajo de los conductores.

**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 cm libre de obstáculos, siempre que los conductores que limiten dicho espacio estén protegidos con una cubierta aislante adecuada a la tensión eléctrica existente. El espacio para subir debe dejarse longitudinal y transversalmente a

la línea, y extenderse verticalmente no-menos de 1,0 m arriba y abajo de los conductores que limiten el espacio mencionado.

Cuando existan conductores de comunicación arriba de conductores eléctricos de más de 8,7 kV a tierra o 15 kV entre fases, el espacio para subir debe extenderse verticalmente cuando menos 1,5 m 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 viva.*

**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 1,0 m arriba y abajo del tramo (o 1,5 m 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 V o menos, o bien con cables aislados de los tipos descritos en 922-4(b), de cualquier tensión eléctrica, 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 a 1,2 m 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 obstruyen el espacio para subir.

**Tabla 922-19(e). Separación horizontal mínima entre conductores que limitan el espacio para subir (1)**

| Tipo de conductores que limitan el espacio para subir | Tensión eléctrica de conductores (1) | Separación horizontal en cm (4) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | En estructuras que soporten sólo: | | En estructuras que soporten: | |
| | | Conductores de comunicación | Conductores eléctricos | Conductores eléctricos arriba de conductores de comunicación | Conductores de comunicación arriba de conductores eléctricos (2) |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| -Conductores de comunicación | Hasta 150V | Ningún | -- | (3) | Ningún |
| | Más de 150V | requisito | -- | (3) | requisito |
| -Cables eléctricos aislados de los tipos indicados en 922-4(b)(1) | Todas tensiones | Se recomienda 60 | -- 60 | (3) 60 | Se recomienda 60 Ningún requisito |
| -Cables eléctricos aislados de los tipos indicados 922-4 (b)(2)y (3) | Todas tensiones | -- | 60 | 60 | |
| | Hasta 750 V | | 75 | 75 | |
| | 750 V a 15 kV | -- | 90 | 90 | 75 |
| | | -- | 100 | 100 | 75 |
| -Conductores eléctricos de línea abierta y conductores del tipo indicado en 922-4(c) | 15 kV a 28 kV | -- | 117 | 117 | 75 |
| | | -- | 140 | 140 | 90 |
| | 28 kV a 38 kV | -- | más de 140 | -- | -- |
| | | -- | | | -- |
| | 38 kV a 50 kV | -- | | | -- |
| | 50 kV a 73 kV | | | | |
| | Más de 73 kV | | | | |

Observaciones a la Tabla 922-19(e):

**(1)** Todas las tensiones eléctricas son entre los dos conductores que limitan el espacio para subir, excepto para conductores de comunicación, en los que la tensión eléctrica es a tierra. Cuando los conductores son de diferente circuito, la tensión eléctrica 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 cm.

**(4)** Para la utilización de estas separaciones, los trabajadores deben tener presentes las normas de operación y seguridad correspondiente a las líneas de que se trate.

**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 no-menor que la señalada en 922-13, para la separación vertical de conductores soportados a 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 por conductores verticales o derivados. Tales conductores deben ser colocados de preferencia en el lado de la estructura opuesto al lado destinado para subir; de no ser esto posible, pueden colocarse en el mismo lado para subir, siempre que queden separados de la cruceta por una distancia no-menor al ancho del espacio para subir requerido para los conductores de mayor tensión eléctrica. Los conductores verticales dentro de un tubo *(conduit)* adecuado, pueden quedar colocados sobre el lado para subir de la estructura.

**d) Localización de crucetas transversales respecto de los espacios para trabajar (Figura 922-20(d)).** Las crucetas transversales pueden usarse bajo las condiciones indicadas en (d)(1) y (2) y siempre que se mantenga el espacio para subir, definido en 922-19.

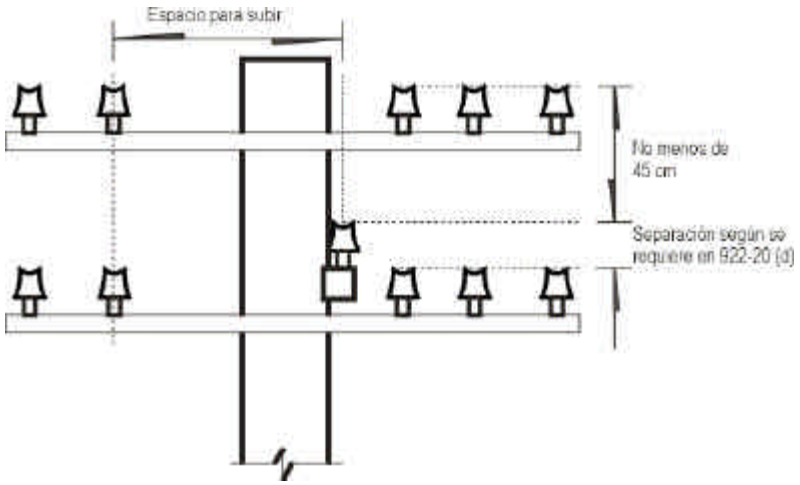



**Figura 922-20(d)**
**Localización de crucetas y espacios para trabajar**

**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 de ninguno de los circuitos involucrados exceda la tensión eléctrica de 8,7 kV a tierra o de 15 kV 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 a 45 cm 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 cm, siempre que se cumplan las dos siguientes condiciones:

**a.** Que no existan más de dos grupos de crucetas de línea y de crucetas transversales.

**b.** Que la seguridad en las condiciones de trabajo sea restituida mediante la utilización de equipo de protección de hule 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, entre conductores de comunicación y equipo suministrador y entre equipo suministrador y de comunicaciones.**

**a)** Para el propósito de definición de esta separación, debe entenderse como "equipo" las partes metálicas no-portadoras de corriente eléctrica del mismo, incluyendo soportes metálicos para cables aislados o conductores, así como brazos metálicos de soporte que estén sujetos a soportes metálicos o bien que estén a menos de 2,5 cm de tanques y bastidores de transformadores y mensajeros no-conectados efectivamente a tierra.

**b)** Las separaciones verticales entre conductores suministradores y equipo de comunicación, entre conductores de comunicación y equipo suministrador, así como entre equipo suministrador y de comunicación, deben ser las indicadas en la Tabla 922-21.

**Tabla 922-21. Separación vertical entre conductores suministradores y equipo de comunicaciones, entre conductores de comunicación y equipo suministrador, y entre equipo suministrador y de comunicaciones**

| Tensión eléctrica de suministro kV **(1)** | Separación vertical (m) |
|---|---|
| Conductores puestos a tierra Mensajeros y soportes<br>0 a 8,7<br>arriba de 8,7 | 0,75<br>1,00<br>1,0 + 0,01 por kV en exceso de 8,7 kV |

**(1)** Las tensiones eléctricas son de fase a tierra para circuitos puestos a tierra efectivamente, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor automático como en las subsecuentes. Las tensiones eléctricas son entre fases para circuitos no-puestos a tierra efectivamente.

**922-22. Separación de conductores verticales y derivados a otros conductores y superficies en la misma estructura.** Los conductores verticales y derivados deben tener las separaciones que se indican en esta sección, a otros conductores o superficies en la misma estructura.

***Excepción 1:*** *Se permite colocar circuitos suministradores de la misma o próxima clasificación de tensión eléctrica en un mismo ducto vertical, si cada circuito está encerrado en una cubierta metálica.*

***Excepción 2:*** *Se permite colocar cables de comunicación de dos conductores en argollas fijadas directamente a estructuras o a mensajeros.*

***Excepción 3:*** *Se permite colocar directamente en la estructura conductores de conexión de puesta a tierra, conductores neutros que cumplan con lo indicado en 922-4(d), cables aislados descritos en (b)(1) de la misma sección o conductores protegidos por tubo (conduit).*

***Excepción 4:*** *Los circuitos suministradores aislados de 600 V o menos que no excedan 5000 W pueden ser colocados 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 (cm)de conductores eléctricos verticales y derivados con respecto a superficies, mensajeros y retenidas en la misma estructura (1)**

| Separación de conductores verticales y derivados a: | 0 a 8,7 kV | 8,7 a 50 kV | Más de 50 kV (5) |
|---|---|---|---|
| Superficies de soportes<br>Mensajeros y retenidas | 7,5 (2)(3)<br>15 | 7,5 más 0,5 cm por cada kV en exceso de 8,7<br>15 más 1 cm por cada kV en exceso de 8,7 **(4)** | 27,5 más 0,51cm por cada kV en exceso de 50<br>**58,5 más 1 cm por cada kV en exceso de 50** **(4)** |

Observaciones a la Tabla 922-22(a):

**(1)** Las tensiones eléctricas son entre fases.

**(2)** Véase la Excepción 3 de la Sección 922-22.

**(3)** Para circuitos eléctricos de hasta 750 V esta separación puede reducirse a 2,5 cm.

**(4)** El factor puede reducirse a 0,65 cm por kV para retenidas de ancla.

**(5)** La separación adicional para tensiones eléctricas mayores a 50 kV se debe incrementar un 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 msnm.

**2) Casos especiales.** Los siguientes casos se refieren solamente a los tramos de estructuras por donde puedan subir trabajadores, cuando los conductores de que se trata estén energizados.

**1. Cables aislados y conductores de conexión de puesta a tierra.** Los conductores verticales en cables del tipo descrito en 922-4(b)(1) y los conductores de conexión de puesta a tierra, pueden instalarse, sin protección aislante adicional, en el lado de la estructura opuesto a los conductores de línea, siempre que el espacio para subir esté provisto en el lado de la estructura donde están los conductores de línea.

**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 V.** Los conductores eléctricos verticales o derivados de menos de 300 V a tierra, pueden llevarse en cables de conductores múltiples sujetos directamente a la superficie de la estructura o de la cruceta, en tal forma que no sufran 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 apropiada cuando menos para 600 V.

**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 7,5 cm.

**2)** Los conductores de comunicación aislados verticales y derivados pueden fijarse directamente a la estructura. Su separación vertical a cualquier conductor eléctrico (siempre que no se trate de conductores verticales o de conexiones a luminarias) debe ser cuando menos de 1,0 m para tensión eléctrica hasta de 8,7 kV entre fases, y de 1,5 m para tensiones mayores.

**C. Separación entre conductores soportados en diferentes estructuras**

**922-30. Disposiciones generales.** Donde sean posible, los cruzamientos de conductores deben hacerse en una misma estructura. De otra forma, la separación en cualquier dirección entre conductores que se crucen o adyacentes, soportados en diferentes estructuras, debe estar de acuerdo con los requisitos de esta Parte C.

**922-31 Consideraciones.** Las separaciones básicas horizontal y vertical especificadas en esta Parte C, se deben aplicar bajo las siguientes condiciones:

**a)** Las separaciones deben ser determinadas 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 y con flecha inicial y final a 50 °C sin viento. La presión de viento puede reducirse a 20 kg/m² en áreas protegidas por edificios u otros obstáculos. El desplazamiento de los conductores debe incluir la inclinación de la cadena de aisladores de suspensión con movimiento libre, cuando éstos se usen.

Se deben calcular las separaciones entre conductores en sus diferentes posiciones, desde el reposo hasta su máximo desplazamiento, con objeto de poder determinar la posición relativa que resulte con la menor separación.

**c)** La dirección supuesta del viento, debe ser aquella que produzca la separación más crítica.

**d)** No se requiere incrementar la flecha cuando los claros sean iguales o menores que los siguientes claros básicos y la temperatura del conductor no exceda de 50ºC.

- Hasta de 75 m para la Zona I
- Hasta de 100 m para todas las otras zonas.

**e)** Cuando la temperatura máxima de los conductores sea de 50ºC 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 ser incrementada en 1,0 cm (o 1,5 cm en la Zona I), por cada metro en exceso del claro básico. Este incremento no requiere ser mayor que la diferencia aritmética entre las flechas finales sin carga, en reposo, a temperaturas en el conductor de 50◦C y 16◦C, calculadas para el claro de que se trate.

**2)** Para claros a nivel, cuando el cruzamiento no se localice a la mitad del claro del conductor superior, el incremento anterior puede ser reducido multiplicando por los factores siguientes:

**Distancia del punto de cruce a la estructura más cercana**

| 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 |

**NOTA:** Interpólese 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 m para tensiones eléctricas hasta 50 kV entre dichos conductores. Para tensiones eléctricas mayores, se debe incrementar esta separación en 1,0 cm por cada kV en exceso de 50. La tensión eléctrica entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos debe tomarse como la diferencia vectorial de la tensión eléctrica de ambos circuitos. Para conductores de la misma fase pero de diferentes circuitos, el conductor con menor tensión eléctrica debe considerarse como puesto a tierra. El incremento anterior en la separación debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m snm.

**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 tensiones eléctricas mayores a 22 kV, las separaciones dadas en la Tabla 922-33 deben incrementarse de acuerdo con lo siguiente: para conductores en el nivel superior de 22 hasta 470 kV, la separación debe incrementarse en 1,0 cm por cada kV en exceso de 22. Para conductores en el nivel inferior de 22 hasta 470 kV, la separación adicional debe ser calculada en la misma forma. El incremento debe ser acumulativo cuando se tengan ambas condiciones y debe calcularse basándose en la tensión eléctrica máxima de operación.

Dicho incremento debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m snm.

**Tabla 922-33. Separación vertical entre conductores soportados en diferentes estructuras (m) (1)**

| | Retenidas, cables de guarda y conductores neutros (4) | Conductores de comunicaciones y mensajeros | Cables suministradores aislados de 0 a 750V (29 (3) | Conductores suministradores en línea abierta de 0 a 750 V y cables suministradores aislados mayores de 750V (3) | Conductores suministradores a línea abierta de más de 750V y hasta 22 kV |
|---|---|---|---|---|---|
| Retenidas, cables de guarda y conductores neutros(4) | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 1,20 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Conductores de comunicación y mensajeros | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 1,20 | 1,80 |
| Cables suministradores aislados de 0 a 750 V (2)(3) | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 |
| Conductores suministradores en línea abierta de 0 a 750 V y cables suministradores aislados mayores de 750 V (3) | 0,60 | 1,20 | 1,20 | 0,60 | 0,60 |
| Conductores suministradores en línea abierta de más de 750 V y hasta 22 kV | 1,20 | 1,80 | 1,20 | 1,20 | 0,60 |
| Conductores suministradores de trolebuses y trenes, sus retenidas y mensajeros (5) | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,80 |

Observaciones:

(1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos puestos a tierra efectivamente, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsecuentes. Las tensiones son entre fases para circuitos no efectivamente conectados a tierra.

(2) Los cables aislados a que se refiere esta columna (o renglón) son los descritos en la sección 922-4(b)(1)

(3) Los cables aislados a que se refiere esta columna (o renglón) son los descritos en la sección 922-4(b)(2) y (3)

(4) Los conductores neutros a que se refiere esta columna (o renglón) son los descritos en la sección 922-4(d)

(5) Los conductores alimentadores de trolebuses y trenes de más de 750 V, deben tener una separación mínima de 1,8 m.

### D. Altura de conductores y partes vivas de equipo, sobre el suelo, agua y vías férreas

**922-40. Aplicación.** Los requisitos de esta Parte D 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 sin carga, en reposo.

**922-42 Alturas adicionales para conductores.** Las alturas básicas que se indican en la Tabla 922-41, no deben incrementarse cuando los claros sean iguales o menores que los antes citados y la temperatura del conductor no exceda de 50 °C.

**a) Tensión eléctrica mayor a 50 kV a tierra.** Para tensiones eléctricas entre 50 y 470 kV, la altura básica de conductores debe incrementarse 1,0 cm por cada kV en exceso de 50.

Dicho incremento debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m sobre el nivel del mar.

***Excepción:*** *En cruzamientos sobre vías de ferrocarril en la Zona I, debe aplicarse a la altura básica un incremento de 1,5 cm por cada metro del claro en exceso de 75 m.*

*Los incrementos anteriores no requieren ser mayores que la diferencia aritmética entre las flechas finales sin carga, en reposo, a temperaturas en el conductor de 50 °C y 15 °C, calculadas para el claro de que se trate.*

**922-43. Altura de partes vivas de equipo instalado en estructuras**

**a) Altura básica mínima.** La altura básica mínima sobre el suelo, de partes vivas de equipo no protegidas, tales como terminales de transformadores y apartarrayos y tramos cortos de conductores eléctricos conectados al equipo, se indica en la Tabla 922-43.

**b) Altura adicional.** Para tensiones eléctricas mayores a 22 kV, la altura básica anterior debe incrementarse 1,0 cm por cada kV en exceso de 22. Dicho incremento debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m snm.

**Tabla 922-41 Altura mínima de conductores sobre el suelo, agua o vías férreas (m)(1)**

| Naturaleza de la superficie bajo los conductores | Conductores de comunicación aislados, retenidas, mensajeros, cables de guarda, conductores neutros y cables eléctricos aislados(2) | Conductores de comunicación desnudo, cables suministradores de 0 a 750 V | Cables suministradores aislados de más de 750 V y conductores suministradores en línea abierta de 0 a 750 V (3) | Conductores suministradores en línea abierta de más de 750 V Hasta 22 kV | Conductores suministradores de trolebuses y trenes eléctricos y sus mensajeros | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0 a 750 V a tierra (4) | Arriba de 750 V hasta 22 kV a tierra |
| Vías férreas (excepto trenes electrificados) | 7,2 | 7,3 | 7,5 | 8,1 | 6,7 | 6,7 |
| Carreteras, calles callejones y caminos vecinales (7)(8) | 4,7 | 4,9 | 5,0 | 5,6 | 5,5 | 6,1 |
| (11) Espacios no transitados por vehículos | 2,9 (6) | 3,6 (6) | 3,8 (6) | 4,4 | 4,9 | 5,5 |
| Agua donde no está permitida la navegación | 4,0 | 4,4 | 4,6 | 5,2 | -- | -- |
| (9) Aguas navegables incluyendo (10) ríos, lagos, presas y canales con un área sin obstrucción de:<br>a. Hasta 8 ha<br>b. Mayor a 8 hasta 80 ha<br>c. Mayor a 80 hasta 800 ha<br>d. Más de 800 ha | 5,3<br>7,8<br><br>9,6<br>11,4 | 5,5<br>7,9<br><br>32,0<br>11,6 | 5,6<br>8,1<br><br>9,9<br>11,7 | 6,2<br>8,7<br><br>10,5<br>12,3 | --<br>--<br><br>--<br>-- | --<br>--<br><br>--<br>- |
| Terrenos públicos o privados para navegación con botes de vela. | La separación a tierra debe ser 1,5 m mayor que la indicada en la línea 5 | | | | | |

Cuando los conductores o cables corren a lo largo de autopistas o carreteras pero no sobre la superficie de rodamiento.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (7) Carreteras, calles y callejones en zonas urbanas | 4,1 | 4,9 | 5,0 | 5,6 | 5,5 | 6,1 |
| Caminos y zonas rurales donde es decir que los vehículos crucen bajo la línea. | 4,1 | 4,3 | 4,4 | 5,0 | 5,5 | 6,1 |

Observaciones a la Tabla 922-41

**(1)** Las tensiones eléctricas son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsecuentes. Las tensiones eléctricas son entre fases para circuitos no-puestos a tierra efectivamente.

**(2)** Los conductores neutros a que se refiere esta columna son los descritos en 922-4(d), y los cables eléctricos aislados, los descritos en el (b)(1) de la misma Sección.

**(3)** Los cables aislados a que se refiere esta columna son los descritos en 922-4(b)(2) y (3), de cualquier tensión eléctrica.

**(4)** En pasajes subterráneos, túneles o puentes, puede reducirse la altura sobre el piso o vías, indicada en esta columna. Se recomienda que la altura del conductor de contacto del trole se reduzca gradualmente desde la altura normal a la altura reducida.

**(5)** Para conductores que crucen sobre vías por las que circulen solamente carros de ferrocarril o góndolas más bajos que los ordinarios de carga (6 m), la altura puede reducirse de acuerdo con la diferencia de altura entre el carro ordinario y el más alto de los que puedan circular por dichas vías; pero en ningún caso debe ser menor que la requerida en cruzamientos de calles.

**(6)** Esta altura puede reducirse a 3,0 m para los cables aislados descritos en la nota 3, con tensión eléctrica hasta de 150 V a tierra, localizados a la entrada de edificios.

**(7)** Donde conductores de comunicación o cables eléctricos aislados como los descritos en la nota 2, crucen o vayan a lo largo de callejones, entradas a cocheras o estacionamientos, esta altura puede reducirse a 4,5 m.

**(8)** Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel de la superficie de carreteras, calles, callejones, entre otros, debidos a mantenimiento.

**(9)** Para depósitos controlados, el área del agua y la altura de los conductores deben basarse en el más alto nivel de agua de diseño. Para otros depósitos de agua, el área a considerar debe ser la que marque el más alto nivel anual del agua, y la altura debe basarse en el nivel de aguas máximo extraordinario. La altura sobre ríos y canales debe basarse en el área más grande que resulte de considerar una longitud de 1600 m 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.

**(11)** Se recomienda que en terrenos donde exista frecuente paso de maquinaria agrícola con altura excesiva, la altura mínima de los conductores al suelo sea la indicada en el punto 2 de la Tabla.

**Tabla 922-43. Altura sobre el suelo (m), de partes vivas de equipo instalado en estructuras(1)**

| Naturaleza de la superficie bajo las partes vivas | Equipo efectivamente puesto a tierra | Partes vivas rígidas no protegidas de 0 a 750 V y casos de equipos no-puestos a tierra, conectados a circuitos de no más de 750 V | Partes vivas rígidas no protegidas de más de 750 V hasta 22 kV y casos de equipos no-puestos a tierra conectados a circuitos de más de 750 V a 22 kV |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1.** Carreteras, calles, callejones y caminos vecinales, así como terrenos sujetos al paso de vehículos de cualquier tipo **(3)**<br>**2.** Espacios no transitados por vehículos<br>**3.** Caminos en zonas rurales donde es improbable que los vehículos crucen bajo la línea | 4,6<br>3,4(2)<br>4,0 | 4,9<br>3,6<br>4,3 | 5,5<br>4,3<br>4,9 |

Observaciones a la Tabla 922-43

**(1)** Las tensiones eléctricas son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsecuentes. Las tensiones eléctricas entre fases para circuitos no- conectados efectivamente a tierra.

**(2)** Esta altura puede reducirse a 3,0 m para las partes vivas y puntas de cables aislados como los descritos en 922-3, (b)(2) y (3), de hasta 150 V a tierra, localizadas a la entrada de edificios.

**(3)** Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel de la superficie de carreteras, calles, callejones, entre otros, debidos a mantenimiento.

**E. Separación de conductores a edificios, puentes y otras construcciones**

**922-51. Aplicación.** Los requisitos de esta Parte E 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 especificadas en esta Parte E, 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/m$^2$ con flecha final y a 16◦C. Esta presión de viento puede reducirse a 19 kg/m$^2$ 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, cuando éstos se usen.

**b) Separación vertical**

**1)** Temperatura en los conductores de 50◦C, con flecha final sin carga, en reposo.

**2)** Claros básicos como se indica a continuación:

- Hasta de 75 m para la Zona I (véase 922-82).
- Hasta de 100 m para todas las otras zonas.

**c) Transición entre separaciones horizontal y vertical.** En cualquier punto del edificio o construcción se debe cumplir con las separaciones mínimas horizontales y verticales que indican las tablas correspondientes y el arco comprendido en la proyección de ambas separaciones.

**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 no-menores a las siguientes:

**a)** Una separación horizontal de 1,50 m para tensiones eléctricas hasta 50 kV a tierra.

**b)** Una separación vertical de 1,40 m para tensiones eléctricas menores a 22 kV, y de 1,70 m para tensiones entre 22 y 50 kV a tierra.

***Excepción:*** *Cuando la tensión eléctrica no excede 300 V 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 0,6 y 0,90 respectivamente medidas a 15°C sin deflexión por viento.*

**NOTA:** Las separaciones entre conductores de una línea y conductores de otra línea están dadas en 922-30.

**922-54. Separación de conductores a edificios y otras construcciones excepto puentes**

**a)** Cuando los edificios pasen de 3 pisos o 15 m de altura, se recomienda que los conductores dejen un espacio libre de cuando menos 1,8 m 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 no menor a 1 m.

**b)** La separación de los conductores a la superficie de los edificios y otras construcciones tales como anuncios, chimeneas, antenas y tanques de agua, no debe ser menor a la indicada en la Tabla 922-54.

**c)** Cuando la separación anterior no se pueda lograr, los conductores eléctricos deben ser protegidos, o aislados para la tensión eléctrica 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 922-54. Separación de conductores (m) a edificios y otras construcciones excepto puentes(1)**

| | Conductores y cables de comunicación, retenidas, mensajeros, cables de guarda, neutros y cables eléctricos aislados (2) | Cables suministrador de 0 a 750 V sujetos a lo indicado en 922-4(b)(1) | Partes vivas rígidas de conductores de comunicación de 0 a 750 V no-protegidos | Cables suministradores de más de 750 V sujetos a lo indicado en 922-4 (b)(1) y (2). Conductores suministradores en línea abierta de 0 a 750 V (3) | Conductores suministrador de línea abierta de más de750 V y hasta 22 kV | Partes vivas rígidas no-protegidas de más de 750 V y hasta 22 kV |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Edificios **Horizontal** | | | | | | |
| - A paredes salientes | 1,40 | 1,40 | 1,50 | 1,70 (4) (7) | 2,30 (5) | 2,00 (5) |
| - A ventanas | 1,40 | 1,40 | 1,50 | 1,70 (4) (7) | 2,30 (5) | 2,00 |
| -A balcones y áreas accesibles a personas (6) | 1,40 | 1,40 | 1,50 | 1,70 (7) | 2,30 | 2,00 |
| **Vertical** | | | | | | |
| - Arriba o debajo de techos y salientes no accesibles a personas (6) | 0,90 | 0,90 | 3,0 | 3,2 | 3,8 | 3,6 |
| - Arriba o debajo de balcones y techos accesibles a personas (6) | 3,2 | 3,2 | 3,4 | 3,5 | 4,1 | 4,0 |
| - Sobretechos accesibles a vehículos pero no sujetos a tránsito | 3,2 | 3,2 | 3,4 | 3,5 | 4,1 | 4,0 |
| - Sobretechos accesibles a tránsito vehículo | 4,7 | 4,7 | 4,9 | 5,0 | 5,6 | 5,5 |
| Anuncios, chimeneas, antenas, tanques de agua | | | | | | |
| **Horizontal** | 0,90 | 0,90 | 1,90 | 1,70(4) (7) | 2,30(5) | 2,00(5) |
| Vertical, arriba, o abajo | 0,90 | 0,90 | 1,70 | 1,80 | 2,45 | 2,30 |

Observaciones:

**(1)** Las tensiones son de fase a tierra para circuitos puestos a tierra efectivamente, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsecuentes. Las tensiones eléctricas son entre fases para circuitos no-puestos a tierra. Efectivamente.

**(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 922-3(b)(1) de cualquier tensión, así como los descritos en (b)(2) y (b)(3) de la misma Sección, en tensiones de 0 a 750 V.

**(3)** Los cables aislados de más de 750 V a que se refiere esta columna, son los descritos en 922-4(b)(2) y (3).

**(4)** Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1,0 m.

**(5)** Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1,50 m. En esta condición el claro interpostal no deberá ser mayor de 50 m.

**(6)** 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.

**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 del tipo descrito en (b)(1) de la misma Sección.*

**b) Protección de conductores alimentadores de trolebús ubicados abajo de puentes.** Cuando el trole del transporte, al zafarse, pueda hacer contacto simultáneamente con el conductor alimentador y la estructura del puente, debe colocarse una protección de material no-conductor que evite dicho contacto.

**Tabla 922-55. Separación de conductores suministradores a puentes (m)[(1)]**

| Separación de conductores suministradores a puentes | Partes rígidas vivas no protegidas, 0 a 750 V; conductores de comunicaciones no aislados, cables suministradores de 0 a 750 V[(2)] | Cables suministradores arriba de 750 V, conductores de línea abierta 0 a 750 V[(2)] | Conductores suministradores arriba de más de 750 V hasta 22 kV | Partes vivas rígidas arriba de 750 V hasta 22 kV |
|---|---|---|---|---|
| Separación sobre puentes[(3)] | | | | |
| Fijados al puente | 0,90 | 1,07 | 1,07 | 1,50 |
| No fijados al puente | 3,0 | 3,2 | 3,80 | 3,6 |
| Separación lateral abajo o dentro de la estructura del puente | | | | |
| a. Porciones del puente fácilmente accesibles incluyendo salientes y paredes.[(3)] | | | | |
| Fijados al puente | 0,90 | 1,07 | 1,70 | 1,50 |
| No fijados al puente | 1,50 | 1,70 | 2,30 | 2,00 |
| b. Partes no accesibles del puente[(4)] | | | | |
| Fijados al puente | 0,90 | 1,07 | 1,70 | 1,50 |
| No fijados al puente | 1,20 | 1,40 | 2,00 | 1,80 |

Observaciones:

**(1)** Las tensiones eléctricas son de fases a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aislados por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsecuentes. Las tensiones eléctricas son entre fases para circuitos no-puestos a tierra

**(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.

**922-56. Separaciones adicionales.** Las separaciones que se indican en las anteriores Secciones de esta Parte E, no deben incrementarse cuando los claros sean iguales o menores que los citados en 922-52(b)(2) y la temperatura del conductor no exceda 50◦C.

**a) Tensiones eléctricas mayores a 22 kV (a tierra).** Para tensiones eléctricas entre 22 y 470 kV, las separaciones horizontal y vertical deben incrementarse 1,0 cm por cada kV en exceso de 22. Dicho incremento debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m snm.

**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 a 100 m (o 75 m en la Zona I), debe aplicarse a la separación vertical un incremento de 1,0 cm por cada m del claro en exceso de 100 m (o 75 m en la Zona I). Dicho incremento no requiere ser mayor que la diferencia aritmética entre las flechas finales sin carga, en reposo, a temperaturas en el conductor de 50◦C y 16◦C, calculadas para el claro de que se trate. Para claros a nivel, cuando la separación no se localice a la mitad del claro, el incremento anterior puede ser reducido multiplicando por los siguientes factores:

| Distancia del punto de cruce a la estructura más cercana, en 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 |

Observaciones:

1. En la aplicación de estos factores, el "punto de cruce" es la localización del elemento topográfico al que se determina la separación.
2. Interpólese para valores intermedios.

**F. Distancia horizontal de estructuras a vías férreas, carreteras y aguas navegables**

**922-61. Aplicación.** Los requisitos de esta Parte F 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. Dichas distancias mínimas 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 de 3,50 m.

Se recomienda que, cuando sea posible, las estructuras queden a una distancia mayor que su propia altura, desde el riel o el límite exterior del acotamiento.

**922-63. Distancia horizontal a aguas navegables.** Se recomienda que la distancia horizontal de las estructuras a la zona de navegación de ríos, lagos y canales, sea mayor que la altura de las mismas estructuras.

**G. Derecho de vía**

**922-71. Aplicación.** Los requisitos de esta Parte G se refieren al derecho de vía o de paso, que deben tener las líneas aéreas en campo abierto y en zona urbana.

El derecho de vía es una faja de terreno que se ubica 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 eléctrica de operación.

Dentro del área que ocupa el derecho de vía no deben existir anuncios, obstáculos ni construcciones de ninguna naturaleza, para protección del público y de la propia línea así como para poder operar ésta con un grado de confiabilidad adecuado.

De lo anterior se exceptúan los obstáculos en zonas urbanas que son necesarios para la prestación de los servicios públicos, como instalaciones de alumbrado, líneas de comunicación y de señalización, las cuales de cualquier manera deben cumplir con las separaciones y demás requisitos incluidos en esta NOM.

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.

**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 las siguientes dimensiones: distancia del eje longitudinal de la línea al conductor extremo en reposo, desplazamiento lateral del conductor extremo por efecto del viento y la separación horizontal a que se refiere el párrafo anterior.

### H. Cargas mecánicas en líneas aéreas

**922-81. Disposiciones generales.** Las líneas aéreas deben tener resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas propias y las debidas a las condiciones meteorológicas a que estén sometidas, según el lugar en que se ubique cada línea, con los factores de sobrecarga adecuados. Las condiciones meteorológicas mínimas que deben considerarse en general, se establecen más adelante en esta Parte H.

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 calculadas sobre las bases señaladas en esta Parte H, por mayor recubrimiento de hielo, menor temperatura o mayor velocidad del viento, las instalaciones deben proyectarse tomando en cuenta tales condiciones de carga, conservando los factores de 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 en el cálculo mecánico de líneas aéreas, según el lugar de su instalación, el país se ha dividido en seis zonas de carga que se indican en el mapa de la Figura 922-82. Estas zonas corresponden, en términos generales, a las siguientes regiones del país:

**Zona I.** Región Norte (Baja California Norte, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y parte de Sonora).

**Zona II.** Región Centro Norte (Durango y Aguascalientes, y parte de Zacatecas 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, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla 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.

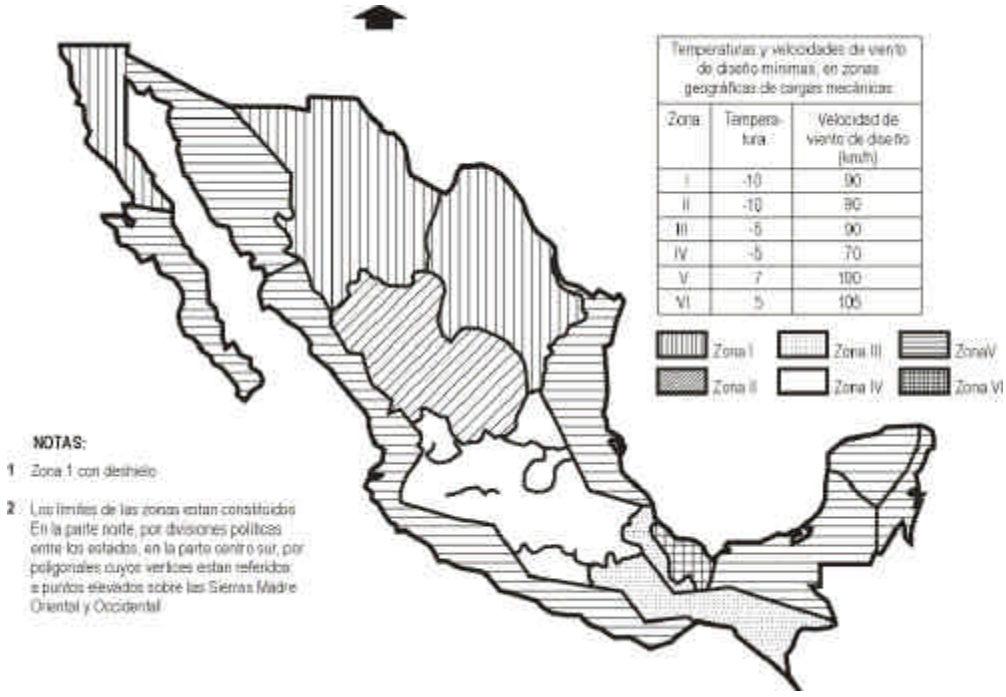



**Figura 922-82**
**Cálculo de cargas mecánicas**

**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 mínimas de temperatura, velocidad de viento y espesor de hielo, representativas de cada zona de carga mecánica**

| Zona de carga mecánica | Temperatura (°C ) | Velocidad de viento de diseño (km/h) | Espesor de la capa de hielo (mm) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Sobre cables | Sobre componentes horizontales |
| I | - 10 | 90 | | |
| II | - 10 | 90 | | |
| III | - 5 | 90 | | |
| IV | - 5 | 70 | | |
| V | 7 | 100 | | |
| VI | 5 | 105 | | |
| | | | 6 | 8 |
| | | | - | - |
| | | | - | - |
| | | | - | - |
| | | | - | - |
| | | | - | - |

Para altitudes mayores a 2500 m snm, debe investigarse respecto a depósitos de hielo en cables y estructuras.

A falta de información pueden considerarse en cualquiera de las zonas, los espesores de hielo indicados en esta tabla para la Zona I, con una temperatura de -5°C, excepto en la propia Zona I, en que debe ser de -10°C.

**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 de celosía plana (torres con elementos metálicos de perfil angular), se debe aplicar adicionalmente un factor de arrastre de 1,6 a la presión de viento.

Con base en lo anterior, 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 $kg/m^2$ del área proyectada y "V" es la velocidad de viento de diseño, en km/h.

La velocidad de viento de diseño es la velocidad real o actual, equivalente a la velocidad máxima indicada en los anemómetros de la zona correspondiente, dividida por 1,3.

La Tabla 922-84 muestra los valores de presión de viento que resultan al aplicar estas ecuaciones, con los valores de velocidad de viento de diseño indicados en la Tabla 922-83 para las Zonas I, II, III, IV, V y VI.

Los valores de presión de viento calculados de acuerdo con las ecuaciones anteriores, son válidos para líneas con estructuras no-mayores a 30 m de altura. Para alturas mayores, estos valores de presión deben multiplicarse por el factor de incremento de presión por altura indicado en la Tabla 922-84(a).

**Tabla 922-84. Presiones de viento mínimos para las diferentes zonas de carga mecánica**

| 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 |
| I, II y III | 90 | 39 | 66 | 105 |
| IV | 70 | 24 | 40 | 64 |
| V | 100 | 48 | 81 | 130 |
| VI | 105 | 53 | 90 | 143 |

**Tabla 922-84(a). Factor de incremento de presión de viento por altura de estructura**

| Altura en m | Factor |
|---|---|

| | |
|---|---|
| 30 ó menos | 1,00 |
| 50 | 1,08 |
| 75 | 1,18 |
| 100 | 1,28 |
| 150 | 1,49 |

**Nota:** Para valores intermedios de altura puede interpolarse linealmente.

**922-85. Cargas en los cables.** Las cargas en los cables debidas al viento y al hielo, en caso de que exista, deben determinarse en la forma indicada en las anteriores Secciones 922-81 a 922-84

Para calcular la tensión mecánica máxima de los cables, se debe considerar como carga total la resultante del peso del cable y de 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, se debe revisar el cálculo para una presión reducida de viento en cables con hielo de 20 kg/m², debiéndose tomar la mayor tensión mecánica que resulte entre este valor y el correspondiente a la máxima velocidad de viento sin hielo.

**922-86. Cargas en las estructuras y en sus soportes.** Las cargas que actúan sobre las estructuras de las líneas aéreas y sobre el material usado para soportar los conductores y 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 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 debe calcular teniendo en consideración el "claro vertical" o "claro de peso", que se define como la distancia horizontal entre los puntos más bajos de las catenarias adyacentes al soporte considerado. De este modo, la carga vertical por conductor o cable de guarda, es igual al claro vertical multiplicado por el peso unitario del cable correspondiente.

**b) Carga transversal.** La carga transversal es la debida al viento, soplando horizontalmente y en ángulo recto a la dirección de la línea, sobre la estructura, conductores, cables de guarda y accesorios.

La carga transversal sobre la estructura, debida al viento que actúa sobre los conductores y cables de guarda, se debe calcular tomando en consideración el "claro medio horizontal" o "claro de viento", que se define como la semi-suma de los claros adyacentes a la estructura considerada. De este modo, la carga transversal por conductores y cables de guarda, es igual al claro medio horizontal multiplicado por su carga unitaria debida al viento; entendiéndose por carga unitaria de viento, el producto de la presión del viento, por el área unitaria proyectada del conductor o cable de guarda.

La carga de viento sobre estructuras de celosía (torres) de sección transversal cuadrada o rectangular, debe calcularse en función del área expuesta de una cara, más 50% de la misma, para tomar en consideración el área de la cara posterior. El por ciento indicado puede substituirse por otro basado en cálculos más precisos, o por el que se determine mediante pruebas reales efectuadas.

La carga de viento sobre postes debe calcularse considerando su área proyectada, perpendicular a la dirección del viento.

Cuando la línea cambia de dirección, la carga transversal resultante sobre la estructura, se debe considerar igual al vector suma de: la resultante de las componentes transversales de las tensiones mecánicas máximas 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 perpendicular a la dirección del viento.

**c) Carga longitudinal.** Es la debida a las componentes de las tensiones mecánicas máximas de los conductores o cables de guarda, ocasionadas por desequilibrio a uno y otro lado del soporte, ya sea por cambio de tensión mecánica, remate o ruptura de los mismos.

En general para líneas aéreas hasta de 34,5 kV, no es necesario considerar carga longitudinal en los soportes comprendidos en tramos rectos de línea, donde no cambia la tensión mecánica de los conductores y cables de guarda a uno y otro lado de los soportes, excepto en el caso de estructuras de remate en tangente.

**d) Ruptura de cables.** En la ruptura de cables para líneas de tensiones superiores a 34,5 kV, deben considerarse las siguientes hipótesis:

**1)** Estructuras hasta con seis conductores y con uno o dos cables de guarda: ruptura de un conductor en la posición más desfavorable, o de un cable de guarda.

***Excepción:*** *Para estructuras con dos conductores por fase: ruptura de dos conductores de la fase en la posición más desfavorable, o de un cable de guarda.*

**2)** Estructuras con más de seis conductores pero no-más de doce y con dos cables de guarda: ruptura de dos conductores de la fase en la posición más desfavorable, o de un cable de guarda.

Para líneas de tensiones eléctricas hasta de 34,5 kV, no es necesario considerar la ruptura de conductores.

En tramos rectos de línea en donde los conductores estén soportados por medio de cadenas de aisladores de suspensión, la carga longitudinal resultante en las hipótesis de ruptura, se puede considerar igual a la tensión mecánica máxima del conductor o conductores rotos, multiplicada por un factor de reducción de 0,70 cuando existe solamente un conductor por fase y de 0,50 cuando la fase se compone de dos o más conductores. La

carga longitudinal debida a la supuesta ruptura de los cables de guarda en cualquier tipo de estructura, así como la de los conductores en las estructuras de remate o de deflexión, debe considerarse igual al 100% de la tensión mecánica máxima.

**e) Aplicación simultánea de cargas.** En la aplicación simultánea de cargas, debe considerarse lo siguiente:

**1)** Líneas de tensiones hasta de 34,5 kV

- Al calcular la resistencia transversal se debe suponer que las cargas vertical y transversal actúan simultáneamente.
- Al calcular la resistencia longitudinal no se deben tomar en cuenta las cargas vertical y transversal, sino únicamente la carga longitudinal.

**2)** Líneas de tensiones eléctricas superiores a 34,5 kV

- Al calcular la resistencia mecánica se debe considerar que las cargas vertical, transversal y longitudinal actúan simultáneamente, excepto en el caso de ruptura de cables en estructuras tipo H semiflexibles, donde se debe considerar la simultaneidad solamente de las cargas vertical y longitudinal.

## I. Clases de construcción en líneas aéreas

**922-91. Disposiciones generales.** Los materiales empleados en líneas aéreas de nueva construcción, así como los utilizados en su mantenimiento, deben cumplir con los factores de sobrecarga y otros requisitos que se citan en esta Parte I, según el grado de resistencia mecánica requerida.

**922-92. Clasificación.** Las líneas aéreas se dividen, según su construcción, en dos clases que se designan por las letras A y B. La Clase A tiene mayor resistencia mecánica y cumple los requisitos más exigentes, que se consideran necesarios en lugares de mayor riesgo. La Clase B tiene menor resistencia mecánica que la A, pero llena los requisitos que se consideran necesarios en lugares de menor riesgo que los considerados para la Clase A.

**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 a continuación se citan:

**a) Conductores**

**1) Tamaño nominal mínimo.** Los conductores eléctricos en línea abierta, deben tener una resistencia nominal a la ruptura y un diámetro exterior no-menores a los correspondientes de conductores de cobre semi-duro de tamaño nominal indicados a continuación. Los conductores de cualquier otro material deben tener una resistencia mecánica equivalente.

**Tabla 922-93 (a)(1). Tamaño nominal mínimo de conductores de cobre para líneas aéreas**

| Conductores Eléctricos: | Tamaño nominal $mm^2$ ( AWG) | |
|---|---|---|
| | Clase A | Clase B |
| Línea abierta | 13,3 (6) | 8,37 (8) |
| Acometidas de hasta750 V a tierra | 3,3 (12) | 3,3 (12) |
| De comunicación en claros no mayores de 50 m | 5,26 (10) | 3,3 (12) |

El material de los conductores debe ser resistente a la corrosión que exista en la zona en donde se instalen.

**2) Flechas y tensiones.** Las flechas de los conductores deben ser de tal forma que, bajo las cargas mecánicas indicadas en la Parte H de este Artículo, para la zona de que se trate, la tensión de conductor no sea mayor a 60% de su resistencia nominal a la ruptura.

Adicionalmente, la tensión mecánica a 15◦C sin carga de viento y hielo, no debe exceder los siguientes por cientos de la resistencia nominal a la ruptura del conductor:

Tensión inicial sin carga 35%

Tensión final sin carga 25%

**3) Empalmes, derivaciones y accesorios de remate**

**a.** Se recomienda no instalar empalmes en cruzamientos. Si no es posible evitar su instalación, los empalmes deben tener una resistencia mecánica igual a la del conductor en que se instalen.

**b.** Se recomienda que las derivaciones no se hagan en el claro del cruzamiento. Si esto no es posible, las derivaciones deben hacerse en tal forma que no debiliten la resistencia mecánica de los conductores en que estén sujetas.

**c.** Los accesorios de remate y los herrajes de sujeción deben tener suficiente resistencia mecánica para soportar la tensión máxima resultante de la aplicación de las cargas indicadas en la Parte H de este Artículo, multiplicadas por un factor de sobre carga de 1,65.

**b) Cables de guarda de acero galvanizado**

**1) Flechas y tensiones.** Las flechas de los cables de guarda deben ser de tal forma que, bajo las cargas mecánicas indicadas en la Parte H de este Artículo. para la zona de que se trate, la tensión del cable no sea mayor a 50% de su resistencia nominal a la ruptura.

Adicionalmente, la tensión mecánica a 0◦C sin carga de viento y hielo, no debe exceder los siguientes por cientos de la resistencia nominal a la ruptura del cable:

| Tensión | Alta resistencia mecánica | Extra - alta resistencia mecánica |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| inicial sin carga | 25% | 20% |
| final sin carga | 25% | 20% |

**2) Empalmes y accesorios de remate.** Deben seguirse las recomendaciones indicadas en (a)(3)(a y c) anteriores.

**c) Mensajeros.** Los mensajeros deben ser cableados y no tensarse más de 60% de su resistencia nominal 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 adecuados. Los alfileres deben resistir las condiciones anteriores sin 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 kg aplicada en su extremo más alejado. Para cumplir con esta disposición y para soportar otras cargas no usuales, pueden usarse tirantes torna-puntas 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, no-menor a 250 kg, con temperatura mínima. Este requisito es aplicable para líneas hasta de 34,5 kV y claros no-mayores a 70 m. Para tensiones eléctricas mayores a 34,5 kV, deben resistir la carga longitudinal debida a las hipótesis de 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.

**3) Crucetas dobles.** Deben usarse en remates y 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 de madera seleccionada, libre de defectos que puedan disminuir su resistencia mecánica y tratada con una solución preservadora, para aumentar su duración.

El pino del país tiene una resistencia a la ruptura de aproximadamente 400 kg/cm$^2$; sin embargo, se recomienda usar valores de resistencia obtenidos en pruebas.

**2) Postes y estructuras de acero.** El espesor del material que se utilice no debe ser menor a 4,0 mm. 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, la cual debe cumplir con la especificación correspondiente.

**3) Postes de concreto.** Deben ser de concreto reforzado o concreto preesforzado de acuerdo con las necesidades específicas del usuario.

**g) Retenidas.** Sus factores de sobrecarga, basados en la resistencia a la ruptura o en límite de fluencia, según el material, se indican en la Tabla 922-93.

**h) Cimentaciones.** Las cimentaciones deben ser diseñadas para resistir las cargas que les transmite la estructura. 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. Debe verificarse el diseño de los cimientos de forma que su presión sobre el suelo no exceda el valor admisible de la capacidad de carga del mismo suelo, y que la fuerza de tracción en los cimientos no supere el peso propio del cimiento, más el peso del suelo que gravita sobre él.

**i) Pruebas.** Se recomienda que los postes o torres y sus cimientos, se sometan a pruebas en prototipos, con métodos adecuados para garantizar su buen funcionamiento.

**Tabla 922-93. Factores de sobre carga mínimos para cada clase de construcción de líneas aéreas (Los factores para madera y concreto están basados en la resistencia a la ruptura y para el acero en su límite de fluencia)**

| Concepto | Clase A | Clase B |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| 1. CRUCETAS | | |
| 1.1 Sobrecarga vertical: | | |
| Madera (para tensiones hasta 34,5 kV) | 2,0 | 2,0 |
| Acero (para tensiones hasta 34,5 kV) | 1,5 | 1,3 |
| Acero (para tensiones mayores de 34,5 kV) | 1,3 | - |
| 1.2 Sobrecarga transversal: | | |
| Se deben aplicar los factores indicados en el inciso 2.2 | | |
| 1.3 Sobrecarga longitudinal: | | |
| Acero (para tensiones mayores de 34,5 kV): | 1,6 | - |
| Sin ruptura de cables | 1 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| 2. POSTES Y TORRES | | |
| 2.1 Sobrecarga vertical: | | |
| Madera: | 3,0 | 2,0 |
| Sin ruptura de cables | 2,8 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| Concreto: | 2,5 | 1,7 |
| Sin ruptura de cables | 2,3 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| Acero: | 1,3 | 1,1 |
| Sin ruptura de cables | 1,2 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| 2,2 Sobrecarga transversal: | | |
| Madera: | | |
| En general: | 2,5 | 2,0 |
| Sin ruptura de cables | 1 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| En deflexiones y remates: | 2,0 | 1,7 |
| Sin ruptura de cables | 1 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| Concreto: | | |
| En general: | 2 | 1,7 |
| Sin ruptura de cables | 1 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| En deflexiones y remates: | 1,8 | 1,5 |
| Sin ruptura de cables | 1 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| Acero: | | |
| En general: | 1,8 | 1,5 |
| Sin ruptura de cables | 1,2 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| En deflexiones y remates: | 1,8 | 1,5 |
| Sin ruptura de cables | 1,2 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| 2,3 Sobrecarga longitudinal: | | |
| Madera: | | |
| En general: | 1 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| En deflexiones y remates: | 2 | 1,7 |
| Sin ruptura de cables | 1 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| Concreto: | | |
| En general: | 1 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| En deflexiones y remates: | 1,8 | 1,5 |
| Sin ruptura de cables | 1 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| Acero: | | |
| En general: | 1,2 | - |
| Con ruptura de cables | | |
| En deflexiones y remates: | 1,6 | - |

**922-94. Clase de construcción requerida.** En la Tabla 922-94 Se especifica la clase de construcción que deben tener las líneas aéreas, según su tensión eléctrica y los lugares por donde pasen o crucen.

Los cruzamientos pueden ser en dos formas: de una sola línea sobre cualquiera de las condiciones que se muestran en la primera columna de la Tabla 922-94, o con otros conductores en la misma estructura.

**Tabla 922-94. Clase de construcción requerida para líneas aéreas**

| Condiciones o líneas aéreas en los niveles inferiores | Líneas aéreas en los niveles superiores, con tensión entre fases de: | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Hasta 15000 V | Más de 15000 hasta 34500 V | | Más de 34500 V |
| | Zona urbana o rural | Zona urbana | Zona rural | Zona urbana o rural |
| Derechos de vía cercados | | | | |
| Calles, carreteras, caminos y campo abierto | B | B | B | A |
| Carreteras principales, autopistas, vías férreas y aguas | B | A | B | A |
| navegables | A | A | A | A |
| Líneas de comunicación | | | | |
| Líneas eléctricas con tensión eléctrica entre fases de: | B | A | A | A |
| - Hasta 15000 V | B | A | B | A |
| - Más de 15000 hasta | - | A | B | A |
| 34500 V | - | - | - | A |
| - Más de 34,500 V | | | | |

Observaciones a la Tabla 922-94:

**1.** Las líneas aéreas con cables aislados de los tipos descritos en 922-3(b), pueden ser de la clase B, excepto si cruzan sobre vías férreas, carreteras principales, autopistas y aguas navegables.

**2.** En cruzamientos de líneas, la clase de la línea superior debe ser cuando menos igual a la clase de la línea inferior; en cambio, la clase de la línea inferior debe determinarse como si la línea superior no existiera.

**3.**Si existe conflicto entre dos líneas próximas, las estructuras de una línea que puedan llegar a tocar los conductores de otra línea,

deben ser de la misma clase o superior a la de la segunda línea.

### J. Retenidas

**922-101. Disposiciones generales**

**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 ser lo suficientemente fuertes para 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. Este requisito puede ser cubierto con la ayuda de retenidas transversales y longitudinales opuestas a la vía.

**c)** Se recomienda usar para las retenidas, cables de acero y herrajes adecuados, que protejan al poste y mantengan al cable en la posición correcta.

**d)** El cable de acero, herrajes y aisladores que se utilicen deben tener una resistencia mecánica no-menor a la requerida para 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 suficientemente visible y fuerte, no-menor a 2,50 m de longitud.

**922-102. Aisladores para retenidas (en líneas de distribución)**

**a) Resistencia mecánica.** La resistencia mecánica de ruptura de los aisladores para retenidas, no debe ser menor que la resistencia de ruptura del cable de la retenida en que se instalen.

**b) Tensión eléctrica de flameo.** La tensión eléctrica de flameo en seco de los aisladores, debe ser cuando menos el doble de la tensión eléctrica nominal entre fases de la línea en que se usen, y su tensión eléctrica de flameo en húmedo, cuando menos igual a dicha tensión.

**c) Uso de aisladores en retenidas**

**1)** Ningún aislador debe quedar a una altura menor de 2,50 m del nivel del piso.

**2)** Cuando una retenida no-puesta a tierra efectivamente, pase cerca de conductores o partes descubiertas energizadas a más de 300 V, debe proveerse un medio aislante adecuado de manera que el tramo de la retenida expuesto a contacto con dichos conductores o partes energizadas, quede comprendido entre la parte aislada. Véase 922-9(c), referente a puesta a tierra de retenidas.

**3)** Para retenidas instaladas en líneas suministradoras abiertas de 0 a 300 V debe instalarse un aislador apropiado, 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

### 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 compañía 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 se colocan cables y sus accesorios y equipo, generalmente de transformación y donde se ejecutan maniobras de instalación, operación y mantenimiento por personal que pueda estar en su interior.

**Canalización subterránea (obra civil para instalaciones subterráneas):** Es la combinación de conducto, bancos de ductos, registros, pozos, bóvedas y cimentación de subestaciones que forman la obra civil para instalaciones subterráneas.

**Conducto:** 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 a que estará sometido durante su 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 plataforma con cimentación adecuada y que forma parte de un sistema eléctrico subterráneo.

**Estructura de transición:** Aquellos tramos de cable que estando conectados o formando parte de un sistema de líneas subterráneas, quedan arriba del nivel del suelo y están provistos de terminales, generalmente conectadas a líneas aéreas, y que se soportan en postes o estructuras.

**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 en cualquier otro tipo de canalización.

**Pozo:** Recinto subterráneo accesible desde el exterior, donde se colocan equipos, cables y sus accesorios para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento por personal que pueda estar en su interior.

**Registro:** Recinto subterráneo de dimensiones reducidas, donde se coloca algún equipo, cables y accesorios y para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento.

**Transición de línea:** Tramo de cable soportado en un poste u otro tipo de estructura, provisto de una terminal que conecta una línea aérea a subterránea.

**Terminal de cable:** Dispositivo que distribuye los esfuerzos dieléctricos del aislamiento en el extremo de un cable.

**923-3. Cables subterráneos.** Los requisitos mínimos a 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 eléctrica, intensidad de corriente eléctrica, corriente eléctrica 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 eléctrica de 5 kV 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. Estas pueden hacerse por medio de conectadores 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 conectadores 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 conectadores pueden ser del tipo para soldar o a presión. En el caso de conductores de tamaño nominal 8,37 $mm^2$ (8 AWG) y menores, la conexión puede hacerse trenzando adecuadamente los conductores o mediante un conectador de tornillo adecuado.

**d) Tensiones inducidas en la pantalla metálica.** Se recomienda que las tensiones inducidas en condiciones normales de operación, no sean mayores a 55 V.

**e) Instalación de cables en canalizaciones subterráneas**

**1)** Debe evitarse que los cables sean doblados con radios menores al mínimo señalado por el fabricante (en ningún caso este radio debe ser menor a 12 veces el diámetro externo del cable) durante su manejo, instalación y operación.

**2)** 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 recomendados por el fabricante.

**3)** Los ductos deben limpiarse previamente a la instalación de los cables.

**4)** Cuando se use lubricante durante el jalado de los cables, éste no debe afectar a los cables ni a los conductos.

**5)** En instalaciones verticales o con pendientes, los cables deben soportarse adecuadamente para evitar deslizamientos y deformaciones debido a su masa.

**6)** Los cables eléctricos y de comunicación no deben instalarse dentro del mismo conducto.

**7)** Cuando en un banco se instale más de un circuito debe analizarse la capacidad de conducción de corriente, 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 cm 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 0,9 m y las verticales deben ser como mínimo de 1,8 m.

**b.** No deben instalarse 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 a 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 eléctrica entre fases (kV) | Separación en m |
|---|---|
| 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 a 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.

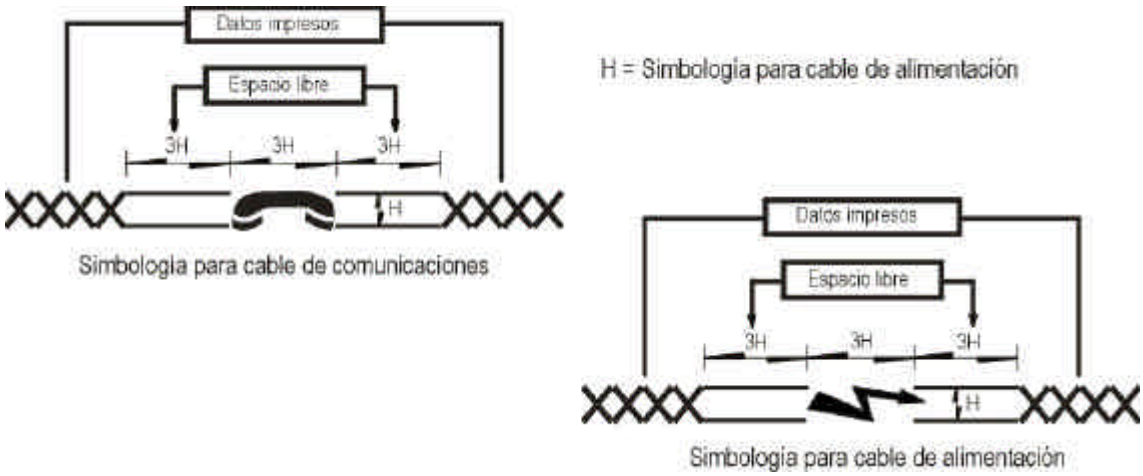



**Figura 923-3(f)-(2)**

**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 eléctricas mayores a 400 V a tierra y usados 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 puesta 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 su mantenimiento por personal calificado.

**2)** las terminales de los circuitos deben ser accesibles sólo a personal calificado.

**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 eléctrica en el circuito de comunicación no exceda 400 V 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 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.

**j) Cables submarinos**

**1) Trayectoria.** Los cables submarinos deben ir enterrados en una trinchera de un metro de profundidad, hasta que se alcancen 10 m de calado 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. Solo se deben instalar con empalmes hechos en fábrica.

**3) Protección.** La armadura del cable debe diseñarse para soportar adecuadamente los esfuerzos mecánicos a que debe estar 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 almacenarse 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 m sobre el nivel del suelo y cuando menos hasta una profundidad de 30 cm 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 los mismos 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 al equipo, de manera que no se dañen sus cubiertas.

La entrada de los cables a equipos instalados en pedestal deben mantenerse a la profundidad adecuada para su clase de tensión eléctrica hasta que queden protegidos abajo del pedestal, a menos que se coloque una protección mecánica adecuada.

**923-5. Terminales en vía pública**

**a ) Disposiciones generales.** 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 eléctrica 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 NBAI, deben proporcionarse barreras aislantes o terminales completamente aisladas que reúnan los requisitos equivalentes a las separaciones.

**5) Altura.** Las partes vivas de las terminales no deben quedar a alturas menores que las indicadas en la Tabla 923-5(a).

**Tabla 923-5(a). Altura mínima de partes vivas de terminales (m)**

| Lugar de instalación | En líneas con tensión eléctrica entre conductores | |
|---|---|---|
| | Hasta de 750 V | De 750 a 22000 V |
| Expuesto a tránsito de vehículos. | 5,0 | 5,6 |
| No expuesto a tránsito de vehículos. | 3,8 | 4,4 |

Observaciones:

1. Para tensiones eléctricas mayores a 22 kV, las alturas especificadas en la última columna deben incrementarse 1 cm por cada kV en exceso de 22 kV.
2. Cuando se instalen terminales de baja tensión en paredes, la altura mínima debe ser de 2,9 m.

**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 zapatas soldadas, de presión o con cualquier otro medio que asegure una amplia superficie de contacto. Las zapatas deben sellarse para evitar el ingreso de humedad hacia el cable. Las zapatas 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 hacia tierra, de acuerdo con el tipo de terminal a utilizar.

**2)** En las partes vivas expuestas dentro de gabinetes, debe mantenerse la separación o usarse barreras aislantes adecuadas para las tensiones eléctricas 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) Disposiciones generales.** 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 gabinetes.

**923-7. Equipo subterráneo en vía pública**

**a) Disposiciones generales**

**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 contactos 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 eléctricas mayores a 600 V, requieren 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 primer 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 de visita o bóvedas.

Los equipos de pozos de visita o bóvedas no deben instalarse a distancias menores a 0,20 m de la parte de atrás de escaleras fijas y no deben interferir con su uso.

Los equipos deben acomodarse en los pozos de visita 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 gabinetes.

**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, de tal manera que se evite el contacto accidental de personas con el equipo y del agua también.

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, gabinetes 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) Disposiciones generales.** Las instalaciones en túneles, de cables y equipos eléctricos y de comunicación, deben cumplir con los requisitos aplicables de la Parte F del Artículo 710.

**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 0,9 m y vertical de 1,80 m, dejando una distancia mínima libre de 0,60 m 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

**B. Obra civil**

**923-10. Trayectoria**

**a) Disposiciones generales**

**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 doblez natural de éstos, no sea mayor a 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).

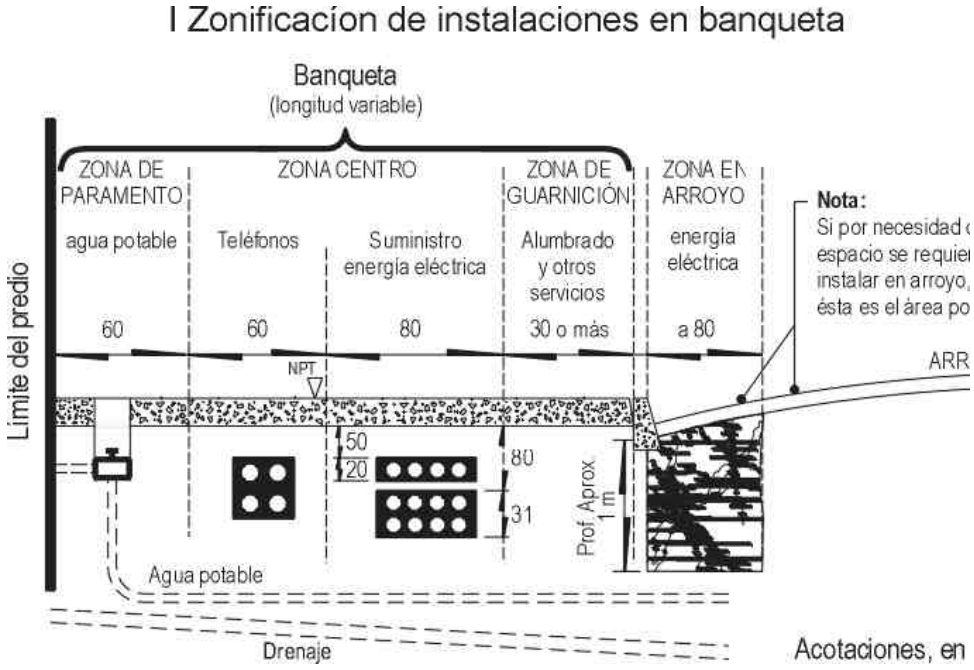



**Figura 923-10 (a)(3)**

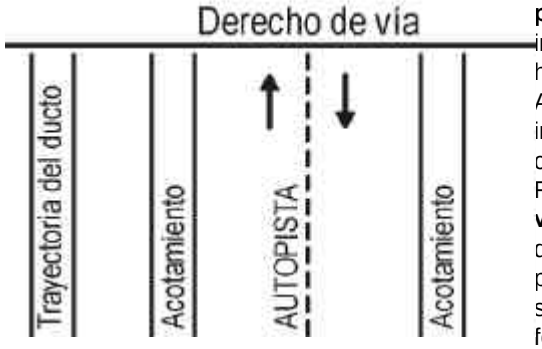
**b) Riesgos naturales del terreno.** Debe evitarse en lo posible que la trayectoria de las canalizaciones subterráneas atraviese terrenos inestables (pantanosos, lodosos, entre otros) o altamente corrosivos. Si es necesario construir a través de estos terrenos, debe hacerse de tal manera que se evite 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.

**2) Autopistas.** Cuando los bancos de deban enterrarse a lo largo de autopistas, éstos deben ubicarse dentro del derecho de vía a 1,0 m fuera del acotamiento, como se indica en la Figura 923-10(c).

**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 y cumplir con lo señalado en la Parte F del Artículo 710.

**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 cm; cuando la vía del ferrocarril esté localizada en calles o caminos no pavimentados, la profundidad mínima debe ser de 1,3 m.

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 subterráneo.

**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 923-12(a)(3). Esta profundidad debe considerarse con respecto a la parte superior de los ductos o su recubrimiento.

**Tabla 923-11. Profundidad mínima de los ductos o bancos de ductos**

| Localización | Profundidad mínima (m) |
|---|---|
| En lugares no-transitados por vehículos. | 0,3 |
| En lugares transitados por vehículos. | 0,5 |
| Bajo carreteras. | 1,0 |
| Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril Ubicadas en calles pavimentadas. | 0,9 |
| Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril Ubicadas en calles o caminos no-pavimentados. | 1,27 |

Observaciones:

**1.** Cuando se instalen cables para diferentes tensiones eléctricas 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 m de profundidad hasta alcanzar 10 m de calado 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 a fondo perdido.

**3.** Cuando no sea posible cumplir con estas profundidades, éstas pueden reducirse previo acuerdo entre las partes involucradas.

**923-12. Separación de otras instalaciones subterráneas**

**a) Disposiciones generales.** 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 de visita, 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 923-12(b). Separación mínima entre ductos o bancos de ductos y con respecto a otras estructuras subterráneas**

| Medio separador | Separación mínima m |
|---|---|
| Tierra compactada | 0,30 |
| Tabique | 0,10 |
| Concreto | 0,05 |

Observaciones:

**1.** Para cables submarinos la separación debe ser de 1,5 veces la profundidad.

**2.** 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 m.

**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% para banquetas y a 95% 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%.

**923-14. Ductos y sus acoplamientos**

**a) Disposiciones generales**

**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 ducto, no se extienda a los cables de ductos adyacentes.

**3)** Los ductos o bancos de ductos deben estar diseñados y construidos 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 cm de profundidad, de forma que no necesita considerarse carga de mipacto cuando la profundidad es de 90 cm 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 alta tensión eléctrica debe usarse un ducto por cable y en baja tensión un ducto por circuito. Cuando se instalen tres cables de baja tensión en un ducto, la suma de sus diámetros no debe ser igual al diámetro interior del ducto.

**2)** Los ductos incluyendo sus extremos y curvas, 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% 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 de visita 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.

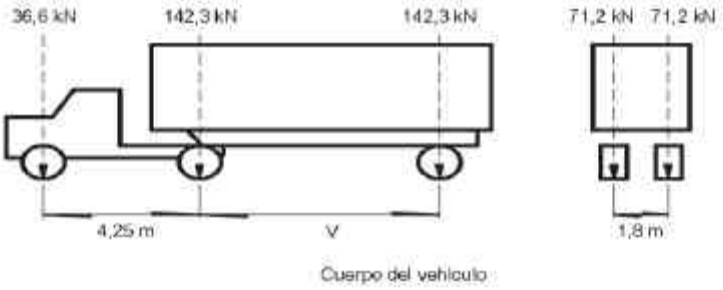
**f) Obstrucción de accesos.** Los accesos a registros pozos de visita o bóvedas no deben ser obstruidos por construcciones, estructuras, instalaciones provisionales, equipos semifijos o cualquier otra instalación.

**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.

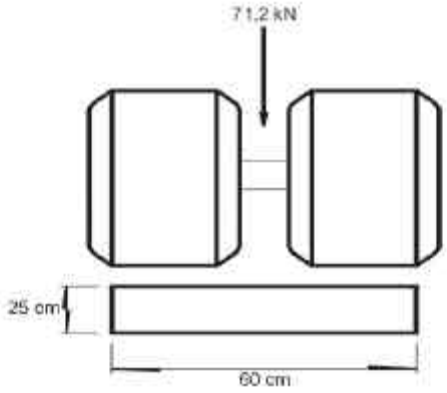
Las cargas dinámicas incluyen principalmente el peso de vehículos en movimiento y cargas por impacto que actúen sobre la estructura.

**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 de 25 x 60 cm; 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 m en línea transversal al eje del vehículo.




Cuerpo del vehículo

V=Dimensión que varía entre 4,25 y 9,0 m (La dimensión a usar debe ser aquella que dé por resultado la carga lateral y vertical que produzca los máximos momentos flexionantes en la estructura).




Area de carga de una rueda

**a) Área de carga de una rueda**

**Figura 923-16 (a). Características del vehículo para determinar la carga dinámica**

**NOTA:** Como referencia, la carga dinámica que puede considerarse para el cálculo anterior, corresponde a un vehículo cuyo masa y dimensiones se indican en la Figura 923-14(a).

**b)** En zonas que no tienen tránsito de vehículos debe considerarse una carga dinámica mínima de 14363 N/m$^2$ (15,5 kPa)

**c)** Las cargas dinámicas deben incrementarse en 30% 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 al 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 0,9 m y la vertical de 1,8 m.

En el caso de líneas de comunicación, las dimensiones mínimas de dicho espacio deben ser: la horizontal de 0,8 m y la vertical de 1,2 m.

**923-18. Acceso a pozos y bóvedas**

**a)** El acceso a los pozos debe tener un espacio libre mínimo de 56 x 65 cm si es rectangular, o de 84 cm de diámetro si es circular. En el caso de líneas de comunicación dicho espacio debe ser de 40 x 50 cm 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; ó (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 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 personal calificado 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 energizadas 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 publica.

Estos requisitos se aplican a toda instalación, en el caso de instalaciones temporales (que pueden requerirse en el proceso de construcción de fábricas o en subestaciones que están siendo reestructuradas o reemplazadas), la

autoridad competente puede eximir al usuario del cumplimiento de alguno de estos requisitos, de acuerdo con la justificación que exista para ello y siempre que se obtenga la debida seguridad por otros medios.

**924-2. Medio de desconexión general.** Toda subestación de acometida debe tener en el lado primario (acometida), un medio de desconexión general. El medio de desconexión general debe ser de operación simultánea 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 tenga su propio medio de protección.*

**b) Abiertas o pedestal mayores a 500 kV**

**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 tela de alambre, muros o bien en locales especiales para evitar la entrada de personas no-calificadas. Los resguardos deben tener una altura mínima de 2,10 m.

***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 no-combustibles.

**b)** No deben emplearse como almacenes, talleres o para otra actividad que no esté relacionada con el funcionamiento y operación del equipo.

**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 nominal y para minimizar los contaminantes en el aire bajo cualquier condición de operación.

**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 | 270 |
| interruptores, etc. | 55 |
| Parte posterior de los tableros o áreas dentro de tableros "dúplex" | 270 |
| Pupitres de distribución o de trabajo | 110 |
| Cuarto de baterías | 55 |
| Pasillos y escaleras (medida al nivel del piso) | 11 |
| Alumbrado de emergencia, en cualquier área | 160 |
| Áreas de maniobra | 110 |
| Áreas de tránsito de personal y vehículos | 22 |
| General | |

***Excepción 1:*** *No se requiere iluminación permanente en celdas de desconectadores 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) Receptáculos y unidades de alumbrado.** Los receptáculos 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 receptáculos 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.

**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%) 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 cm de altura, deben estar provistos de barreras, de 1,20 m 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 proveerse 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 ELÉCTRICA".

**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, tantos como sean necesarios en lugares convenientes y claramente marcados, situando dos, cuando menos, en puntos cercanos a la entrada de las subestaciones. Para esta aplicación se permiten 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 temperatura 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 eléctricas mayores de 69 kV, 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.

**2)** Construir muros divisorios, de tabique o concreto, entre transformadores y entre éstos y otras instalaciones vecinas, cuando el equipo opere a tensiones eléctricas iguales o mayores a 69 kV.

**3)** Separar los equipos en aceite con respecto a otros aparatos, por medio de barreras incombustibles 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 710-40.

**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 eléctrica y corriente del servicio, referentes a la corriente de interrupción y a la capacidad nominal o ajuste de disparo, respectivamente.

En subestaciones con dos o más transformadores, o en subestaciones receptoras con varias derivaciones para transformadores remotos u otras cargas, véase 380-22.

***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 eléctricas mayores a 69 kV 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 trasmiten 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 eléctricas mayores a 69 kV 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.

**d)** No se permiten gasolineras a menos de 100 m del perímetro de las subestaciones mayores de 34,5 kV.

**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 numerarlo, 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 250-121.

**b) Protección mecánica de los circuitos secundarios cuando los primarios operen a más de 6600 V.** 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 las recomendaciones sobre protección contra incendio que se indican en 924-8.

**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.

**d) Selección de los transformadores.** Deben trabajar lo más próximo a 100% de su capacidad.

**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.

**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 están 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 otra cubierta 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 cm de las terminales, y resguardarse por medio de una boquilla 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 receptáculos y apagadores deben localizarse fuera del local.

**924-23. Puesta a tierra**

Para disposiciones para puesta a tierra, véase el Artículo 921.

## ARTÍCULO 930 - ALUMBRADO PÚBLICO

### A. Disposiciones generales

**930-1. Objetivo y campo de aplicación.** El objetivo de este Artículo es establecer las disposiciones para proporcionar una visión rápida, precisa y confortable durante las horas de la noche en vialidades y zonas públicas. Estas cualidades de visión pueden salvaguardar la seguridad de las personas y sus bienes, facilitando y fomentando el tráfico vehicular y peatonal.

> **NOTA:** El cumplimiento de este artículo no exime ninguna responsabilidad en cuanto a la observancia de lo dispuesto en otras Normas Oficiales Mexicanas.

**930-2. Definiciones**

**Alumbrado Público.** Sistema de iluminación de lugares o zonas públicas, con tránsito vehicular y peatonal, normalmente en exteriores*,* que proporciona una visión confortable durante la noche o en zonas obscuras.

**Confort visual.** Grado de satisfacción visual producido por el entorno luminoso.

**Deslumbramiento.** Condición de visión en la cual existe incomodidad o disminución en la capacidad para distinguir objetos, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo.

**Iluminancia (Luminosidad) (E).** La iluminancia en un punto de una superficie, se define como el flujo luminoso que fluye hacia el exterior de un elemento de la superficie, dividido por el área de ese elemento. Es la relación del flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, la unidad de medida es el lux (lx).

**Luminancia (L).** La luminancia en un punto de una superficie y en una dirección dada, se define como la intensidad luminosa de un elemento de esa superficie, dividida por el área de la proyección ortogonal de este elemento sobre un plano perpendicular a la dirección considerada. La unidad de medida es la candela por metro cuadrado ($cd/m^2$).

**930-3. Clasificación del alumbrado público.** El nivel de iluminancia o la luminancia requeridas en una vialidad, se debe seleccionar de acuerdo a la clasificación en cuanto a su uso y tipo de zona en la cual se encuentra localizada:

**a) Autopistas.** Vialidades con alto tránsito vehicular de alta velocidad con control total de acceso y sin cruces al mismo nivel.

**b) Carreteras.** Vialidades que interconectan dos poblaciones con cruces al mismo nivel.

**c) Vías principales y ejes viales.** Vialidades que sirven como red principal para el tránsito de paso; conecta áreas de generación de tráfico y vialidad importante de acceso a la ciudad. Generalmente tiene alto tránsito peatonal y vehicular nocturno y puede tener circulación vehicular en contra flujo. Típicamente no cuenta con pasos peatonales.

**d) Vías colectoras o primarias.** Son vialidades que sirven para conectar el tránsito entre las vías principales y las secundarias.

**e) Vías secundarias.** Vialidades usadas fundamentalmente para acceso directo a zonas residenciales, comerciales e industriales, se clasifican a su vez en:

**TIPO A** - Vía de tipo residencial con alto tránsito peatonal nocturno, tránsito vehicular de moderado a alto, y con moderada existencia de comercios.

**TIPO B** - Vía de tipo residencial con moderado tránsito peatonal nocturno, tránsito vehicular de bajo a moderado y con moderada existencia de comercios.

**TIPO C** - Vía de acceso industrial que se caracteriza por bajo tránsito peatonal nocturno, moderado tránsito vehicular y baja actividad comercial.

**f) Túneles.** Para la clasificación de la estructura de los túneles, se deben tener en cuenta sus características dimensionales y su alineación geométrica.

**1) Túnel Corto.** Es el túnel recto cuya longitud total de un extremo a otro, a lo largo de su eje central, es igual o menor a la distancia mínima de seguridad de frenado. Un túnel corto puede tener hasta 25 m de largo, sin que necesite alumbrado durante el día, siempre que sea recto o el tráfico no sea muy intenso.

**2) Túnel Largo.** Es el túnel cuya longitud total es mayor a la distancia mínima de seguridad de frenado, o bien, aquel que por su alineación o curvatura impida observar al conductor la salida del mismo. En los túneles largos necesariamente existen zonas de umbral, transición, interior, nuevamente transición y umbral.

**3) Túnel unidireccional.** Es aquella estructura que consiste en dos recintos separados, cada uno de los cuales está diseñado para el flujo de tráfico en una sola dirección. Este tipo de túnel puede ser de uno o varios carriles.

**4) Túnel bidireccional.** Es aquella estructura que consiste de un solo recinto común diseñado para el flujo de tráfico en ambas direcciones. En este tipo de túnel, el nivel de luminancia en la zona interior, debe ser mayor a la correspondiente del túnel unidireccional.

**5) Paso superior o paso inferior.** Una estructura es considerada paso superior o paso inferior, cuando la longitud del mismo no excede el ancho de la vialidad superior o inferior, respectivamente.

**6) Vía de acceso.** Es el área externa de la vialidad que conduce al túnel.

**7) Portal.** Es el plano de entrada al interior del túnel.

**8) Zona de entrada o umbral.** Es la zona interior inicial del túnel donde se realiza la transición de un alto nivel de iluminación natural hasta el inicio de las zonas de transición y es igual a la distancia mínima de seguridad de frenado menos 15 m. La luminancia del túnel en esta zona durante el día debe ser relativamente alta con el fin de proporcionar visibilidad durante el proceso de adaptación del ojo, conforme el conductor se interne en el túnel.

**9) Zona de transición.** Es la zona después de la de umbral que permite al conductor la apropiada adaptación de la visión y debe disminuir gradualmente hasta la zona interior. La longitud de esta zona es igual a la distancia mínima de frenado.

**10) Zona interior.** Es la zona dentro del túnel que le sigue a la zona de transición, donde se completa la adaptación del ojo. El nivel de luminancia en esta zona debe mantenerse constante.

**g) Los estacionamientos se clasifican:**

**1) Por su construcción**

**a.** Abiertos.

**b.** Cerrados.

**2) Por su actividad.** Estos niveles reflejan la actividad vehicular y peatonal, normalmente identificados por los siguientes ejemplos:

**a.** Alta

Eventos deportivos de importancia.
Eventos cívicos y culturales de relevancia.
Centros comerciales regionales.
Restaurantes.

**b.** Media

Centros comerciales locales.
Eventos cívicos, culturales o recreacionales.
Áreas de oficinas.
Áreas de hospitales.
Áreas de terminales aéreas, terrestres y de transbordo.
Complejos residenciales

**c.** Baja

Centros comerciales pequeños.
Áreas industriales.
Áreas escolares.
Iglesias.
Otras actividades.

## B. Especificaciones de los sistemas de alumbrado

**930-4. Disposiciones generales.** Se permite que las autopistas y carreteras puedan estar o no iluminadas, sin embargo se deben iluminar los tipos restantes de clasificaciones de alumbrado público indicados en 930-3.

A excepción de pasos a desnivel peatonales, alumbrado de emergencia e instalaciones temporales, no se permite el uso de lámparas incandescentes, fluorescentes, tungsteno – halógeno, vapor de mercurio y luz mixta para el alumbrado público.

**930-5. Especificaciones auxiliares**

**a) Reflectancia del pavimento.** Se deben considerar las características reflectivas del pavimento para el cálculo de luminancia de una vialidad, las cuales son mostradas en la Tabla 930-5(a).

**b)**

**Tabla 930-5(a). Características reflectivas del pavimento**

| Clase | Qo | Descripción | Tipo de reflectancia |
|---|---|---|---|
| $R_1$ | 0,10 | Superficie de concreto, cemento portland, superficie de asfalto difuso con un mínimo de 15% de agregados brillantes artificiales. | Casi difuso |
| $R_2$ | 0,07 | Superficie de asfalto con un agregado compuesto de un mínimo de 60 % de grava de tamaño mayor a 10 mm. Superficie de asfalto con 10 a 15% de abrillantador artificial en la mezcla agregada. | Difuso especular |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $R_3$ | 0,07 | Superficie de asfalto regular y con recubrimiento sellado, con agregados obscuros tal como roca o roca volcánica, textura rugosa después de algunos meses de uso (Típico de autopistas). | Ligeramente especular |
| $R_4$ | 0,08 | Superficie de asfalto con textura muy tersa. | Muy especular |

**NOTA:** Qo representa el coeficiente de luminancia media.

**b) Distancia mínima de seguridad de frenado.** En un túnel la distancia mínima de seguridad de frenado es aquella requerida para que un conductor pueda detener su vehículo con seguridad, a fin de no impactarse con objetos que se encuentren dentro del túnel. Dicha distancia varía de acuerdo a la velocidad de circulación permitida la cual se indica en la Tabla 930-5(b).

**Tabla 930-5(b). Distancia mínima de seguridad de frenado**

| Velocidad del Tráfico km/h | Distancia mínima de seguridad de frenado (m) |
|---|---|
| 50 | 80 |
| 65 | 90 |
| 80 | 140 |
| 90 | 165 |
| 95 | 200 |
| 105 | 220 |

**930-6. Niveles de luminancia e iluminancia.** Se permite que las necesidades visuales a lo largo de las vialidades tipo autopistas, carreteras, vías principales, primarias y secundarias, puedan darse en términos de la iluminancia o de la luminancia.

La relación entre los valores de luminancia e iluminancia se derivan de condiciones generales para pavimentos secos y vialidades rectas. Esta relación no se aplica a los promedios.

Para autopistas con doble carril por sentido de circulación, donde el sistema de iluminación pueda diferir entre uno y otro, los cálculos deben realizarse para cada sentido en forma independiente.

Para autopistas, los valores mínimos se aplican tanto a la vialidad como a las rampas de acceso.

**a) Niveles de luminancia**

**1) Vialidades.** Las necesidades visuales del entorno a lo largo de una vialidad en función de la luminancia deben ser los descritos en la Tabla 930-6(a) que se muestra a continuación.

**Tabla 930-6(a). Valores mantenidos de luminancia**

| Clasificación de vialidades | Luminancia promedio mínima | Uniformidad de luminancia | | Relación de luminancia de deslumbramiento |
|---|---|---|---|---|
| | $L_{prom}$ (cd/m$^2$) | $L_{prom}/L_{mín}$ | $L_{max}/L_{min}$ | $L_d/L_{prom}$ |
| Autopistas y carreteras | 0,4 | 3,5 a 1 | 6 a 1 | 0,3 a 1 |
| Vías de acceso controlado y Vías rápidas | 1,0 | 3 a 1 | 5 a 1 | 0,3 a 1 |
| Vías principales y ejes viales | 1,2 | 3 a 1 | 5 a 1 | 0,3 a 1 |
| Vías primarias o colectoras | 0,8 | 3 a 1 | 5 a 1 | 0,4 a 1 |
| Vía secundaria residencial Tipo A | 0,6 | 6 a 1 | 10 a 1 | 0,4 a 1 |
| Vía secundaria residencial Tipo B | 0,5 | 6 a 1 | 10 a 1 | 0,4 a 1 |
| Vía secundaria industrial Tipo C | 0,3 | 6 a 1 | 10 a 1 | 0,4 a 1 |

Ld = Luminancia de deslumbramiento.

**2) Túneles.** Las Tablas 930-6(b) indican la forma para determinar los niveles de luminancia que deben mantenerse en túneles.

El nivel de luminancia en la zona de entrada o umbral del túnel para iluminación diurna o nocturna, debe determinarse teniendo en cuenta las condiciones indicadas en la Tabla 930-6(b)-1y 2 y en la Figura 930-6(b)-1.

**Tabla 930-6(b)-1. Nivel de luminancia de pavimento, promedio mínimo mantenido en la zona de entrada o umbral de túneles vehiculares (cd/m$^2$)**

| Características del túnel | Velocidad del tráfico (km/h) | Orientación | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Norte | Este - Oeste | Sur |
| Vialidad abierta | | | | |
| escena tipo 1 | 100 | 300 | 410 | 550 |
| escena tipo 2 $L_{TH}$ x 0,8* | 80 | 250 | 350 | 470 |
| escena tipo 3 $L_{TH}$ x 0,9* | 60 | 260 | 240 | 255 |
| túnel urbano | 100 | 260 | 240 | 255 |
| rampa T | 80 | 220 | 220 | 220 |
| escenas tipo 4, 5 y 6 | 60 | 195 | 210 | 180 |
| túnel de montaña | 100 | 240 | 260 | 270 |
| escena tipo 7 | 80 | 200 | 220 | 230 |
| escena tipo 8 | 80 | 180 | 190 | 200 |

Observaciones:

1. $L_{TH}$ = Luminancia de umbral o de entrada
2. Los valores mostrados en esta tabla deben observarse únicamente para la luminancia en la zona de entrada o umbral.
3. * estos factores representan la reducción permitida en los valores de la luminancia $L_{TH}$ debido a la luminancia resultante de la configuración del portal. Las diferentes escenas se indican en la Figura 930-6(b)-1

**Tabla 930-6(b)-2 . Tabla de por cientos de aplicación a los valores indicados en la Tabla 930-6(b)-1**

| | | | Salida visible | | | | Salida no visible | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Penetración de luz de día | | | | Penetración de luz de día | | | |
| | | | Buena | | Pobre | | Buena | | Pobre | |
| | | | Reflectancia de las paredes | | | | Reflectancia de las paredes | | | |
| Longitud del túnel | Volumen de tráfico | Ciclistas | Alta | Baja | Alta | Baja | Alta | Baja | Alta | Baja |
| < 25 m | Ligero | No | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| | | Si | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| | Pesado | No | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| | | Si | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| 25-100 m | Ligero | No | 0 % | 0 % | 50 % | 50 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| | | Si | 0 % | 0 % | 50 % | 100 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| | Pesado | No | 50 % | 50 % | 50 % | 50 % | 50 % | 50 % | 100 % | 100 % |
| | | Si | 50 % | 50 % | 50 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |
| 101-250 m | Ligero | No | 50 % | 50 % | 50 % | 50 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |
| | | Si | 50 % | 50 % | 50 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |
| | Pesado | No | 50 % | 50 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |
| | | Si | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |

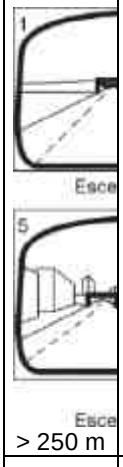
| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  > 250 m | Ligero | No | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |
| | | Si | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |
| | Pesado | No | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |
| | | Si | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % |

**Figura 930-6(b)(1). Tipos de escena indicados en la Tabla 930-6(b)(1)**

Los niveles de luminancia en el interior del túnel para condiciones de luz diurna, deberá cumplir con lo establecido en la Tabla 930-6(b)(3).

**Tabla 930-6(b)-3. Nivel de luminancia promedio mínimo mantenido sobre la vialidad en la zona interior durante el día (cd/m$^2$)**

| Luminancia promedio en la superficie de la zona interior cd/m$^2$ | | | |
|---|---|---|---|
| Distancia de frenado | Flujo de tráfico | | |
| | BAJO < 2,400 promedio anual de tráfico diario | MEDIO > 2,400 < 24,000 promedio anual de tráfico diario | PESADO > 24,000 promedio anual de tráfico diario |
| 160 m | 6 | 8 | 10 |
| 100 m | 4 | 6 | 8 |
| 60 m | 3 | 4 | 6 |

Para la Iluminación nocturna en el interior del túnel los niveles de luminancia a lo largo del túnel durante la noche deberá ser como mínimo de 2,5 cd/m2. las vitalidades de entrada y salida del túnel deberán tener un nivel de luminancia no menor a 1/3 del nivel del interior del túnel al menos por una distancia mínima a la de seguridad de frenado.

Las paredes laterales del túnel arriba de 3 m por encima de la superficie de rodamiento del mismo, deberá tener un nivel mínimo de luminancia de 1/3 con respecto al existente en la vialidad.

**Relaciones de uniformidad.** Las tolerancias de la relación de uniformidad relativa a los niveles de luminancia en las diferentes zonas del túnel deberá ser de 2 a 1, promedio a mínimo, y 3,5 a 1, máximo a mínimo. Estas tolerancias se aplican a los carriles en una sola dirección y se calculan en una sección transversal para túneles bidireccionales.

**b) Niveles de iluminancia.** Los niveles de iluminancia deben satisfacer los requerimientos indicados en las Tablas 930-6(c) a la 930-6(f), según aplique.

La Tabla 930-6(c) muestra los valores de iluminancia en función de las características de reflectancia del pavimento.

**Tabla 930-6(c). Valores mínimos mantenidos de iluminancia promedio (lx)**

| Clasificación de vialidades | Clasificación del pavimento | | | Uniformidad de la iluminancia | Andadores | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $R_1$ | $R_2$ y $R_3$ | $R_4$ | $E_{prom}/E_{min}$ | Iluminancia promedio horizontal mínima | Iluminancia vertical promedio para seguridad (1) |
| Autopistas y carreteras | 4 | 6 | 5 | 3 a 1 | --- | --- |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vías de acceso controlado y vías rápidas | 10 | 14 | 13 | 3 a 1 | | |
| Vías principales y ejes viales | 12 | 17 | 15 | 3 a 1 | 10 | 22 |
| Vías primarias y colectoras | 8 | 12 | 10 | 4 a 1 | | |
| Vías secundaria residencial Tipo A | 6 | 9 | 8 | 6 a 1 | | |
| Vías secundaria residencial Tipo B | 5 | 7 | 6 | 6 a 1 | 10 | 22 |
| Vías secundaria industrial Tipo C | 3 | 4 | 4 | 6 a 1 | 6 | 11 |
| Andadores alejados de vialidades | --- | --- | --- | --- | 5 | 5 |
| Túneles de peatones | --- | --- | --- | --- | 43 | 54 |

**(1)** Medido a una altura de 1,6 m.

**Tabla 930-6(d). Valores mínimos de iluminancia promedio mantenida con superpostes**

| Clasificación de vialidades | Iluminancia horizontal $E_{prom}$ (lx) |
|---|---|
| Autopistas y carreteras | 6 |
| Vías de acceso controlado y vías rápidas | 14 |
| Vías principales y ejes viales | 17 |
| Vías primarias o colectoras | 12 |

Observaciones:

**1.** Uniformidad mínima de iluminancia 6 a 1 (promedio a mínimo), para todas las clasificaciones de vialidades a los niveles de iluminancia recomendados anteriormente.

Estos valores de diseño se aplican solamente a la porción de rodamiento de vialidades. Los intercambios (distribuidores) se analizan individualmente con el propósito de establecer los niveles de iluminancia y uniformidad.

**Tabla 930-6(e). Valores mínimos de iluminancia promedio mantenida para estacionamientos abiertos**

| Nivel de actividad | Área general de estacionamiento y peatonal | |
|---|---|---|
| | Mínimo sobre el pavimento lx | Uniformidad $E_{prom}/E_{mín}$ |
| Alta | 10,0 | 4 a 1 |
| Media | 6,0 | 4 a 1 |
| Baja | 2,0 | 4 a 1 |

**Tabla 930-6(f). Valores mantenidos mínimos de iluminancia para estacionamientos cerrados**

| Turno | Área general de estacionamiento y peatonal lx | Rampas y esquinas lx | Accesos lx | Escaleras Rango de iluminancias lx |
|---|---|---|---|---|
| Diurno | 54,0 | 110,0 | 540,0 | 100-150-200 |
| Nocturno | 54,0 | 54,0 | 54,0 | 100-150-200 |

**NOTAS:**

**1.** Aplicable para cualquier nivel de actividad.

**2.** La relación mínima de iluminancia en todos los casos es 4 a 1 ($E_{prom}/E_{mín}$).

### C. Especificaciones de los componentes

**930-7. Luminarias.** Las luminarias a instalarse deberán estar aprobadas (véase 110-2) y cumplir con los siguientes incisos:

**a) Luminarias.** Toda luminaria empleada en alumbrado público debe estar aprobada y construida y diseñada específicamente para los requerimientos y necesidades propias del alumbrado público, y deben ser adecuadas para lugares húmedos, mojados o a la intemperie dependiendo del lugar donde se instalen.

**b) Coeficientes de utilización.** Las luminarias para el alumbrado de vialidades deben cumplir con los coeficientes de utilización para los que fueron aprobados (véase 110-2).

**930-8. Balastros.** Los balastros a emplear en las instalaciones de Alumbrado Público deben estar aprobados (véase 110-2), deben ser de bajas pérdidas, electromagnéticos o electrónicos para lámparas de vapor de sodio en alta presión o aditivos metálicos y adicionalmente deben:

**a)** Factor de potencia mayor a 90%.

**b)** La corriente eléctrica de arranque de línea debe ser menor o igual a la nominal de línea medida, a menos que se cuente con las protecciones especificadas.

**c)** La tensión eléctrica nominal de operación de los balastros debe ser la especificada en su aprobación (véase 110-2)

**d)** Operar satisfactoriamente para variaciones de ± 10% de la tensión eléctrica nominal de alimentación, en cuanto a los límites establecidos por los trapezoides correspondientes para vapor de sodio en alta presión.

**e)** Operar satisfactoriamente para variaciones ± 10% de la tensión eléctrica nominal de alimentación para lámparas de aditivos metálicos

**930-9. Fotocontroladores.** El uso de fotocontroladores en los sistemas de alumbrado público es obligatorio para vialidades tipo autopistas y carreteras, vías principales, primarias y secundarias. Los fotocontroladores deben ser de un tipo aprobado (véase 110-2). Los fotocontroladores se pueden sustituir por un dispositivo electrónico de control tipo encendido-apagado aprobado.

**930-10. Cables de alimentación.** Los conductores a instalar deben estar aprobados. Las instalaciones para el alumbrado público se deben realizar de acuerdo con lo descrito en esta NOM.

**930-11. Aislamientos**. Los aislamientos a emplear en las instalaciones de alumbrado público deben ser los previstos en esta NOM.

**930-12. Canalizaciones**

**a) Canalizaciones aprobadas.** Las canalizaciones empleadas en alumbrado público deben estar aprobadas (véase 110-2).

**b) Otros requerimientos.** Cuando se instalen cables en canalizaciones, estas deben cumplir con los requerimientos aplicables de los Artículos 922, 923, 331, 345 a 351 y los requisitos aplicables correspondientes del Artículo 370.

**930-13. Soportes de la luminaria.** Cuando una luminaria se instala en ambientes húmedos o mojados o a la intemperie, los soportes metálicos de la luminaria, como postes, ménsulas, abrazaderas, tornillos, u otros elementos similares, deben ser de metal inherentemente resistente a la corrosión y cumplir con lo siguiente:

**a) Ménsulas o brazos, y abrazaderas.** Cuando se utilicen, ménsulas, abrazaderas o elementos similares, deben ser de acero con algún recubrimiento resistente a la corrosión, o material inherentemente resistente a la corrosión.

**b) Postes.** Cuando se utilicen postes para el Alumbrado Público, deben cumplir con las disposiciones aplicables de los Artículos 922 y 410.

**c) Tornillería.** La tornillería empleada para la sujeción de luminarias, debe tener la resistencia mecánica para soportar el peso del luminaria y sus soportes y tener un recubrimiento para resistir la corrosión que se pudiera presentar en el lugar.

**930-14. Portalámparas.** Los portalámparas deben estar aprobados (véase 110-2).

**930-15. Protecciones.** Las protecciones a emplear en las instalaciones de alumbrado público son las previstas en esta NOM según lo establecido en el Artículo 240.

### D. Métodos de alambrado

**930-16. Métodos de alambrado.** Las instalaciones para el alumbrado público se deben realizar de acuerdo con lo descrito a continuación:

**a) Disposiciones generales**

**1)** Los conductores de alimentación deben ser continuos, sin empalmes ni derivaciones de la acometida a la luminaria.

**2)** Cuando se presente la necesidad de hacer un empalme o una derivación, éstos deben quedar alojados en un registro.

**3)** Se deben asegurar los empalmes entre los cables de la luminaria y los de alimentación tanto eléctrica como mecánicamente, y el material usado para aislarlos, debe tener una clase térmica al menos igual a la de los cables para la alimentación de la luminaria.

**4)** Cuando los conductores de alimentación pasen a través de un orificio debe estar libre de rebabas o filos cortantes.

**5)** Se debe limpiar el interior de toda canalización, para evitar que queden desperdicios de materiales, que puedan dañar el forro de los conductores.

**6)** La alimentación a la luminaria debe realizarse con cable con aislamiento tipo THHW, o similar de tamaño nominal mínimo de 5,26 $mm^2$ (10 AWG), para 600 V, y con resistencia térmica del aislamiento de al menos 90◦C, a menos que el marcado de la luminaria indique usar cables de mayores dimensiones y características

**b) Instalación en postes**

**1)** Cuando una luminaria esté instalada en postes de distribución de concreto, madera o metálicos deben mantener una distancia mínima de seguridad según lo especificado en esta NOM entre el conductor de distribución más bajo y la parte superior de la luminaria o del soporte metálico de ésta.

**2)** Cuando se usen postes metálicos para soportar luminarias y conductores de alimentación confinados, se deben cumplir las condiciones establecidas en 410-15(b).

**3)** El cable de alimentación para postes de distribución debe ir por el interior de la ménsula.

**4)** La instalación de bajadas y alimentación del control para el circuito de alumbrado público, se debe hacer en tubo *(conduit)* metálico.

**c) Instalaciones subterráneas.** Los requisitos generales para la aplicación de esta Sección están contenidos en el Artículo 923 y además deben cumplir con lo siguiente:

**1)** Las canalizaciones en banquetas, no se deben iniciar previa a la existencia de guarniciones, a menos que se instalen a una distancia mínima de 90 cm con respecto al paño exterior de la guarnición.

**2)** Cuando estén colocadas en los cruceros, se deben instalar antes de iniciar la construcción del pavimento.

**3)** Se deben construir de tal forma que por ningún motivo queden alojadas por debajo de cimentaciones de cualquier tipo, principalmente cuando éstas correspondan a equipo, maquinaria o edificaciones, ni donde haya vapores corrosivos o inflamables.

**930-17. Método de protección y desconexión.** El alumbrado público debe contar con medios de protección, conexión y desconexión, con el fin de aislar fallas eléctricas que causen daños al equipo, y para permitir las labores de mantenimiento y servicio de la instalación.

Para proteger, conectar y desconectar el equipo, se deben utilizar interruptores termomagnéticos de operación simultánea, de navajas con fusibles, interruptores automáticos, o dispositivos de similares características, como se ejemplifica en la Figura 930-17.

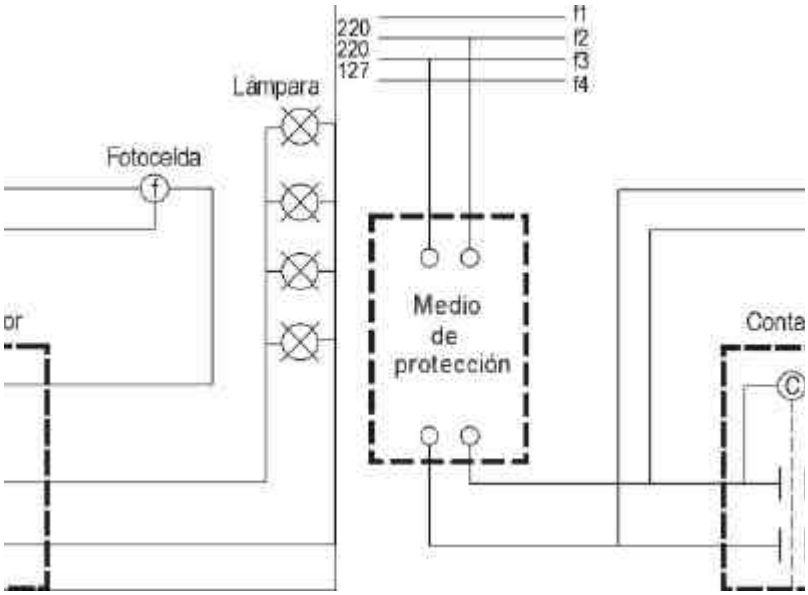



**Figura 930-17**

**930-18. Puesta a tierra.** La instalación de puesta a tierra del sistema de alumbrado, debe ajustarse a lo indicado en el Artículo 250 y conforme a lo dispuesto en 410-17 al 410-19.

La colocación del cable para el sistema de tierra debe ser de las características señaladas en 250-91 (b) y de tamaño nominal de acuerdo a lo indicado en 250-95. El cable de puesta a tierra debe ser continuo, sin empalmes y en su caso utilizando conectadores aprobados.

La colocación de conexión del electrodo se debe hacer en el lugar y a la profundidad señalados. La conexión del cable al electrodo se debe realizar con abrazaderas o conectadores adecuados, de acuerdo a lo indicado en 250-92(a).

**930-19. Ubicación de la luminaria**. La estructura del alumbrado público debe de cumplir con los siguientes requisitos:

**a) Separación de lugares accesibles.** Las luminarias para alumbrado de vialidades primarias y secundarias, deben tener una separación medida horizontalmente mayor a 1,5 m de ventanas, pórticos y otros lugares accesibles al público en general.

**b) Daño físico.** Cada luminaria debe ubicarse de tal manera que no provoque o reciba daño físico de o hacia vehículos o peatones.

## CAPÍTULO 10 (4.10) TABLAS

**Tabla 10-1. Factores de relleno en tubo *(conduit)***

| Número de conductores | Uno | Dos | Más de dos |
|---|---|---|---|
| Todos los tipos de conductores | 53 | 31 | 40 |

**NOTA:** Esta Tabla 10-1 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.

**Instrucciones para uso de la Tabla 10-1.** Véase en el Apéndice C el número máximo de conductores y cables de aparatos (todos de igual área de sección transversal, incluido el aislamiento) permitidos para las distintas dimensiones nominales de tubo *(conduit)*.

**2.** La Tabla 10-1 se aplica sólo a instalaciones completas de tubo *(conduit)* y no a conductos que se emplean para proteger a los cables expuestos a daño físico.

**3.** Para calcular el por ciento de ocupación de los cables en tubo *(conduit)*, se debe tener en cuenta los conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando se utilicen. En los cálculos se debe utilizar la dimensión real y total de los conductores, tanto si están aislados como desnudos.

**4.** Cuando entre las cajas, gabinetes y envolventes similares se instalan tramos de tubo *(conduit)* cuya longitud total no supera 60 cm., se permite que esos tramos estén ocupados hasta 60% de su sección transversal total y que no se aplique lo que establece la Nota 8(a) a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V del Artículo 310.

**5.** Para conductores no incluidos en el Capítulo 10, como por ejemplo los cables de varios conductores, se deben utilizar sus dimensiones reales.

**6.** Para combinaciones de conductores de distinto tamaño nominal se aplican las Tablas 10-5 y 10-5A del Capítulo 10 para dimensiones de los conductores y la Tabla 10-4 del mismo Capítulo 10 para las dimensiones de tubo *(conduit)*.

**7.** Cuando se calcula el número máximo de conductores permitidos en tubo *(conduit)*, todos del mismo tamaño (incluido el aislamiento), si los cálculos del número máximo de conductores permitido dan un resultado decimal de 0,8 o superior, se debe tomar el número inmediato superior.

**8.** Cuando otras Secciones de esta NOM permitan utilizar conductores desnudos, se permite utilizar las dimensiones de los conductores desnudos de la Tabla 10-8 del Capítulo 10.

**9.** Para calcular el por ciento de ocupación en tubo *(conduit)*, un cable de dos o más conductores se considera 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.

**10**. Cuando se instalen tres conductores o cables en la misma canalización, si la relación entre el diámetro interior de la canalización y el diámetro exterior del cable o conductor está entre 2,8 y 3,2, se podrían atascar los cables dentro de la canalización, por lo que se debe instalar una canalización de tamaño inmediato superior. Aunque también se pueden atascar los cables dentro de una canalización cuando se utilizan cuatro o más, la probabilidad de que esto suceda es muy baja.

**Tabla 10-4. Dimensiones de tubo *(conduit)* metálico tipo pesado, semipesado y ligero y área disponible para los conductores (basado en la Tabla 10-1, Capítulo 10)**

| Tamaño nominal mm | Diámetro interior mm | Área interior total $mm^2$ | Área disponible para conductores $mm^2$ | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Uno conductor fr = 53% | Dos conductores fr = 31% | Más de dos conductores fr = 40% |
| 16 (1/2) | 15,8 | 196 | 103 | 60 | 78 |
| 21 (3/4) | 20,9 | 344 | 181 | 106 | 137 |
| 27 (1) | 26,6 | 557 | 294 | 172 | 222 |
| 35 (1-1/4) | 35,1 | 965 | 513 | 299 | 387 |
| 41 (1-1/2) | 40,9 | 1313 | 697 | 407 | 526 |
| 53 (2) | 52,5 | 2165 | 1149 | 671 | 867 |
| 63 (2-1/2) | 62,7 | 3089 | 1638 | 956 | 1236 |
| 78 (3) | 77,9 | 4761 | 2523 | 1476 | 1904 |
| 91 (3-1/2) | 90,1 | 6379 | 3385 | 1977 | 2555 |
| 103 (4) | 102,3 | 8213 | 4349 | 2456 | 3282 |
| 129 (5) | 128,2 | 12907 | 6440 | 4001 | 5163 |
| 155 (6) | 154,1 | 18639 | 9879 | 5778 | 7456 |

*Para tubo *(conduit)t* flexible metálico o no-metálico y para tubo *(conduit)* de PVC y de polietileno, los cálculos deberán basarse en las dimensiones interiores reales proporcionadas por el fabricante o indicadas en la norma de producto.

**Nota:** El tamaño nominal del tubo es el correspondiente a la normativa internacional IEC. De forma que el lector se familiarice con la designación internacional en la Tabla anterior se indica entre paréntesis la designación correspondiente en pulgadas.

**Tabla 10-5. Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos**

| **Tipos: AFF, FFH - 2, RFH-1, RFH-2, RH, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, XF, XFF** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tipo | Tamaño nominal | | Diámetro Aprox. mm | Área Aprox. $mm^2$ |
| | $mm^2$ | AWG | | |
| RFH-2<br>FFH-2 | 0,8235 | 18 | 3,45 | 9,44 |
| | 1,307 | 16 | 3,76 | 11,1 |
| RH | 2,082 | 14 | 4,14 | 13,5 |
| | 3,307 | 12 | 4,62 | 16,8 |
| RHW-2, RHH<br>RHW<br>RH, RHH<br>RHW<br>RHW-2 | 2,082 | 14 | 4,90 | 18,9 |
| | 3,307 | 12 | 5,38 | 22,8 |
| | 5,26 | 10 | 5,99 | 28,2 |
| | 8,367 | 8 | 8,28 | 53,9 |
| | 13,3 | 6 | 9,25 | 67,2 |
| | 21,15 | 4 | 10,5 | 86,0 |
| | 26,67 | 3 | 11,2 | 98,1 |
| | 33,62 | 2 | 12,0 | 113 |
| | 42,41 | 1 | 14,8 | 172 |
| | 53,48 | 1/0 | 15,8 | 196 |
| | 67,43 | 2/0 | 16,97 | 226,13 |
| | 85,01 | 3/0 | 18 | 263 |
| | 107,2 | 4/0 | 19,8 | 307 |
| | 126,67 | 250 | 22,7 | 406 |
| | 152,01 | 300 | 24,1 | 457 |
| | 177,34 | 350 | 25,4 | 508 |
| | 202,68 | 400 | 26,6 | 557 |
| | 253,35 | 500 | 28,8 | 650 |
| | 304,02 | 600 | 31,6 | 783 |
| | 354,69 | 700 | 33,4 | 875 |
| | 380,03 | 750 | 34,2 | 921 |
| | 405,37 | 800 | 35,1 | 965 |
| | 456,04 | 900 | 36,7 | 1057 |
| | 506,71 | 1000 | 38,2 | 1143 |
| | 633,39 | 1250 | 43,9 | 1515 |
| | 760,07 | 1500 | 47,0 | 1738 |
| | 886,74 | 1750 | 49,9 | 1959 |
| | 1013,42 | 2000 | 52,6 | 2175 |

**Tabla 10-5 (continuación 1) Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos**

| Tipo | Tamaño nominal | | Diámetro aproximado mm | Área aproximada $mm^2$ |
|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG | | |
| SF-2, SFF-2 | 0,8235 | 18 | 3,07 | 7,42 |
| | 1,307 | 16 | 3,38 | 8,97 |
| | 2,082 | 14 | 3,76 | 11,1 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| SF-1, SFF-1 | 0,8235 | 18 | 2,31 | 4,19 |
| RFH-1, AF, XF, XFF | 0,8235 | 18 | 2,69 | 5,16 |
| AF, TF, TFF, XF, XFF | 1,307 | 16 | 3,00 | 7,03 |
| AF, XF, XFF | 2,082 | 14 | 3,38 | 8,97 |
| **Tipos: AF, RHH*, RHW*, RHW-2*, THW, THW-2, TFN,TFFN, THWN, THWN-2, XF,XFF** | | | | |
| RHH*, RHW*, RHW-2* AF, XF, XFF RHH*, RHW*, RHW-2* | 2,082 | 14 | 4,14 | 13,5 |
| | 3,307 | 12 | 4,62 | 16,8 |
| | 5,26 | 10 | 5,23 | 21,5 |
| | 8,367 | 8 | 6,76 | 35,9 |
| TW, THHW, THHW-LS THW, THW-LS THW-2 | 2,082 | 14 | 3,38 | 8,97 |
| | 3,307 | 12 | 3,86 | 11,7 |
| | 5,6 | 10 | 4,47 | 15,7 |
| | 8,367 | 8 | 5,99 | 28,2 |
| TW THW THW-LS THHW THHW-LS THW-2 RHH* RHW* RHW-2* | 13,3 | 6 | 7,72 | 46,8 |
| | 21,15 | 4 | 8,94 | 62,8 |
| | 26,67 | 3 | 9,65 | 73,2 |
| | 33,62 | 2 | 10,5 | 86,0 |
| | 42,41 | 1 | 12,5 | 123 |
| | 53,48 | 1/0 | 13,5 | 143 |
| | 67,43 | 2/0 | 14,7 | 169 |
| | 85,01 | 3/0 | 16,0 | 201 |
| | 107,2 | 4/0 | 17,5 | 240 |
| | 126,67 | 250 | 19,4 | 297 |
| | 152,01 | 300 | 20,8 | 341 |
| | 177,34 | 350 | 22,1 | 384 |
| | 202,68 | 400 | 23,3 | 427 |
| | 253,35 | 500 | 25,5 | 510 |
| | 304,02 | 600 | 28,3 | 628 |
| | 354,69 | 700 | 30,1 | 710 |
| | 380,03 | 750 | 30,9 | 752 |
| | 405,37 | 800 | 31,8 | 792 |
| | 456,04 | 900 | 33,4 | 875 |
| | 506,71 | 1000 | 34,8 | 954 |
| | 633,39 | 1250 | 39,1 | 1200 |
| | 760,07 | 1500 | 42,2 | 1400 |
| | 886,74 | 1750 | 45,1 | 1598 |
| | 1013,42 | 2000 | 47,8 | 1795 |

**Tabla 10-5 (continuación 2) Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos**

| Tipo | Tamaño nominal | | Diámetro aproximado mm | Área aproximada $mm^2$ |
|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TFN<br>TFFN | 0,8235 | 18 | 2,13 | 3,55 |
| | 1,307 | 16 | 2,44 | 8,58 |
| THHN<br>THWN<br>THWN-2 | 2,082 | 14 | 2,82 | 6,26 |
| | 3,307 | 12 | 3,30 | 8,58 |
| | 5,26 | 10 | 4,17 | 13,6 |
| | 8,367 | 8 | 5,49 | 23,6 |
| | 13,3 | 6 | 6,45 | 32,7 |
| | 21,15 | 4 | 8,23 | 53,2 |
| | 26,67 | 3 | 8,94 | 62,8 |
| | 33,62 | 2 | 9,75 | 74,7 |
| | 42,41 | 1 | 11,3 | 100 |
| | 53,48 | 1/0 | 12,3 | 120 |
| | 67,43 | 2/0 | 13,5 | 143 |
| | 85,01 | 3/0 | 14,8 | 173 |
| | 107,2 | 4/0 | 16,3 | 209 |
| | 126,67 | 250 | 18 | 256 |
| | 152,01 | 300 | 19,5 | 297 |
| **Tipos: FEP, FEPB, PAF, PAFF, PF, PFA, PFAH, PFF, PGF, PGFF, PTF, PTFF, TFE, THHN, THWN, THWN-2, ZF, ZFF** | | | | |
| THHN<br>THWN<br>THWN-2 | 177,34 | 350 | 20,8 | 338 |
| | 202,68 | 400 | 21,9 | 378 |
| | 253,35 | 500 | 24,1 | 456 |
| | 304,02 | 600 | 26,7 | 560 |
| | 354,69 | 700 | 28, | 638 |
| | 380,03 | 750 | 29,4 | 677 |
| | 405,37 | 800 | 30,2 | 715 |
| | 456,04 | 900 | 31,8 | 794 |
| | 506,71 | 1000 | 33,3 | 870 |
| PF, PGFF, PGF, PFF<br>PTF, PAF, PTFF, PAFF | 0,8235 | 18 | 2,18 | 3,74 |
| | 1,307 | 16 | 2,49 | 4,84 |
| PF, PGFF, PGF, PFF,<br>PTF<br>PAF, PTFF, PAFF, TFE<br>FEP, PFA, FEPB,<br>PFAH | 2,082 | 14 | 2,87 | 6,45 |
| TFE, FEP<br>PFA, FEPB<br>PFAHI | 3,307 | 12 | 3,35 | 8,84 |
| | 5,26 | 10 | 3,96 | 12,3 |
| | 8,367 | 8 | 5,23 | 21,5 |
| | 13,3 | 6 | 6,20 | 30,2 |
| | 21,15 | 4 | 7,42 | 43,3 |
| | 26,67 | 3 | 8,13 | 51,9 |
| | 33,62 | 2 | 8,94 | 62,8 |

**Tabla 10-5 (continuación 3) Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos**

| **Tipos: PAF, PFAH, TFE, Z, ZF, ZFF** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tipo | Tamaño nominal | | Diámetro aproximado mm | Área aproximada $mm^2$ |
| | $mm^2$ | AWG | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TFE<br>PFA<br>PFAH, Z | 42,41 | 1 | 10,7 | 90,3 |
| | 53,48 | 1/0 | 11,7 | 108 |
| | 67,43 | 2/0 | 12,9 | 131 |
| | 85,01 | 3/0 | 14,2 | 159 |
| | 107,2 | 4/0 | 15,7 | 194 |
| ZF, ZFF | 0,8235 | 18 | 1,93 | 2,90 |
| | 1,307 | 16 | 2,24 | 3,94 |
| Z, ZF, ZFF | 2,082 | 14 | 2,62 | 5,35 |
| | 3,307 | 12 | 3,10 | 7,55 |
| | 5,26 | 10 | 3,96 | 12,3 |
| | 8,367 | 8 | 4,98 | 19,50 |
| | 13,3 | 6 | 5,94 | 27,7 |
| | 21,15 | 4 | 7,16 | 40,3 |
| | 26,67 | 3 | 8,38 | 55,2 |
| | 33,62 | 2 | 9,19 | 66,4 |
| | 42,41 | 1 | 10,21 | 81,9 |
| **Tipos: XHH, XHHW, XHHW-2, ZW** | | | | |
| XHH, ZW<br>XHHW-2<br>XHH | 2,082 | 14 | 3,38 | 8,97 |
| | 3,307 | 12 | 3,86 | 11,68 |
| | 5,26 | 10 | 4,47 | 15,68 |
| | 8,367 | 8 | 5,99 | 28,19 |
| | 13,3 | 6 | 6,96 | 38,06 |
| | 21,15 | 4 | 8,18 | 52,52 |
| | 26,67 | 3 | 8,89 | 62,06 |
| | 33,62 | 2 | 9,70 | 73,94 |
| XHHW<br>XHHW-2<br>XHH | 42,41 | 1 | 11,23 | 98,97 |
| | 53,48 | 1/0 | 12,24 | 117,74 |
| | 67,43 | 2/0 | 13,41 | 141,29 |
| | 85,01 | 3/0 | 14,73 | 170,45 |
| | 107,2 | 4/0 | 16,21 | 206,26 |
| | 126,67 | 250 | 17,91 | 251,87 |
| | 152,01 | 300 | 19,30 | 292,64 |
| | 177,34 | 350 | 20,60 | 333,29 |
| | 202,68 | 400 | 21,79 | 373,03 |
| | 253,35 | 500 | 23,95 | 450,58 |
| | 304,02 | 600 | 26,75 | 561,87 |
| | 354,69 | 700 | 28,55 | 640,19 |
| | 380,03 | 750 | 29,41 | 679,48 |
| | 405,37 | 800 | 30,23 | 1362,71 |
| | 456,04 | 900 | 31,85 | 796,84 |

**Tabla 10-5 (continuación 4) Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos**

| **Tipos: KF-1, KF-2, KFF-1, KFF-2, XHH, XHHW-2, ZW** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tipo | Tamaño nominal | | Diámetro aproximado mm | Área aproximada $mm^2$ |
| | $mm^2$ | AWG | | |
| XHHW<br>XHHW-2<br>XHH | 506,71 | 1000 | 33,3 | 872,19 |
| | 633,39 | 1250 | 37,6 | 1108 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 760,07 | 1500 | 40,7 | 1300 |
| | 886,74 | 1750 | 43,6 | 1492 |
| | 1013,42 | 2000 | 46,3 | 1682 |
| KF-2<br>KFF-2 | 0,8235 | 18 | 1,60 | 2,00 |
| | 1,307 | 16 | 1,91 | 2,84 |
| | 2,082 | 14 | 2,29 | 4,13 |
| | 3,307 | 12 | 2,77 | 6,00 |
| | 5,26 | 10 | 3,38 | 8,97 |
| KF-1<br>KFF-1 | 0,8235 | 18 | 1,45 | 1,68 |
| | 1,307 | 16 | 1,75 | 2,39 |
| | 2,082 | 14 | 2,13 | 3,55 |
| | 3,307 | 12 | 2,62 | 5,35 |
| | 5,26 | 10 | 3,23 | 8,19 |

**Tabla 10-8. Propiedades de los conductores**

| Tamaño nominal | | Conductores | | | | Resistencia a la c.c. a 75°C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Alambres componentes | | Dimensiones totales | | Cobre | | Aluminio |
| $mm^2$ | AWG kcmil | Cantidad | Diámetro mm | Diámetro mm | Área $mm^2$ | Sin estañar Ω/km | Estañado Ω/km | Ω/km |
| 0,8235 | 18 | 1 | 1,02 | 1,02 | 0,82 | 25,5 | 26,5 | |
| 0,8235 | 18 | 7 | 0,381 | 1,17 | 1,07 | 26,1 | 27,7 | |
| 1,307 | 16 | 1 | 1,29 | 1,29 | 1,31 | 16,0 | 16,7 | |
| 1,307 | 16 | 7 | 0,483 | 1,47 | 1,70 | 16,4 | 17,4 | |
| 2,082 | 14 | 1 | 1,63 | 1,63 | 2,08 | 10,1 | 10,5 | |
| 2,082 | 14 | 7 | 0,61 | 1,85 | 2,70 | 10,3 | 10,7 | |
| 3,307 | 12 | 1 | 2,05 | 2,05 | 3,32 | 6,33 | 6,59 | |
| 3,307 | 12 | 7 | 0,762 | 2,34 | 4,29 | 6,50 | 6,73 | |
| 5,26 | 10 | 1 | 2,59 | 2,59 | 5,26 | 3,97 | 4,13 | |
| 5,26 | 10 | 7 | 0,965 | 2,95 | 6,82 | 4,07 | 4,23 | |
| 8,367 | 8 | 1 | 3,26 | 3,26 | 8,37 | 2,51 | 2,58 | |
| 8,367 | 8 | 7 | 1,24 | 3,71 | 10,8 | 2,55 | 2,65 | |
| 13,3 | 6 | 7 | 1,55 | 4,67 | 17,2 | 1,61 | 1,67 | 2,65 |
| 21,15 | 4 | 7 | 1,96 | 5,89 | 27,3 | 1,01 | 1,05 | 1,67 |
| 26,67 | 3 | 7 | 2,21 | 6,60 | 343 | 0,804 | 0,833 | 1,32 |
| 33,62 | 2 | 7 | 2,46 | 7,42 | 43,2 | 0,636 | 0,659 | 1,05 |
| 42,41 | 1 | 19 | 1,68 | 8,43 | 55,9 | 0,505 | 0,525 | 0,830 |
| 53,48 | 1/0 | 19 | 1,88 | 9,45 | 70,1 | 0,400 | 0,417 | 0,659 |
| 67,43 | 2/0 | 19 | 2,13 | 10,6 | 88,5 | 0,317 | 0,331 | 0,522 |
| 85,01 | 3/0 | 19 | 2,39 | 11,9 | 112 | 0,252 | 0,261 | 0,413 |
| 107,2 | 4/0 | 19 | 2,69 | 13,4 | 141 | 0,199 | 0,205 | 0,328 |
| 126,67 | 250 | 37 | 2,08 | 14,6 | 168 | 0,169 | 0,176 | 0,278 |
| 152,01 | 300 | 37 | 2,29 | 16,0 | 201 | 0,141 | 0,146 | 0,232 |
| 177,34 | 350 | 37 | 2,46 | 17,3 | 235 | 0,120 | 0,125 | 0,198 |
| 202,68 | 400 | 37 | 2,64 | 18,5 | 269 | 0,105 | 0,109 | 0,174 |
| 253,35 | 500 | 37 | 2,95 | 20,7 | 335 | 0,0846 | 0,0869 | 0,139 |
| 304,02 | 600 | 61 | 2,51 | 22,7 | 404 | 0,0702 | 0,0731 | 0,116 |
| 354,69 | 700 | 61 | 2,72 | 24,5 | 471 | 0,0604 | 0,0620 | 0,0994 |
| 380,03 | 750 | 61 | 2,82 | 25,3 | 505 | 0,0561 | 0,0577 | 0,0925 |
| 405,37 | 800 | 61 | 2,90 | 26,2 | 538 | 0,0528 | 0,0544 | 0,0869 |
| 456,04 | 900 | 61 | 3,10 | 27,8 | 606 | 0,0469 | 0,0482 | 0,0771 |
| 506,71 | 1000 | 61 | 3,25 | 29,3 | 672 | 0,0423 | 0,0433 | 0,0695 |
| 633,39 | 1250 | 91 | 2,97 | 32,7 | 842 | 0,0338 | 0,0348 | 0,0544 |
| 760,07 | 1500 | 91 | 3,25 | 35,9 | 1010 | 0,0281 | 0,0289 | 0,0462 |
| 886,74 | 1750 | 127 | 2,97 | 38,8 | 1180 | 0,0241 | 0,0248 | 0,0397 |
| 1013,42 | 2000 | 127 | 3,20 | 41,4 | 1350 | 0,021 | 0,0217 | 0,0348 |

Notas a la tabla 10-8: Estos valores de resistencia son válidos sólo para los parámetros indicados. Los valores varían para conductores de distinto cableado y sobre todo para otras temperaturas. La fórmula para otras temperaturas es:
$R_2 = R_1 [1 + \alpha (T2 – 75)]$, donde $\alpha$ = 0,00323 para el cobre y $\alpha$ =0,00330 para el aluminio. Los conductores con cableado compacto y comprimido tienen aproximadamente un 9 y 3% menos de diámetro respectivamente de los conductores desnudos que aparecen en la Tabla.

## APÉNDICE A

## TABLAS ADICIONALES DE CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE (NORMATIVO)

**Tabla A-310-2. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible en dos o tres conductores sencillos aislados de 0 a 2000 V nominales en un cable soportado por un mensajero para una temperatura ambiente de 40˚C**

| Tamaño nominal $mm^2$ | Temperatura nominal del conductor (véase la Tabla 310-13) | | | | Tamaño nominal AWG o kcmils |
|---|---|---|---|---|---|
| | 75˚C | 90˚C | 75˚C | 90˚C | |
| | Tipos RH, RHW, THHW, THW, THW-LS, THW-LS, THWN, XHHW | Tipos THHN, THHW, THHW-LS THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2 | Tipos RH, RHW, XHHW | Tipos RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2, USE-2, | |
| | Cobre | | Aluminio | | |
| 8,367 | 57 | 66 | -- | -- | 8 |
| 13,3 | 76 | 89 | 59 | 69 | 6 |
| 21,15 | 101 | 117 | 78 | 91 | 4 |
| 26,27 | 118 | 138 | 92 | 107 | 3 |
| 33,62 | 135 | 158 | 106 | 123 | 2 |
| 42,41 | 158 | 185 | 123 | 144 | 1 |
| 53,48 | 183 | 214 | 143 | 167 | 1/0 |
| 67,43 | 212 | 247 | 165 | 193 | 2/0 |
| 85,01 | 245 | 287 | 192 | 224 | 3/0 |
| 107,2 | 287 | 335 | 224 | 262 | 4/0 |
| 126,67 | 320 | 374 | 251 | 292 | 250 |
| 152,01 | 359 | 419 | 282 | 328 | 300 |
| 177,34 | 397 | 464 | 312 | 364 | 350 |
| 202,68 | 430 | 503 | 339 | 395 | 400 |
| 253,35 | 496 | 580 | 392 | 458 | 500 |
| 304,02 | 553 | 647 | 440 | 514 | 600 |
| 354,69 | 610 | 714 | 488 | 570 | 700 |
| 380,03 | 638 | 747 | 512 | 598 | 750 |
| 405,36 | 660 | 773 | 532 | 622 | 800 |
| 456,04 | 704 | 826 | 572 | 669 | 900 |
| 506,71 | 748 | 879 | 612 | 716 | 1,000 |
| **Factores de corrección** | | | | | |
| Temperatura ambiente en ˚C | Para temperatura ambiente distinta de 40˚C, multiplicar los valores anteriores por el factor correspondiente de los siguientes: | | | | Temperatura ambiente en ˚C |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 21-25 | 1,20 | 1,14 | 1,20 | 1,14 | 21-25 |
| 26-30 | 1,13 | 1,10 | 1,13 | 1,10 | 26-30 |
| 31-35 | 1,07 | 1,05 | 1,07 | 1,05 | 31-35 |
| 36-40 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 36-40 |
| 41-45 | 0,93 | 0,95 | 0,93 | 0,95 | 41-45 |
| 46-50 | 0,85 | 0,89 | 0,85 | 0,89 | 46-50 |
| 51-55 | 0,76 | 0,84 | 0,76 | 0,84 | 51-55 |
| 56-60 | 0,65 | 0,77 | 0,65 | 0,77 | 56-60 |
| 61-70 | 0,38 | 0,63 | 0,38 | 0,63 | 61-70 |
| 71-80 | --- | 0,45 | --- | 0,45 | 71-80 |

**Tabla A-310-3. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables de varios conductores con no-más de tres conductores aislados de 0 a 2,000 V nominales al aire libre, para una temperatura ambiente de 40˚C (para cables TC, MC, MI, UF y USE)**

| Tamaño nominal $mm^2$ | Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13) | | | | | | | | Tamaño nominal AWG o kcmils |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 60˚C | 75˚C | 85˚C | 90˚C | 60˚C | 75˚C | 85˚C | 90˚C | |
| | Cobre | | | | Aluminio | | | | |
| 0,8235 | --- | --- | --- | 11# | --- | --- | --- | --- | 18 |
| 1,307 | --- | --- | --- | 16# | --- | --- | --- | --- | 16 |
| 2,082 | 18# | 21# | 24# | 25# | --- | --- | --- | --- | 14 |
| 3,307 | 21# | 28# | 30# | 32# | --- | --- | --- | --- | 12 |
| 5,26 | 28# | 36# | 41# | 43# | --- | --- | --- | --- | 10 |
| 8,367 | 39 | 50 | 56 | 59 | --- | --- | --- | --- | 8 |
| 13,3 | 52 | 68 | 75 | 79 | 41 | 53 | 59 | 61 | 6 |
| 21,15 | 69 | 89 | 100 | 104 | 54 | 70 | 78 | 81 | 4 |
| 26,27 | 81 | 104 | 116 | 121 | 63 | 81 | 91 | 95 | 3 |
| 33,62 | 92 | 118 | 132 | 138 | 72 | 92 | 103 | 108 | 2 |
| 42,41 | 107 | 138 | 154 | 161 | 84 | 108 | 120 | 126 | 1 |
| 53,48 | 124 | 160 | 178 | 186 | 97 | 125 | 139 | 145 | 1/0 |
| 67,43 | 143 | 184 | 206 | 215 | 111 | 144 | 160 | 168 | 2/0 |
| 85,01 | 165 | 213 | 238 | 249 | 129 | 166 | 185 | 194 | 3/0 |
| 107,2 | 190 | 245 | 274 | 287 | 149 | 192 | 214 | 224 | 4/0 |
| 126,67 | 212 | 274 | 305 | 320 | 166 | 214 | 239 | 250 | 250 |
| 152,01 | 237 | 306 | 341 | 357 | 186 | 240 | 268 | 280 | 300 |
| 177,34 | 261 | 337 | 377 | 394 | 205 | 265 | 296 | 309 | 350 |
| 202,68 | 281 | 363 | 406 | 425 | 222 | 287 | 317 | 334 | 400 |
| 253,35 | 321 | 416 | 465 | 487 | 255 | 330 | 368 | 385 | 500 |
| 304,02 | 354 | 459 | 513 | 538 | 284 | 368 | 410 | 429 | 600 |
| 354,69 | 387 | 502 | 562 | 589 | 306 | 405 | 462 | 473 | 700 |
| 380,03 | 404 | 523 | 586 | 615 | 328 | 424 | 473 | 495 | 750 |
| 405,36 | 415 | 539 | 604 | 633 | 339 | 439 | 490 | 513 | 800 |
| 456,04 | 438 | 570 | 639 | 670 | 362 | 469 | 514 | 548 | 900 |
| 506,71 | 461 | 601 | 674 | 707 | 385 | 499 | 558 | 584 | 1,000 |
| **Factores de corrección** | | | | | | | | | |
| Temp. ambiente en ˚C | Para temperatura distinta de 30˚C, multiplicar los valores anteriores por el factor correspondiente de los siguientes: | | | | | | | | Temp. ambiente en ˚C |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21-25 | 1,32 | 1,20 | 1,15 | 1,14 | 1,32 | 1,20 | 1,15 | 1,14 | 21-25 |
| 26-30 | 1,22 | 1,13 | 1,11 | 1,10 | 1,22 | 1,13 | 1,11 | 1,10 | 26-30 |
| 31-35 | 1,12 | 1,07 | 1,05 | 1,05 | 1,12 | 1,07 | 1,05 | 1,05 | 31-35 |
| 36-40 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 36-40 |
| 41-45 | 0,87 | 0,93 | 0,94 | 0,95 | 0,87 | 0,93 | 0,94 | 0,95 | 41-45 |
| 46-50 | 0,71 | 0,85 | 0,88 | 0,89 | 0,71 | 0,85 | 0,88 | 0,89 | 46-50 |
| 51-55 | 0,50 | 0,76 | 0,82 | 0,84 | 0,50 | 0,76 | 0,82 | 0,84 | 51-55 |
| 56-60 | --- | 0,65 | 0,75 | 0,77 | --- | 0,65 | 0,75 | 0,77 | 56-60 |
| 61-70 | --- | 0,38 | 0,58 | 0,63 | --- | 0,38 | 0,58 | 0,63 | 61-70 |
| 71-80 | --- | --- | 0,33 | 0,44 | --- | --- | 0,33 | 0,44 | 71-80 |

[#] Si no se permite específicamente otra cosa en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente de los tipos de conductores marcados con (#) no debe superar 16 A para los de cobre de tamaño nominal de 3,307 $mm^2$ (12 AWG) y 30 A para los de 5,26 $mm^2$ (10 AWG).

**Tabla A-310-11. Factores de corrección para más de tres conductores portadores de corriente eléctrica en canalización o cable con factor de demanda.**

| Cantidad de conductores portadores de corriente eléctrica | Por ciento de valores en tablas ajustados por temperatura si fuera necesario |
|---|---|
| 4 a 6 | 80 |
| 7 a 9 | 70 |
| 10 a 24 | 70* |
| 25 a 42 | 60* |
| 43 o más | 50* |

* Estos factores incluyen los efectos por un factor de demanda en las cargas de 50%

**APÉNDICE B - LISTA DE NORMAS DE PRODUCTOS ELÉCTRICOS (INFORMATIVO)**

| TÍTULO DE LA NORMA | CODIFICACIÓN |
|---|---|
| REQUISITOS DE SEGURIDAD EN APARATOS ELECTRODOMÉSTICOS Y SIMILARES | NOM-003-SCFI-1993 |
| PRODUCTOS ELÉCTRICOS - REQUISITOS DE SEGURIDAD PARA BALASTROS PARA LÁMPARAS DE DESCÁRGA ELÉCTRICA EN GAS. | NOM-058-SCFI-1994 |
| PRODUCTOS ELÉCTRICOS - CONDUCTORES – REQUISITOS DE SEGURIDAD. | NOM-063-SCFI-1994 |
| APARATOS ELÉCTRICOS - REQUISITOS DE SEGURIDAD EN LUMINARIOS PARA USO EN INTERIORES Y EXTERIORES. | NOM-064-SCFI-1995 |
| EFICIENCIA ENERGÉTICA DE ACONDICIONADORES DE AIRE TIPO CUARTO - LÍMITES - MÉTODOS DE PRUEBA Y MARCADO. | NOM-073-SCFI-1995 |
| EFICIENCIA ENERGÉTICA DE ACONDICIONADORES DE AIRE TIPO CENTRAL. | NOM-011-ENER-1996 |
| EFICIENCIA ENERGÉTICA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA MONOFASICOS, DE INDUCCIÓN, TIPO JAULA DE ARDILLA DE USO GENERAL, EN POTENCIA NOMINAL DE 0,180 kW A 1,500 kW - LÍMITES - MÉTODOS DE PRUEBA Y MARCADO. | NOM-014-ENER-1997 |
| EFICIENCIA ENERGÉTICA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICOS, DE INDUCCIÓN, TIPO JAULA DE ARDILLA DE USO GENERAL, EN POTENCIA NOMINAL DE 0,746 kW A 149,2 kW - LÍMITES - MÉTODOS DE PRUEBA Y MARCADO. | NOM-016-ENER-1998 |
| CONDUCTORES – ALAMBRE DE COBRE DURO PARA USOS ELÉCTRICOS-ESPECIFICACIONES. | NMX-J-002-1994-ANCE |
| CONDUCTORES – ALAMBRE DE COBRE ESTAÑADO SUAVE O RECOCIDO PARA USOS ELÉCTRICOS. | NMX-J-008-1994-ANCE |
| PRODUCTOS ELÉCTRICOS - FUSIBLES - FUSIBLES PARA BAJA TENSIÓN, PARTE 1: REQUISITOS GENERALES. | NMX-J-009/248/1-1994-ANCE |
| PRODUCTOS ELÉCTRICOS - FUSIBLES - FUSIBLES PARA BAJA TENSIÓN, PARTE 7: FUSIBLES RENOVABLES LETRA H - ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA. | NMX-J-009/248/7-1996-ANCE |

| | |
|---|---|
| PRODUCTOS ELÉCTRICOS - FUSIBLES - FUSIBLES PARA BAJA TENSIÓN, PARTE 11: FUSIBLES TIPO TAPÓN - ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA. | NMX-J-009/248/11-1996-ANCE |
| CONDUCTORES - CONDUCTORES CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO A BASE DE POLICLORURO DE VINILO PARA INSTALACIONES HASTA 600 V. | NMX-J-010-1996-ANCE |
| CONDUCTORES - CABLE DE COBRE CON CABLEADO CONCÉNTRICO PARA USOS ELÉCTRICOS. | NMX-J-012-1995-ANCE |
| ARTEFACTOS ELÉCTRICOS - PORTALÁMPARAS ROSCADOS TIPO EDISON - ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA. | NMX-J-024-1995-ANCE |
| CONDUCTORES - CABLES CONCÉNTRICOS TIPO ESPIRAL PARA ACOMETIDA AÉREA A BAJA TENSIÓN, HASTA 600 V – ESPECIFICACIONES. | NMX-J-028-1995-ANCE |
| CONDUCTORES - ALAMBRE DE COBRE SUAVE PARA USOS ELÉCTRICOS - ESPECIFICACIONES. | NMX-J-036-1995-ANCE |
| CONDUCTORES - CABLE DE ALUMINIO CONCÉNTRICO Y ALMA DE ACERO (ACSR)- ESPECIFICACIONES. | NMX-J-058-1994-ANCE |
| CONDUCTORES - CABLE DE COBRE CON CABLEADO CONCÉNTRICO COMPACTO, PARA USOS ELÉCTRICOS- ESPECIFICACIONES. | NMX-J-059-1995-ANCE |
| TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TIPO POSTE Y TIPO SUBESTACIÓN – ESPECIFICACIONES. | NMX-J-116-1996-ANCE |
| TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TIPO PEDESTAL MONOFÁSICO Y TRIFÁSICO PARA DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA. | NMX-J-285-1996-ANCE |
| CONDUCTORES - ALAMBRES Y CORDONES CON AISLAMIENTO DE PVC PARA 105º C, PARA USOS ELECTRÓNICOS - ESPECIFICACIONES. | NMX-J-429-1994-ANCE |
| CONDUCTORES - CORDONES FLEXIBLES PARA USO RUDO Y EXTRARRUDO, HASTA 600 V – ESPECIFICACIONES. | NMX-J-436-1995-ANCE |
| ARTEFACTOS ELÉCTRICOS - REQUISITOS DE SEGURIDAD EN ARTEFACTOS ELÉCTRICOS – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA. | NMX-J-508-1994-ANCE |
| CHAROLAS METÁLICAS PARA CABLES (SISTEMAS DE SOPORTES METÁLICOS PARA CABLES). | NMX-J-511-1997-ANCE |

## APÉNDICE C
## TABLAS DE OCUPACIÓN EN TUBO *(CONDUIT)* DE CONDUCTORES Y CABLES DE DEL MISMO TAMAÑO NOMINAL (INFORMATIVO)

**Tabla C1. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |
| | $mm^2$ | AWG kcmil | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RH | 2,082 | 14 | 6 | 10 | 16 | 28 | 39 | 64 | 112 | 169 | 221 | 282 |
| | 3,307 | 12 | 4 | 8 | 13 | 23 | 31 | 51 | 90 | 136 | 177 | 227 |
| RHH | 2,082 | 14 | 4 | 7 | 11 | 20 | 27 | 46 | 80 | 120 | 157 | 201 |
| RHW, RHW-2 | 3,307 | 12 | 3 | 6 | 9 | 17 | 23 | 38 | 66 | 100 | 131 | 167 |
| | 5,26 | 10 | 2 | 5 | 8 | 13 | 18 | 30 | 53 | 81 | 105 | 135 |
| RH, | 8,367 | 8 | 1 | 2 | 4 | 7 | 9 | 16 | 28 | 42 | 55 | 70 |
| RHH, | 13,3 | 6 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 13 | 22 | 34 | 44 | 56 |
| RHW, | 21,15 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 17 | 26 | 34 | 44 |
| RHW-2 | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 9 | 15 | 23 | 30 | 38 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 13 | 20 | 26 | 33 |
| | 42,41 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 9 | 13 | 17 | 22 |
| | 53,48 | 1/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 11 | 15 | 19 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 13 | 17 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 11 | 14 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 12 |
| | 126,67 | 250 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | 152,01 | 300 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| | 177,34 | 350 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 |
| | 202,68 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 |
| | 253,35 | 500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| | 304,02 | 600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 354,69 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 380,03 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 405,37 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 456,04 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | 506,71 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | 633,39 | 1250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 760,07 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 886,74 | 1750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1013,4 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**Tabla C1. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 1)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |
| | $mm^2$ | AWG kcmil | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TW | 2,082 | 14 | 8 | 15 | 25 | 43 | 58 | 96 | 168 | 254 | 332 | 424 |
| THW | 3,307 | 12 | 6 | 11 | 19 | 33 | 45 | 74 | 129 | 195 | 255 | 326 |
| THHW | 5,26 | 10 | 5 | 8 | 14 | 24 | 33 | 55 | 96 | 145 | 190 | 243 |
| THW-2 | 8,367 | 8 | 2 | 5 | 8 | 13 | 18 | 30 | 53 | 81 | 105 | 135 |
| RHH* RHW* RHW-2* | 2,082 | 14 | 6 | 10 | 16 | 28 | 39 | 64 | 112 | 169 | 221 | 282 |
| RHH* RHW* RHW-2* | 3,307 | 12 | 4 | 8 | 13 | 23 | 31 | 51 | 90 | 136 | 177 | 227 |
| | 5,26 | 10 | 3 | 6 | 10 | 18 | 24 | 40 | 70 | 106 | 138 | 177 |
| TW | 8,367 | 8 | 1 | 4 | 6 | 10 | 14 | 24 | 42 | 63 | 83 | 106 |
| THW | 13,3 | 6 | 1 | 3 | 4 | 8 | 11 | 18 | 32 | 48 | 63 | 81 |
| THHW | 21,15 | 4 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 13 | 24 | 36 | 47 | 60 |
| THW-2 | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 12 | 20 | 31 | 40 | 52 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 17 | 26 | 34 | 44 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 12 | 18 | 24 | 31 |
| | 53,48 | 1/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 10 | 16 | 20 | 26 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 9 | 13 | 17 | 22 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 11 | 15 | 19 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | 9 | 12 | 16 |
| | 126,67 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 13 |
| | 152,01 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 11 |
| | 177,34 | 350 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 | 7 | 10 |
| | 202,68 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | 253,35 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 |
| | 304,02 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| | 354,69 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 380,03 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 405,37 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 5 |
| | 456,04 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 506,71 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 633,39 | 1250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | 760,07 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 886,74 | 1750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 1013,4 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

*Los cables RHH, RHW y RHW-2, sin recubrimiento externo.

**Tabla C1. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 2)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | Diámetro nominal en mm |
|---|---|---|

| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| THHN | 2,082 | 14 | 12 | 22 | 35 | 61 | 84 | 138 | 241 | 364 | 476 | 608 |
| THWN | 3,307 | 12 | 9 | 16 | 26 | 45 | 61 | 101 | 176 | 266 | 347 | 444 |
| THWN-2 | 5,26 | 10 | 5 | 10 | 16 | 28 | 38 | 63 | 111 | 167 | 219 | 279 |
| | 8,367 | 8 | 3 | 6 | 9 | 16 | 22 | 36 | 64 | 96 | 126 | 161 |
| | 13,3 | 6 | 2 | 4 | 7 | 12 | 16 | 26 | 46 | 69 | 91 | 116 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 16 | 28 | 43 | 56 | 71 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 13 | 24 | 36 | 47 | 60 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 11 | 20 | 30 | 40 | 51 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 8 | 15 | 22 | 29 | 37 |
| | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 12 | 19 | 25 | 32 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 10 | 16 | 20 | 26 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 13 | 17 | 22 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 11 | 14 | 18 |
| | 126,6 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | 9 | 11 | 15 |
| | 7 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 13 |
| | 152,0 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 11 |
| | 1 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 177,3 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| | 4 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 |
| | 202,6 | 700 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| | 8 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 253,3 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 5 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 |
| | 304,0 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 2 | | | | | | | | | | | |
| | 354,6 | 14 | 12 | 21 | 34 | 60 | 81 | 134 | 234 | 354 | 462 | 590 |
| FEP | 9 | 12 | 9 | 15 | 25 | 43 | 59 | 98 | 171 | 258 | 337 | 430 |
| FEPB | 380,0 | 10 | 6 | 11 | 18 | 31 | 42 | 70 | 122 | 185 | 241 | 309 |
| PFA | 3 | 8 | 3 | 6 | 10 | 18 | 24 | 40 | 70 | 106 | 138 | 177 |
| PFAH | 405,3 | 6 | 2 | 4 | 7 | 12 | 17 | 28 | 50 | 75 | 98 | 126 |
| TFE | 7 | 4 | 1 | 3 | 5 | 9 | 12 | 20 | 35 | 53 | 69 | 88 |
| | 456,0 | 3 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 16 | 29 | 44 | 57 | 73 |
| | 4 | 2 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 13 | 24 | 36 | 47 | 60 |
| | 506,7 | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 16 | 25 | 33 | 42 |
| PFA | | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 14 | 21 | 27 | 35 |
| PFAH | 2,082 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 11 | 17 | 22 | 29 |
| TFE | 3,307 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 9 | 14 | 18 | 24 |
| TFE, Z | 5,26 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 8 | 11 | 15 | 19 |
| | 8,367 | | | | | | | | | | | |
| | 13,3 | | | | | | | | | | | |
| | 21,15 | | | | | | | | | | | |
| | 26,67 | | | | | | | | | | | |
| | 33,62 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | 42,41 | | | | | | | | | | | |
| | 53,48 | | | | | | | | | | | |
| | 67,43 | | | | | | | | | | | |
| | 85,01 | | | | | | | | | | | |
| | 107,2 | | | | | | | | | | | |
| | 0 | | | | | | | | | | | |

**Tabla C1. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 3)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |

| | $mm^2$ | AWG kcmil | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Z | 2,082 | 14 | 14 | 25 | 41 | 72 | 98 | 161 | 282 | 426 | 556 | 711 |
| | 3,307 | 12 | 10 | 18 | 29 | 51 | 69 | 114 | 200 | 302 | 394 | 504 |
| | 5,26 | 10 | 6 | 11 | 18 | 31 | 42 | 70 | 122 | 185 | 241 | 309 |
| | 8,367 | 8 | 4 | 7 | 11 | 20 | 27 | 44 | 77 | 117 | 153 | 195 |
| | 13,3 | 6 | 3 | 5 | 8 | 14 | 19 | 31 | 54 | 82 | 107 | 137 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 3 | 5 | 9 | 13 | 21 | 37 | 56 | 74 | 94 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 2 | 4 | 7 | 9 | 15 | 27 | 41 | 54 | 69 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 13 | 22 | 34 | 45 | 57 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 18 | 28 | 36 | 46 |
| XHH | 2,082 | 14 | 8 | 15 | 25 | 43 | 58 | 96 | 168 | 254 | 332 | 424 |
| XHHW | 3,307 | 12 | 6 | 11 | 19 | 33 | 45 | 74 | 129 | 195 | 255 | 326 |
| XHHW- | 5,26 | 10 | 5 | 8 | 14 | 24 | 33 | 55 | 96 | 145 | 190 | 243 |
| 2 | 8,367 | 8 | 2 | 5 | 8 | 13 | 18 | 30 | 53 | 81 | 105 | 135 |
| ZW | 13,3 | 6 | 1 | 3 | 6 | 10 | 14 | 22 | 39 | 60 | 78 | 100 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 16 | 28 | 43 | 56 | 72 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 14 | 24 | 36 | 48 | 61 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 11 | 20 | 31 | 40 | 51 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 8 | 15 | 23 | 30 | 38 |
| XHH | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 13 | 19 | 25 | 32 |
| XHHW | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 10 | 16 | 21 | 27 |
| XHHW- | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 9 | 13 | 17 | 22 |
| 2 | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 11 | 14 | 18 |
| | 126,6 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| | 7 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 10 | 13 |
| | 152,0 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 9 | 11 |
| | 1 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 177,3 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| | 4 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 |
| | 202,6 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| | 8 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 253,3 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 5 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 |
| | 304,0 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 2 | 1250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | 354,6 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 9 | 1750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 380,0 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | | | | | | | | | | | |
| | 405,3 | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | |
| | 456,0 | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | |
| | 506,7 | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | |
| | 633,3 | | | | | | | | | | | |
| | 9 | | | | | | | | | | | |
| | 760,0 | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | |
| | 886,7 | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | |
| | 1013, | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | |

**Tabla C1. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 4)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | Diámetro nominal en mm |
|---|---|---|

| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FFH-2, RFH, RFHH-3 | 0,8235 | 18 | 8 | 14 | 24 | 41 | 56 | 92 |
| | 1,307 | 16 | 7 | 12 | 20 | 34 | 47 | 78 |
| SF-2, SFF-2 | 0,8235 | 18 | 10 | 18 | 30 | 52 | 71 | 116 |
| | 1,307 | 16 | 8 | 15 | 25 | 43 | 58 | 96 |
| | 2,082 | 14 | 7 | 12 | 20 | 34 | 47 | 78 |
| SF-1, SFF-1 | 0,8235 | 18 | 18 | 33 | 53 | 92 | 125 | 206 |
| AF, RFH-1, RFHH-2, TF, TFF XF, XFF | 0,8235 | 18 | 14 | 24 | 39 | 68 | 92 | 152 |
| AF, RFHH-2, TF, TFF | 1,307 | 16 | 11 | 19 | 31 | 55 | 74 | 123 |
| XF, XFF | 2,082 | 14 | 8 | 15 | 25 | 43 | 58 | 96 |
| AF, XF, XFF | 0,8235 | 18 | 22 | 38 | 63 | 108 | 148 | 244 |
| | 1,307 | 16 | 17 | 29 | 48 | 83 | 113 | 186 |
| TFN, TFFN | 0,8235 | 18 | 21 | 36 | 59 | 103 | 140 | 231 |
| | 1,307 | 16 | 16 | 28 | 46 | 79 | 108 | 179 |
| PF, PFF, PGF, PGFF | 2,082 | 14 | 12 | 21 | 34 | 60 | 81 | 134 |
| PAF, PTF, PTFF, PAFF | 0,8235 | 18 16 | 27 20 14 | 47 35 25 | 77 56 41 | 133 98 | 181 133 | 298 220 |
| | 1,307 | 14 | | 69 | 111 | 72 | 98 | 161 |
| | 2,082 | | 39 | 48 | 78 | 193 | 262 | 433 |
| | | 18 | 27 | 33 | 54 | 136 | 185 | 305 |
| ZF, ZFF, ZHF, ZHF, HF, HFF | 0,8235 | 16 | 19 | 23 | 37 | 93 | 127 | 209 |
| | 1,307 | 14 | 13 | 15 | 25 | 64 | 87 | 144 |
| | 2,082 | 12 | 8 | | | 43 | 58 | 96 |
| | 3,307 | 10 | | 82 | 133 | | | |
| KF-2, KFF-2 | 5,26 | | 46 | 57 | 93 | 230 | 313 | 516 |
| | | 18 | 33 | 38 | 63 | 161 | 220 | 362 |
| | 0,8235 | 16 | 22 | 25 | 41 | 108 | 148 | 244 |
| | 1,307 | 14 | 14 | 16 | 27 | 72 | 98 | 161 |
| | 2,082 | 12 | 9 | | | 47 | 64 | 105 |
| | 3,307 | 10 | | 8 | 13 | | | |
| KF-1, KFF-1 | 5,26 | | 4 | 6 | 10 | 23 | 31 | 51 |
| | | 12 | 3 | | | 18 | 24 | 40 |
| | 3,307 | 10 | | | | | | |
| | 5,26 | | | | | | | |
| AX, XF, XFF | | | | | | | | |

**Tabla C1A. Número máximo de conductores compactos en tubo *(conduit)* metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |
| | $mm^2$ | AWG kcmil | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| THW, | 8,367 | 8 | 3 | 5 | 8 | 15 | 20 | 34 | 59 | 90 | 117 | 149 |
| THW-2 | 13,3 | 6 | 1 | 3 | 5 | 9 | 12 | 20 | 35 | 53 | 70 | 89 |
| THHW | 21,15 | 4 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 15 | 26 | 40 | 52 | 67 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 11 | 19 | 29 | 38 | 49 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 8 | 13 | 21 | 27 | 34 |
| | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 12 | 18 | 23 | 30 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 13 | 17 | 21 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 11 | 14 | 18 |
| | 126,6 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 11 | 14 |
| | 7 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 12 |
| | 152,0 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 11 |
| | 1 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 177,3 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| | 4 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 |
| | 202,6 | 700 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| | 8 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 253,3 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 5 | | | | | | | | | | | |
| THHN | 304,0 | 8 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| THWN | 2 | 6 | 2 | 4 | 7 | 13 | 18 | 29 | 52 | 78 | 102 | 130 |
| THWN-2 | 354,6 | 4 | 1 | 3 | 4 | 8 | 11 | 18 | 32 | 48 | 63 | 81 |
| | 9 | 2 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 13 | 23 | 34 | 45 | 58 |
| | 380,0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 17 | 26 | 34 | 43 |
| | 3 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 14 | 22 | 29 | 37 |
| | 506,7 | 2/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 12 | 18 | 24 | 30 |
| | 1 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| | | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 12 | 16 | 21 |
| | 8,367 | 250 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 | 10 | 13 | 16 |
| | 13,3 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 11 | 14 |
| | 21,15 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 12 |
| | 33,62 | 400 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 11 |
| | 42,41 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 7 | 9 |
| | 53,48 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 |
| | 67,43 | 700 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 |
| | 85,01 | 750 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 |
| | 107,2 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 |
| | 126,6 | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | |
| | 152,0 | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | |
| | 177,3 | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | |
| | 202,6 | | | | | | | | | | | |
| | 8 | | | | | | | | | | | |
| | 253,3 | | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | | |
| | 304,0 | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | |
| | 354,6 | | | | | | | | | | | |
| | 9 | | | | | | | | | | | |
| | 380,0 | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | |
| | 506,7 | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | |

**Tabla C1A. Número máximo de conductores compactos en tubo *(conduit)* metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 1)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |
| XHHW | 8,367 | 8 | 3 | 5 | 8 | 15 | 20 | 34 | 59 | 90 | 117 | 149 |
| XHHW-2 | 13,3 | 6 | 1 | 4 | 6 | 11 | 15 | 25 | 44 | 66 | 87 | 111 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 3 | 4 | 8 | 11 | 18 | 32 | 48 | 63 | 81 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 13 | 23 | 34 | 45 | 58 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 17 | 26 | 34 | 43 |
| | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 14 | 22 | 29 | 37 |
| | 67,43 | 2/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 12 | 18 | 24 | 31 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 13 | 17 | 21 |
| | 126,67 | 250 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 13 | 17 |
| | | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | 9 | 11 | 14 |
| | 152,01 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 10 | 13 |
| | | 400 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 9 | 11 |
| | 177,34 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 | 7 | 9 |
| | | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 |
| | 202,68 | 700 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 |
| | | 750 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 |
| | 253,35 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 304,02 | | | | | | | | | | | |
| | 354,69 | | | | | | | | | | | |
| | 380,03 | | | | | | | | | | | |
| | 506,71 | | | | | | | | | | | |

**NOTA:** Se define el cableado compacto como un proceso de fabricación en el que un conductor normal se comprime hasta que prácticamente desaparecen los intersticios o huecos entre los hilos que forman el conductor.

**Tabla C2. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* no-metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RH | 2,082 | 14 | 4 | 8 | 15 | 27 | 37 | 61 |
| | 3,307 | 12 | 3 | 7 | 12 | 21 | 29 | 49 |
| RHH, RHW | 2,082 | 14 | 3 | 6 | 10 | 19 | 26 | 43 |
| RHW-2 | 3,307 | 12 | 2 | 5 | 9 | 16 | 22 | 36 |
| | | | | | | | 17 | |
| RH, RHH, RHW | 5,26 | 10 | 1 | 4 | 7 | 13 | 9 | 29 |
| RHW-2 | 8,367 | 8 | 1 | 1 | 3 | 6 | 7 | 15 |
| | 13,3 | 6 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 12 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 9 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 8 |
| | 33,62 | 2 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 7 |
| | 42,41 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 |
| | 53,48 | 1/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 126,67 | 250 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 152,01 | 300 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 177,34 | 350 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 202,68 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 253,35 | 500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 304,02 | 600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 354,69 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 380,03 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 405,37 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 456,04 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 506,71 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 633,39 | 1250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 760,07 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 886,74 | 1750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1013,42 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TW | 2,082 | 14 | 7 | 13 | 22 | 40 | 55 | 92 |
| THW | 3,307 | 12 | 5 | 10 | 17 | 31 | 42 | 71 |
| THHW | 5,26 | 10 | 4 | 7 | 13 | 23 | 32 | 52 |
| THW-2 | 8,367 | 8 | 1 | 4 | 7 | 13 | 17 | 29 |

**Tabla C2. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* no-metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 1)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RHH*, RHW*<br>RHW-2* | 2,082 | 14 | 4 | 8 | 15 | 27 | 37 | 61 |
| RHH*, RHW* | 3,307 | 12 | 3 | 7 | 12 | 21 | 29 | 49 |
| RHW-2*, TW | 5,26 | 10 | 2 | 5 | 9 | 17 | 23 | 38 |
| THW, THHW | 8,367 | 8 | 1 | 3 | 5 | 10 | 14 | 23 |
| THW-2 | 13,3 | 6 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 17 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 13 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 2 | 5 | 7 | 11 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 |
| | 42,41 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 |
| | 53,48 | 1/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 126,67 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 152,01 | 300 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| | 177,34 | 350 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 202,68 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 253,35 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 304,02 | 600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 354,69 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 380,03 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 405,37 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 456,04 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 506,71 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 633,39 | 1250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 760,07 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 886,74 | 1750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1013,42 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

*Los cables RHH, RHW, y RHW-2, sin recubrimiento externo.

**Tabla C2. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* no-metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 2)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| THHN, THWN | 2,082 | 14 | 10 | 18 | 32 | 58 | 80 | 132 |
| THWN-2 | 3,307 | 12 | 7 | 13 | 23 | 42 | 58 | 96 |
| | 5,26 | 10 | 4 | 8 | 15 | 26 | 36 | 60 |
| | 8,367 | 8 | 2 | 5 | 8 | 15 | 21 | 35 |
| | 13,3 | 6 | 1 | 3 | 6 | 11 | 15 | 25 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 1 | 4 | 7 | 9 | 15 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 13 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 2 | 5 | 6 | 11 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 |
| | 53,48 | 1/0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| | 126,67 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 152,01 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 177,34 | 350 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| | 202,68 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 253,35 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 304,02 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 354,69 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 380,03 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 405,37 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 456,04 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 506,71 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| FEP, FEPB | 2,082 | 14 | 10 | 18 | 31 | 56 | 77 | 128 |
| PFA, PFAH | 3,307 | 12 | 7 | 13 | 23 | 41 | 56 | 93 |
| TFE | 5,26 | 10 | 5 | 9 | 16 | 29 | 40 | 67 |
| | 8,367 | 8 | 3 | 5 | 9 | 17 | 23 | 38 |
| | 13,3 | 6 | 1 | 4 | 6 | 12 | 16 | 27 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 2 | 4 | 8 | 11 | 19 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 4 | 7 | 9 | 16 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 13 |
| PFA, PFAH | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 9 |
| TFE | | | | | | | | |

**Tabla C2. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* no-metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 3)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PFA, PFAH | 53,48 | 1/0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 |
| TFE, Z | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| Z | 2,082 | 14 | 12 | 22 | 38 | 68 | 93 | 154 |
| | 3,307 | 12 | 8 | 15 | 27 | 48 | 66 | 109 |
| | 5,26 | 10 | 5 | 9 | 16 | 29 | 40 | 67 |
| | 8,367 | 8 | 3 | 6 | 10 | 18 | 25 | 42 |
| | 13,3 | 6 | 1 | 4 | 7 | 13 | 18 | 30 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 3 | 5 | 9 | 12 | 20 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | 9 | 15 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 12 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 |
| XHH, XHHW | 2,082 | 14 | 7 | 13 | 22 | 40 | 55 | 92 |
| XHHW-2, ZW | 3,307 | 12 | 5 | 10 | 17 | 31 | 42 | 71 |
| | 5,26 | 10 | 4 | 7 | 13 | 23 | 32 | 52 |
| | 8,367 | 8 | 1 | 4 | 7 | 13 | 17 | 29 |
| | 13,3 | 6 | 1 | 3 | 5 | 9 | 13 | 21 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 1 | 4 | 7 | 9 | 15 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 13 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 2 | 5 | 6 | 11 |
| XHH, XHHW | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 |
| XHHW-2 | 53,48 | 1/0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| | 126,67 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 152,01 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 177,34 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 202,68 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 253,35 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 304,02 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 354,69 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 380,03 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 405,37 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 456,04 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 506,71 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 633,39 | 1250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 760,07 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 886,74 | 1750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1013,42 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Tabla C2. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* no-metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 4)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FFH-2, RFH-2 | 0,8235 | 18 | 6 | 12 | 21 | 39 | 53 | 88 |
| RFHH-3 | 1,307 | 16 | 5 | 10 | 18 | 32 | 45 | 74 |
| SF-2, SFF-2 | 0,8235 | 18 | 8 | 15 | 27 | 49 | 67 | 111 |
| | 1,307 | 16 | 7 | 13 | 22 | 40 | 55 | 92 |
| | 2,082 | 14 | 5 | 10 | 18 | 32 | 45 | 74 |
| SF-1, SFF-1 | 0,8235 | 18 | 15 | 28 | 48 | 86 | 119 | 197 |
| AF, RFH-1 RFHH-2, TF, TFF XF, XFF | 0,8235 | 18 | 11 | 20 | 35 | 64 | 88 | 145 |
| AF, RFHH-2, TF TFF, XF, XFF | 1,307 | 16 | 9 | 16 | 29 | 51 | 71 | 117 |
| AF, XF, XFF | 2,082 | 14 | 7 | 13 | 22 | 40 | 55 | 92 |
| TFN, TFFN | 0,8235 | 18 | 18 | 33 | 57 | 102 | 141 | 233 |
| | 1,307 | 16 | 13 | 25 | 43 | 78 | 107 | 178 |
| PF, PFF, PGF | 0,8235 | 18 | 17 | 31 | 54 | 97 | 133 | 221 |
| PGFF, PAF, PTF | 1,307 | 16 | 13 | 24 | 42 | 75 | 103 | 171 |
| PTFF, PAFF | 2,082 | 14 | 10 | 18 | 31 | 56 | 77 | 128 |
| ZF, ZFF, ZHF, HF | 0,8235 | 18 | 22 | 40 | 70 | 125 | 172 | 285 |
| HFF | 1,307 | 16 | 16 | 29 | 51 | 92 | 127 | 210 |
| | 2,082 | 14 | 12 | 22 | 38 | 68 | 93 | 154 |
| F-1, KFF-1 | 0,8235 | 18 | 31 | 58 | 101 | 182 | 250 | 413 |
| | 1,307 | 16 | 22 | 41 | 71 | 128 | 176 | 291 |
| | 2,082 | 14 | 15 | 28 | 49 | 88 | 121 | 200 |
| | 3,307 | 12 | 10 | 19 | 33 | 60 | 83 | 138 |
| | 5,26 | 10 | 7 | 13 | 22 | 40 | 55 | 92 |
| KF-1, KFF-1 | 0,8235 | 18 | 38 | 69 | 121 | 217 | 298 | 493 |
| | 1,307 | 16 | 26 | 49 | 85 | 152 | 209 | 346 |
| | 2,082 | 14 | 18 | 33 | 57 | 102 | 141 | 233 |
| | 3,307 | 12 | 12 | 22 | 38 | 68 | 93 | 154 |
| | 5,26 | 10 | 7 | 14 | 24 | 44 | 61 | 101 |
| AF, XF, XFF | 3,307 | 12 | 3 | 8 | 12 | 21 | 29 | 49 |
| | 5,26 | 10 | 3 | 5 | 9 | 27 | 23 | 38 |

**Nota:** Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores compactos se debe aplicar la tabla C2A

**Tabla C2A. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* no-metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| THW, THW-2 | 8,367 | 8 | 2 | 4 | 8 | 14 | 19 | 32 |
| THHW | 13,3 | 6 | 1 | 2 | 4 | 8 | 11 | 19 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 14 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 |
| | 42,41 | 1 | 0 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 |
| | 53,48 | 1/0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| | 126,67 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 152,01 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 177,34 | 350 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| | 202,68 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 253,35 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 304,02 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 354,69 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 380,03 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 506,71 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| THHN, THWN | 8,367 | 8 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| THWN-2 | 13,3 | 6 | 1 | 4 | 7 | 12 | 17 | 28 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 17 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 12 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 9 |
| | 53,48 | 1/0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| | 126,67 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 152,01 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 177,34 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 202,68 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| | 253,35 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 304,02 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 354,69 | 700 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 380,03 | 750 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 506,71 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

**Tabla C2A. Número máximo de conductores compactos en tubo *(conduit)* no-metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| XHHW, XHHW-2 | 8,367 | 8 | 2 | 4 | 8 | 14 | 19 | 32 |
| | 13,3 | 6 | 1 | 3 | 6 | 10 | 14 | 24 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 17 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 12 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 9 |
| | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| | 126,67 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 152,01 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 177,34 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 202,68 | 400 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 253,35 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 304,02 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 354,69 | 700 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 380,03 | 750 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 506,71 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

**Nota:** Se define el cableado compacto como un proceso de fabricación en el que un conductor normal se comprime hasta que prácticamente desaparecen los intersticios o huecos entre los hilos que forman el conductor.

**Tabla C3. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo (*conduit*) metálico flexible (según la Tabla 1 del Capítulo 10)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |
| | $mm^2$ | AWG kcmil | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RH | 2,082 | 14 | 6 | 10 | 15 | 24 | 35 | 62 | 94 | 135 | 184 | 240 |
| | 3,307 | 12 | 5 | 8 | 12 | 19 | 28 | 50 | 75 | 108 | 148 | 193 |
| RHH, RHW | 2,082 | 14 | 4 | 7 | 11 | 17 | 25 | 44 | 67 | 96 | 131 | 171 |
| RHW-2 | 3,307 | 12 | 3 | 6 | 9 | 14 | 21 | 37 | 55 | 80 | 109 | 142 |
| RH, RHH | 5,26 | 10 | 3 | 5 | 7 | 11 | 17 | 30 | 45 | 64 | 88 | 115 |
| RHW, RHW-2 | 8,367 | 8 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 15 | 23 | 34 | 46 | 60 |
| | 13,3 | 6 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 12 | 19 | 27 | 37 | 48 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 10 | 14 | 21 | 29 | 37 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 13 | 18 | 25 | 33 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 11 | 16 | 22 | 28 |
| | 42,41 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 7 | 10 | 14 | 19 |
| | 53,48 | 1/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 12 | 16 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 11 | 14 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 12 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 126,6 | 250 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 |
| | 7 | 300 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 |
| | 152,0 | 350 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 |
| | 1 | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 |
| | 177,3 | 500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 4 | 600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 202,6 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | 8 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | 253,3 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | 5 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | 304,0 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 2 | 1250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 354,6 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 9 | 1750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 380,0 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | | | | | | | | | | | |
| TW | 405,3 | 14 | 9 | 15 | 23 | 36 | 53 | 94 | 141 | 203 | 277 | 361 |
| THW | 7 | 12 | 7 | 11 | 18 | 28 | 41 | 72 | 108 | 156 | 212 | 277 |
| THHW | 456,0 | 10 | 5 | 8 | 13 | 21 | 30 | 54 | 81 | 116 | 158 | 207 |
| THW-2 | 4 | 8 | 3 | 5 | 7 | 11 | 17 | 30 | 45 | 64 | 88 | 115 |
| | 506,7 | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | |
| | 633,3 | | | | | | | | | | | |
| | 9 | | | | | | | | | | | |
| | 760,0 | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | |
| | 886,7 | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | |
| | 1013, | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | 2,082 | | | | | | | | | | | |
| | 3,307 | | | | | | | | | | | |
| | 5,26 | | | | | | | | | | | |
| | 8,367 | | | | | | | | | | | |

**Tabla C3. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* metálico flexible (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 1)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RHH*, RHW* RHW-2* | 2,082 | 14 | 6 | 10 | 15 | 24 | 35 | 62 | 94 | 135 | 184 | 240 |
| | 3,307 | 12 | 5 | 8 | 12 | 19 | 28 | 50 | 75 | 108 | 148 | 193 |
| RHH*, | 5,26 | 10 | 4 | 6 | 10 | 15 | 22 | 39 | 59 | 85 | 115 | 151 |
| RHW* | 8,367 | 8 | 1 | 4 | 6 | 9 | 13 | 23 | 35 | 51 | 69 | 90 |
| RHW-2* | 13,3 | 6 | 1 | 3 | 4 | 7 | 10 | 18 | 27 | 39 | 53 | 69 |
| THHW, | 21,15 | 4 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 13 | 20 | 29 | 39 | 51 |
| THW, | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 11 | 17 | 25 | 34 | 44 |
| THW-2 | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 10 | 14 | 21 | 29 | 37 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 15 | 20 | 26 |
| | 53,48 | 1/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | 9 | 12 | 17 | 22 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 14 | 19 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 12 | 16 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 13 |
| | 126,6 7 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 | 11 |
| | | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | 152,0 1 | 350 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 |
| | | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 |
| | 177,3 4 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 |
| | | 600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 202,6 8 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 253,3 5 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| | | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | 304,0 2 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | | 1250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 354,6 9 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | 1750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 380,0 3 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 405,3 7 | | | | | | | | | | | |
| | 456,0 4 | | | | | | | | | | | |
| | 506,7 1 | | | | | | | | | | | |
| | 633,3 9 | | | | | | | | | | | |
| | 760,0 7 | | | | | | | | | | | |
| | 886,7 4 | | | | | | | | | | | |
| | 1013, 4 | | | | | | | | | | | |

*****Los cables RHH, RHW y RHW-2, sin recubrimiento externo.

**Tabla C3. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* metálico flexible (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 2)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| THHN | 2,082 | 14 | 13 | 22 | 33 | 52 | 76 | 134 | 202 | 291 | 396 | 518 |
| THWN | 3,307 | 12 | 9 | 16 | 24 | 38 | 56 | 98 | 147 | 212 | 289 | 378 |
| THWN-2 | 5,26 | 10 | 6 | 10 | 15 | 24 | 35 | 62 | 93 | 134 | 182 | 238 |
| | 8,367 | 8 | 3 | 6 | 9 | 14 | 20 | 35 | 53 | 77 | 105 | 137 |
| | 13,3 | 6 | 2 | 4 | 6 | 10 | 14 | 25 | 38 | 55 | 76 | 99 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 16 | 24 | 34 | 46 | 61 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 13 | 20 | 29 | 39 | 51 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 11 | 17 | 24 | 33 | 43 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 8 | 12 | 18 | 24 | 32 |
| | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 15 | 20 | 27 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | 9 | 12 | 17 | 22 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 7 | 10 | 14 | 18 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 | 8 | 12 | 15 |
| | 126,6 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 12 |
| | 7 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 | 11 |
| | 152,0 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | 1 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| | 177,3 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 |
| | 4 | 600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 202,6 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 8 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 253,3 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 5 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| | 304,0 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | 2 | | | | | | | | | | | |
| FEP, FEPB | 354,6 | 14 | 12 | 21 | 32 | 51 | 74 | 130 | 196 | 282 | 385 | 502 |
| PFA, PFAH | 9 | 12 | 9 | 15 | 24 | 37 | 54 | 95 | 1453 | 206 | 281 | 367 |
| TFE | 380,0 | 10 | 6 | 11 | 17 | 26 | 39 | 68 | 103 | 148 | 201 | 263 |
| | 3 | 8 | 4 | 6 | 10 | 15 | 22 | 39 | 59 | 85 | 115 | 151 |
| | 405,3 | 6 | 2 | 4 | 7 | 11 | 16 | 28 | 42 | 60 | 82 | 107 |
| | 7 | 4 | 1 | 3 | 5 | 7 | 11 | 19 | 29 | 42 | 57 | 75 |
| | 456,0 | 3 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 16 | 24 | 35 | 48 | 62 |
| | 4 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 13 | 20 | 29 | 39 | 51 |
| | 506,7 | | | | | | | | | | | |
| PFA, PFAH | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 9 | 14 | 20 | 27 | 36 |
| TFE | | | | | | | | | | | | |
| | 2,082 | | | | | | | | | | | |
| | 3,307 | | | | | | | | | | | |
| | 5,26 | | | | | | | | | | | |
| | 8,367 | | | | | | | | | | | |
| | 13,3 | | | | | | | | | | | |
| | 21,15 | | | | | | | | | | | |
| | 26,67 | | | | | | | | | | | |
| | 33,62 | | | | | | | | | | | |
| | 42,41 | | | | | | | | | | | |

**Tabla C3. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* metálico flexible (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 3)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PFA, PFAH | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 8 | 11 | 17 | 23 | 30 |
| TFE, Z | 67,43 | 2/0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 9 | 14 | 19 | 24 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 11 | 15 | 20 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 13 | 16 |
| Z | 2,082 | 14 | 15 | 25 | 39 | 61 | 89 | 157 | 236 | 340 | 463 | 605 |
| | 3,307 | 12 | 11 | 18 | 28 | 43 | 63 | 111 | 168 | 241 | 329 | 429 |
| | 5,26 | 10 | 6 | 11 | 17 | 26 | 39 | 68 | 103 | 148 | 201 | 263 |
| | 8,367 | 8 | 4 | 7 | 11 | 17 | 24 | 43 | 65 | 93 | 127 | 166 |
| | 13,3 | 6 | 3 | 5 | 7 | 12 | 17 | 30 | 45 | 65 | 89 | 117 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 3 | 5 | 8 | 12 | 21 | 31 | 45 | 61 | 80 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 15 | 23 | 33 | 45 | 58 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 12 | 19 | 27 | 37 | 49 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 15 | 22 | 30 | 39 |
| XHH | 2,082 | 14 | 9 | 15 | 23 | 36 | 53 | 94 | 141 | 203 | 277 | 361 |
| XHHW | 3,307 | 12 | 7 | 11 | 18 | 28 | 41 | 72 | 108 | 156 | 212 | 277 |
| XHHW-2 | 5,26 | 10 | 5 | 8 | 13 | 21 | 30 | 54 | 81 | 116 | 158 | 207 |
| ZW | 8,367 | 8 | 3 | 5 | 7 | 11 | 17 | 30 | 45 | 64 | 88 | 115 |
| | 13,3 | 6 | 1 | 3 | 5 | 8 | 12 | 22 | 33 | 48 | 65 | 85 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 16 | 24 | 34 | 47 | 61 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 13 | 20 | 29 | 40 | 52 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 11 | 17 | 24 | 33 | 44 |
| XHH | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 13 | 18 | 25 | 32 |
| XHHW | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 15 | 21 | 27 |
| XHHW-2 | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 9 | 13 | 17 | 23 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 14 | 19 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| | 126,67 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 13 |
| | 152,01 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 | 11 |
| | 177,34 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 | 9 |
| | 202,68 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| | 253,35 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | 7 |
| | 304,02 | 600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 354,69 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 380,03 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 405,37 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 456,04 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| | 506,71 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | 633,39 | 1250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 760,07 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 886,74 | 1750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1013,4 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**Tabla C3. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* metálico flexible (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 4)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 |
| FFH-2, RFH-2, | 0,8235 | 18 | 8 | 14 | 22 | 35 | 51 | 90 |
| RFHH-3 | 1,307 | 16 | 7 | 12 | 19 | 29 | 43 | 76 |
| SF-2, SFF-2 | 0,8235 | 18 | 11 | 18 | 28 | 44 | 64 | 113 |
| | 1,307 | 16 | 9 | 15 | 23 | 36 | 53 | 94 |
| | 2,082 | 14 | 7 | 12 | 19 | 29 | 43 | 76 |
| SF-1, SFF-1 | 0,8235 | 18 | 19 | 32 | 50 | 78 | 114 | 201 |
| AF, RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF | 0,8235 | 18 | 14 | 24 | 37 | 58 | 84 | 148 |
| AF, XF, XFF | 1,307 | 16 | 11 | 19 | 30 | 47 | 68 | 120 |
| TFN, TFFN | 2,082 | 14 | 9 | 15 | 23 | 36 | 53 | 94 |
| PF, PFF, PGF, | 0,8235 | 18 | 23 | 38 | 59 | 93 | 135 | 237 |
| PGFF | 1,307 | 16 | 17 | 29 | 45 | 71 | 103 | 181 |
| PAF, PTF, PTFF | | | | | | | | |
| PAFF | 0,8235 | 18 | 22 | 36 | 56 | 88 | 128 | 225 |
| ZF, ZFF, ZHF, HF, | 1,307 | 16 | 17 | 28 | 43 | 68 | 99 | 174 |
| HFF | 2,082 | 14 | 12 | 21 | 32 | 51 | 74 | 130 |
| | 0,8235 | 18 | 28 | 47 | 72 | 113 | 165 | 290 |
| | 1,307 | 16 | 20 | 35 | 53 | 83 | 121 | 214 |
| KF-2, KFF-2 | 2,082 | 14 | 15 | 25 | 39 | 61 | 89 | 157 |
| | 0,8235 | 18 | 41 | 68 | 105 | 164 | 239 | 421 |
| | 1,307 | 16 | 28 | 48 | 74 | 116 | 168 | 297 |
| KF-1, KFF-1 | 2,082 | 14 | 19 | 33 | 51 | 80 | 116 | 204 |
| | 3,307 | 12 | 13 | 23 | 35 | 55 | 80 | 140 |
| | 5,26 | 10 | 9 | 15 | 23 | 36 | 53 | 94 |
| | 0,8235 | 18 | 48 | 82 | 125 | 196 | 285 | 503 |
| | 1,307 | 16 | 34 | 57 | 88 | 138 | 200 | 353 |
| AF, XF, XFF | 2,082 | 14 | 23 | 38 | 59 | 93 | 135 | 237 |
| | 3,307 | 12 | 15 | 25 | 39 | 61 | 89 | 157 |
| | 5,26 | 10 | 10 | 16 | 25 | 40 | 58 | 103 |
| | 3,307 | 12 | 5 | 8 | 12 | 19 | 28 | 50 |
| | 5,26 | 10 | 4 | 6 | 10 | 15 | 22 | 39 |

**Nota:** Esta tabla es sólo para conductores con cableado concéntrico. Para cables compactos se debe aplicar la tabla C3A.

**Tabla C3A. Número máximo de conductores compactos en tubo *(conduit)* flexibles (según la Tabla 1 del Capítulo 10)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| THW | 8,367 | 8 | 3 | 5 | 8 | 13 | 19 | 33 | 50 | 71 | 97 | 127 |
| THHW | 13,3 | 6 | 1 | 3 | 5 | 7 | 11 | 20 | 29 | 43 | 58 | 76 |
| THW-2 | 21,15 | 4 | 1 | 2 | 3 | 5 | 8 | 15 | 22 | 32 | 43 | 57 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 11 | 16 | 23 | 32 | 42 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 11 | 16 | 22 | 29 |
| | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 10 | 14 | 19 | 25 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 12 | 16 | 21 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 14 | 18 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 | 8 | 11 | 15 |
| | 126,6 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 9 | 12 |
| | 7 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 152,0 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | 1 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| | 177,3 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | 7 |
| | 4 | 600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 |
| | 202,6 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 8 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| | 253,3 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| | 5 | | | | | | | | | | | |
| THHN | 304,0 | 8 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| THWN | 2 | 6 | 3 | 4 | 7 | 11 | 16 | 29 | 43 | 62 | 85 | 111 |
| THWN-2 | 354,6 | 4 | 1 | 3 | 4 | 7 | 10 | 18 | 27 | 38 | 52 | 69 |
| | 9 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 13 | 19 | 28 | 38 | 49 |
| | 380,0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 9 | 14 | 21 | 28 | 37 |
| | 3 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 8 | 12 | 17 | 24 | 31 |
| | 506,7 | 2/0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 14 | 20 | 26 |
| | 1 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 12 | 17 | 22 |
| | | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 14 | 18 |
| | 8,367 | 250 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 11 | 14 |
| | 13,3 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 12 |
| | 21,15 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 33,62 | 400 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | 42,41 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 |
| | 53,48 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 |
| | 67,43 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 |
| | 85,01 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 107,2 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| | 126,6 | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | |
| | 152,0 | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | |
| | 177,3 | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | |
| | 202,6 | | | | | | | | | | | |
| | 8 | | | | | | | | | | | |
| | 253,3 | | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | | |
| | 304,0 | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | |
| | 354,6 | | | | | | | | | | | |
| | 9 | | | | | | | | | | | |
| | 380,0 | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | |
| | 506,7 | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | |

**Tabla C3A. Número máximo de conductores compactos en tubo *(conduit)* metálico flexible (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |
| XHHW<br>XHHW-2 | 8,367<br>13,3<br>21,15<br>33,62<br>42,41<br>53,48<br>67,43<br>85,01<br>107,2<br>126,67<br>152,01<br>177,34<br>202,68<br>253,35<br>304,02<br>354,69<br>380,03<br>506,71 | 8<br>6<br>4<br>2<br>1<br>1/0<br>2/0<br>3/0<br>4/0<br>250<br>300<br>350<br>400<br>500<br>600<br>700<br>750<br>1000 | 3<br>2<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 5<br>4<br>3<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 8<br>6<br>4<br>3<br>2<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>0<br>0<br>0<br>0<br>0 | 13<br>9<br>7<br>5<br>3<br>3<br>2<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>0<br>0<br>0<br>0 | 19<br>14<br>10<br>7<br>5<br>4<br>4<br>3<br>2<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1 | 33<br>24<br>18<br>13<br>9<br>8<br>7<br>5<br>4<br>4<br>3<br>3<br>2<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1 | 50<br>37<br>27<br>19<br>14<br>12<br>10<br>8<br>7<br>5<br>5<br>4<br>4<br>3<br>2<br>1<br>1<br>1 | 71<br>53<br>38<br>28<br>21<br>17<br>15<br>12<br>10<br>8<br>7<br>6<br>5<br>4<br>3<br>2<br>3<br>2 | 97<br>72<br>52<br>38<br>28<br>24<br>20<br>17<br>14<br>11<br>9<br>8<br>7<br>6<br>5<br>4<br>4<br>3 | 127<br>95<br>69<br>49<br>37<br>31<br>26<br>22<br>18<br>14<br>12<br>11<br>10<br>8<br>6<br>6<br>5<br>4 |

**Nota:** Se define el cableado compacto como un proceso de fabricación en el que un conductor normal se comprime hasta que prácticamente desaparecen los intersticios o huecos entre los hilos que forman el conductor.

**Tabla C4. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado (según la Tabla 1 del Capítulo 10)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RH | 2,082 | 14 | 6 | 11 | 18 | 31 | 42 | 69 | 98 | 151 | 202 | 261 |
| | 3,307 | 12 | 5 | 9 | 14 | 25 | 34 | 56 | 79 | 122 | 163 | 209 |
| RHH, RHW | 2,082 | 14 | 4 | 8 | 13 | 22 | 30 | 49 | 70 | 108 | 144 | 186 |
| THW-2 | 3,307 | 12 | 4 | 6 | 11 | 18 | 25 | 41 | 58 | 89 | 120 | 154 |
| RH, RHH | 5,26 | 10 | 3 | 5 | 8 | 15 | 20 | 33 | 47 | 72 | 97 | 124 |
| RHW, | 8,367 | 8 | 1 | 3 | 4 | 8 | 10 | 17 | 24 | 38 | 50 | 65 |
| RHW-2 | 13,3 | 6 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 14 | 19 | 30 | 40 | 52 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 11 | 15 | 23 | 31 | 41 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 13 | 21 | 28 | 36 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 11 | 18 | 24 | 31 |
| | 42,41 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 12 | 16 | 20 |
| | 53,48 | 1/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 10 | 14 | 18 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 13 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 9 | 11 |
| | 126,6 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 8 |
| | 7 | 300 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 |
| | 152,0 | 350 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 |
| | 1 | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 |
| | 177,3 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 4 | 600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 202,6 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 8 | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| | 253,3 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | 5 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | 304,0 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | 2 | 1250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 354,6 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 9 | 1750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 380,0 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | | | | | | | | | | | |
| TW | 405,3 | 14 | 10 | 17 | 27 | 47 | 64 | 104 | 147 | 228 | 304 | 392 |
| THW | 7 | 12 | 7 | 13 | 21 | 36 | 49 | 80 | 113 | 175 | 234 | 301 |
| THHW | 456,0 | 10 | 5 | 9 | 15 | 27 | 36 | 59 | 84 | 130 | 174 | 224 |
| THW-2 | 4 | 8 | 3 | 5 | 8 | 15 | 20 | 33 | 47 | 72 | 97 | 124 |
| | 506,7 | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | |
| | 633,3 | | | | | | | | | | | |
| | 9 | | | | | | | | | | | |
| | 760,0 | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | |
| | 886,7 | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | |
| | 1013, | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | 2,082 | | | | | | | | | | | |
| | 3,307 | | | | | | | | | | | |
| | 5,26 | | | | | | | | | | | |
| | 8,367 | | | | | | | | | | | |

**Tabla C4. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 1)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RHH*, RHW* RHW-2* | 2,082 | 14 | 6 | 11 | 18 | 31 | 42 | 69 | 98 | 151 | 202 | 261 |
| | 3,307 | 12 | 5 | 9 | 14 | 25 | 34 | 56 | 79 | 122 | 163 | 209 |
| RHH*,RHW* | 5,26 | 10 | 4 | 7 | 11 | 19 | 26 | 43 | 61 | 95 | 127 | 163 |
| RHW-2 | 8,367 | 8 | 2 | 4 | 7 | 12 | 16 | 26 | 37 | 57 | 76 | 98 |
| THW-2* | 13,3 | 6 | 1 | 3 | 5 | 9 | 12 | 20 | 28 | 43 | 58 | 75 |
| THHW, | 21,15 | 4 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 15 | 21 | 32 | 43 | 56 |
| THW | 26,67 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 13 | 18 | 28 | 37 | 48 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 11 | 15 | 23 | 31 | 41 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 11 | 16 | 22 | 28 |
| | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 9 | 14 | 19 | 24 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 10 | 13 | 17 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 8 | 11 | 14 |
| | 126,6 7 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 9 | 12 |
| | | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 152,0 1 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | | 400 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 |
| | 177,3 4 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 |
| | | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 202,6 8 | 700 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 253,3 5 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 304,0 2 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | | 1250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | 354,6 9 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | | 1750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 380,0 3 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 405,3 7 | | | | | | | | | | | |
| | 456,0 4 | | | | | | | | | | | |
| | 506,7 1 | | | | | | | | | | | |
| | 633,3 9 | | | | | | | | | | | |
| | 760,0 7 | | | | | | | | | | | |
| | 886,7 4 | | | | | | | | | | | |
| | 1013, 4 | | | | | | | | | | | |

**Tabla C4. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 2)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| THHN | 2,082 | 14 | 14 | 24 | 39 | 68 | 91 | 149 | 211 | 326 | 436 | 562 |
| THWN | 3,307 | 12 | 10 | 17 | 29 | 49 | 67 | 109 | 154 | 238 | 318 | 410 |
| THWN-2 | 5,26 | 10 | 6 | 11 | 18 | 31 | 42 | 68 | 97 | 150 | 200 | 258 |
| | 8,367 | 8 | 3 | 6 | 10 | 18 | 24 | 39 | 56 | 86 | 115 | 149 |
| | 13,3 | 6 | 2 | 4 | 7 | 13 | 17 | 28 | 40 | 62 | 83 | 107 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 3 | 4 | 8 | 10 | 17 | 25 | 38 | 51 | 66 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 15 | 21 | 32 | 43 | 56 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 12 | 17 | 27 | 36 | 47 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 9 | 13 | 20 | 27 | 35 |
| | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 8 | 11 | 17 | 23 | 29 |
| | 67,43 | 2/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 9 | 14 | 190 | 24 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 12 | 16 | 20 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 13 | 17 |
| | 126,6 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 10 | 13 |
| | 7 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 9 | 12 |
| | 152,0 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 1 | 400 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | 177,3 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 |
| | 4 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 |
| | 202,6 | 700 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 8 | 750 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 253,3 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 5 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 304,0 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 2 | | | | | | | | | | | |
| FEP, | 354,6 | 14 | 13 | 23 | 38 | 66 | 89 | 145 | 205 | 317 | 423 | 545 |
| FEPB | 9 | 12 | 10 | 17 | 28 | 48 | 65 | 106 | 150 | 231 | 309 | 398 |
| PFA, | 380,0 | 10 | 7 | 12 | 20 | 34 | 46 | 76 | 107 | 166 | 221 | 285 |
| PFAH | 3 | 8 | 4 | 7 | 11 | 19 | 26 | 43 | 61 | 95 | 127 | 163 |
| TFE | 405,3 | 6 | 3 | 5 | 8 | 14 | 19 | 31 | 44 | 67 | 90 | 116 |
| | 7 | 4 | 1 | 3 | 5 | 10 | 13 | 21 | 30 | 47 | 63 | 81 |
| | 456,0 | 3 | 1 | 3 | 4 | 8 | 11 | 18 | 25 | 39 | 52 | 68 |
| | 4 | 2 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 15 | 21 | 32 | 43 | 56 |
| | 506,7 | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 14 | 22 | 30 | 39 |
| PFA, | 2,082 | | | | | | | | | | | |
| PFAH | 3,307 | | | | | | | | | | | |
| TFE | 5,26 | | | | | | | | | | | |
| | 8,367 | | | | | | | | | | | |
| | 13,3 | | | | | | | | | | | |
| | 21,15 | | | | | | | | | | | |
| | 26,67 | | | | | | | | | | | |
| | 33,62 | | | | | | | | | | | |
| | 42,41 | | | | | | | | | | | |

**Tabla C4. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 3)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PFA, PFAH | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 8 | 12 | 19 | 25 | 32 |
| TFE, Z | 67,43 | 2/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 10 | 15 | 21 | 27 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 8 | 13 | 17 | 22 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 14 | 18 |
| Z | 2,082 | 14 | 16 | 28 | 46 | 79 | 107 | 175 | 247 | 381 | 510 | 657 |
| | 3,307 | 12 | 11 | 20 | 32 | 56 | 76 | 124 | 175 | 271 | 262 | 466 |
| | 5,26 | 10 | 7 | 12 | 20 | 34 | 46 | 76 | 107 | 166 | 221 | 285 |
| | 8,367 | 8 | 4 | 7 | 12 | 21 | 29 | 48 | 68 | 105 | 140 | 180 |
| | 13,3 | 6 | 3 | 5 | 9 | 15 | 20 | 33 | 47 | 73 | 98 | 127 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 3 | 6 | 10 | 14 | 23 | 33 | 50 | 67 | 87 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 17 | 24 | 37 | 49 | 63 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 14 | 20 | 30 | 41 | 53 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 11 | 16 | 25 | 33 | 43 |
| XHH, | 2,082 | 14 | 10 | 17 | 27 | 47 | 64 | 104 | 147 | 228 | 304 | 392 |
| XHHW | 3,307 | 12 | 7 | 13 | 21 | 36 | 49 | 80 | 113 | 175 | 234 | 301 |
| XHHW-2 | 5,26 | 10 | 5 | 9 | 15 | 27 | 36 | 59 | 84 | 130 | 174 | 224 |
| ZW | 8,367 | 8 | 3 | 5 | 8 | 15 | 20 | 33 | 47 | 72 | 97 | 124 |
| | 13,3 | 6 | 1 | 4 | 6 | 11 | 15 | 24 | 35 | 53 | 71 | 92 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 3 | 4 | 8 | 11 | 18 | 25 | 39 | 52 | 67 |
| | 26,67 | 3 | 1 | 2 | 4 | 7 | 9 | 15 | 21 | 33 | 44 | 56 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 12 | 18 | 27 | 37 | 47 |
| XHH | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 9 | 13 | 20 | 27 | 35 |
| XHHW, | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 11 | 17 | 23 | 30 |
| XHHW-2 | 67,43 | 2/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 9 | 14 | 19 | 25 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 12 | 16 | 20 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 10 | 13 | 17 |
| | 126,67 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 11 | 14 |
| | 152,01 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 9 | 12 |
| | 177,34 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 202,68 | 400 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | 253,35 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 |
| | 304,02 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 |
| | 354,69 | 700 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 380,03 | 750 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 405,37 | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 456,04 | 900 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 506,71 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 633,39 | 1250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | 760,07 | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 886,74 | 1750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | 1013,4 | 2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**Tabla C4. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (continuación 4)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm2 | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 |
| FFH-2, RFH-2 | 0,8235 | 18 | 9 | 16 | 26 | 45 | 61 | 100 |
| RFHH-3 | 1,307 | 16 | 8 | 13 | 22 | 38 | 51 | 84 |
| SF-2, SFF-2 | 0,8235 | 18 | 12 | 20 | 33 | 57 | 77 | 126 |
| | 1,307 | 16 | 10 | 17 | 27 | 47 | 64 | 104 |
| | 2,082 | 14 | 8 | 13 | 22 | 38 | 51 | 84 |
| SF-1, SFF-1 | 0,8235 | 18 | 21 | 36 | 59 | 101 | 137 | 223 |
| AF, RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF | 0,8235 | 18 | 15 | 26 | 43 | 75 | 101 | 165 |
| AF, RFH-2, TF, TFF, XF, XFF | 1,307 | 16 | 12 | 21 | 35 | 60 | 81 | 133 |
| | 2,082 | 14 | 10 | 17 | 27 | 47 | 64 | 104 |
| AF, XF, XFF | 0,8235 | 18 | 25 | 42 | 69 | 119 | 161 | 264 |
| TFN, TFFN | 1,307 | 16 | 19 | 32 | 53 | 91 | 123 | 201 |
| | 0,8235 | 18 16 | 23 18 | 40 31 | 66 51 | 113 87 | 153 118 | 250 193 |
| PF, PFF, PGF, PGFF, | 1,307 | 14 | 13 | 23 | 38 | 66 | 89 | 145 |
| PAF, PTF, PTFF, | 2,082 | | | | | | | |
| PAFF | | 18 | 30 | 52 | 85 | 146 | 197 | 322 |
| | 0,8235 | 16 | 22 | 38 | 63 | 108 | 145 | 238 |
| | 1,307 | 14 | 16 | 28 | 46 | 79 | 107 | 175 |
| ZF, ZFF, ZHF, HF, | 2,082 | | | | | | | |
| HFF | | 18 | 44 | 75 | 123 | 212 | 287 | 468 |
| | 0,8235 | 16 | 31 | 53 | 87 | 149 | 202 | 330 |
| | 1,307 | 14 | 21 | 36 | 60 | 103 | 139 | 227 |
| | 2,082 | 12 | 14 | 25 | 41 | 70 | 95 | 156 |
| KF-2, KFF-2 | 3,307 | 10 | 10 | 17 | 27 | 47 | 64 | 104 |
| | 5,26 | | | | | | | |
| | | 18 | 52 | 90 | 147 | 253 | 342 | 558 |
| | 0,8235 | 16 | 37 | 63 | 103 | 178 | 240 | 392 |
| | 1,307 | 14 | 25 | 42 | 69 | 119 | 161 | 264 |
| | 2,082 | 12 | 16 | 28 | 46 | 79 | 107 | 175 |
| KF-1, KFF-1 | 3,307 | 10 | 10 | 18 | 30 | 52 | 70 | 114 |
| | 5,26 | | | | | | | |
| | | 12 | 5 | 9 | 14 | 25 | 34 | 56 |
| | 3,307 | 10 | 4 | 7 | 11 | 19 | 26 | 43 |
| | 5,26 | | | | | | | |
| AF, XF, XFF | | | | | | | | |

**Tabla C4A . Número máximo de conductores compactos en tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado (según la Tabla 1 del Capítulo 10)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| THW, THW-2 | 8,367 | 8 | 3 | 6 | 9 | 16 | 22 | 37 | 52 | 80 | 107 | 138 |
| | 13,3 | 6 | 1 | 3 | 6 | 10 | 13 | 22 | 31 | 48 | 64 | 82 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 16 | 23 | 36 | 48 | 62 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 12 | 17 | 26 | 35 | 45 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 8 | 12 | 18 | 25 | 32 |
| | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 10 | 16 | 21 | 27 |
| | 67,43 | 2/0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 9 | 13 | 18 | 23 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 11 | 15 | 20 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 13 | 16 |
| | 126,6 | 250 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 13 |
| | 7 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 9 | 11 |
| | 152,0 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 1 | 400 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | 177,3 | 500 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 |
| | 4 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 |
| | 202,6 | 700 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 8 | 750 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 5 |
| | 253,3 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 5 | | | | | | | | | | | |
| THHW | 304,0 | 8 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| THHN, | 2 | 6 | 3 | 5 | 8 | 14 | 19 | 32 | 45 | 70 | 93 | 120 |
| THWN, | 354,6 | 4 | 1 | 3 | 5 | 9 | 12 | 20 | 28 | 43 | 58 | 74 |
| THWN-2 | 9 | 2 | 1 | 1 | 3 | 6 | 8 | 14 | 20 | 31 | 41 | 53 |
| | 380,0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 6 | 10 | 15 | 23 | 31 | 40 |
| | 3 | 1/0 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 9 | 13 | 20 | 26 | 34 |
| | 506,7 | 2/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 10 | 16 | 22 | 28 |
| | 1 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 9 | 14 | 18 | 24 |
| | | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 11 | 15 | 19 |
| | 8,367 | 250 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| | 13,3 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 | 13 |
| | 21,15 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 9 | 11 |
| | 33,62 | 400 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 42,41 | 500 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | 53,48 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 |
| | 67,43 | 700 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 |
| | 85,01 | 750 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 |
| | 107,2 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 126,6 | | | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | | | |
| | 152,0 | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | |
| | 177,3 | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | |
| | 202,6 | | | | | | | | | | | |
| | 8 | | | | | | | | | | | |
| | 253,3 | | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | | |
| | 304,0 | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | |
| | 354,6 | | | | | | | | | | | |
| | 9 | | | | | | | | | | | |
| | 380,0 | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | |
| | 506,7 | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | |

**Tabla C4A. Número máximo de conductores compactos en tubo *(conduit)* metálico tipo semipesado (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación)**

| Letras de tipo | Tamaño nominal del cable: | | Diámetro nominal en mm | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mm^2$ | AWG kcmil | 16 | 21 | 27 | 35 | 41 | 53 | 63 | 78 | 91 | 103 |
| XHHW | 8,367 | 8 | 3 | 6 | 9 | 16 | 22 | 37 | 52 | 80 | 107 | 138 |
| XHHW-2 | 13,3 | 6 | 2 | 4 | 7 | 12 | 16 | 27 | 38 | 59 | 80 | 103 |
| | 21,15 | 4 | 1 | 3 | 5 | 9 | 8 | 20 | 28 | 43 | 58 | 74 |
| | 33,62 | 2 | 1 | 1 | 3 | 6 | 6 | 14 | 20 | 31 | 41 | 53 |
| | 42,41 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 5 | 10 | 15 | 23 | 31 | 40 |
| | 53,48 | 1/0 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 9 | 13 | 20 | 26 | 34 |
| | 67,43 | 2/0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 11 | 17 | 22 | 29 |
| | 85,01 | 3/0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 6 | 9 | 14 | 18 | 24 |
| | 107,2 | 4/0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 7 | 11 | 15 | 20 |
| | 126,67 | 250 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 | 9 | 12 | 16 |
| | 152,01 | 300 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 8 | 10 | 13 |
| | 177,34 | 350 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 7 | 9 | 12 |
| | 202,68 | 400 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 8 | 11 |
| | 253,35 | 500 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| | 304,02 | 600 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 |
| | 354,69 | 700 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 |
| | 380,03 | 750 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 |
| | 506,71 | 1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |

## TÍTULO 5 - Lineamientos para la aplicación de las especificaciones de la NOM

### 5.1 Propósito

**5.1.1** El propósito de las especificaciones es precisar las disposiciones de carácter técnico que deben cumplir las instalaciones eléctricas.

**5.1.2** 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). Se considera que para hacer un uso apropiado de esta NOM, es necesario recibir entrenamiento y tener experiencia suficiente en el manejo de las instalaciones eléctricas.

### 5.2 Arreglo de las especificaciones de la NOM

Las especificaciones de esta NOM se dividen en diez *Capítulos*. Los Capítulos 1, 2, 3 y 4 son de aplicación general; los Capítulos 5, 6 y 7 aplican a lugares específicos, a equipos especiales y a otras condiciones particulares. Las disposiciones establecidas por estos últimos Capítulos son suplementarias o modifican lo establecido en los primeros. Lo indicado en los Capítulos 1 a 4 aplica en forma general, excepto lo que se indique para condiciones particulares en los Capítulos 5, 6 y 7.

El Capítulo 8 cubre instalaciones para Sistemas de Comunicación y es independiente de los demás Capítulos, excepto cuando ahí se haga alguna referencia específica.

El Capítulo 9 incluye disposiciones para instalaciones destinadas al servicio público; líneas aéreas y subterráneas, subestaciones eléctricas y alumbrado público.

El Capítulo 10 consiste de Tablas de datos de conductores y de sus aislamientos, así como de tubo *(conduit)* y de los factores de ocupación por los conductores. Se han incluido los Apéndices A, B y C El Apéndice A es de carácter normativo mientras que los Apéndices B y C son de carácter informativo.

Para simplicidad, se ha omitido anteponer el número del TITULO 4 (especificaciones) en la numeración de Capítulos, Secciones y Subsecciones. Es decir, en lugar de 4.3.50.10, se indica 350-10 para identificar la Sección 10 del Artículo 50 del Capítulo 3.

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

Cuando un Artículo es muy extenso, se subdivide en *Partes*, las cuales desglosan el tema principal en grupos de información; así se tendrá por ejemplo Parte A, B, C, etcétera.

A la disposición básica de la NOM se le denomina *Sección* y se identifica con números y letras. Una Sección se desglosa en ocasiones en *Subsecciones* (con letras entre paréntesis), y cada Subsección puede estar

desglosada aún más en números entre paréntesis, por ejemplo 218-8(a)(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”.

**5.3 Disposiciones obligatorias y notas aclaratorias**

Las disposiciones de carácter obligatorio indicadas en esta NOM, se caracterizan por el uso de la palabra “debe” o por el tiempo gramatical en futuro. Las notas aclaratorias no son disposiciones obligatorias, 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.

**5.4 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 Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas conforme a sus atribuciones,

**Nota:** Véase el Artículo 100 para la definición de Autoridad Competente.

**5.5 Magnitudes, unidades y símbolos**

En la Tabla 5.5-1, se indican las magnitudes, unidades y símbolos utilizados en el texto de esta NOM. Los múltiplos y submúltiplos se utlilizan conforme con lo establecido en la NOM-008-SCFI.

**Tabla 5.5-1. Magnitudes, unidades y símbolos**

| Magnitud | Unidad | Símbolo |
|---|---|---|
| Ángulo | grado | ° |
| Capacidad eléctrica | farad | F |
| Carga eléctrica, cantidad de electricidad | coulomb | C |
| Corriente eléctrica | ampere | A |
| Corriente eléctrica alterna | --- | c.a. |
| Corriente eléctrica continua | --- | c.c. |
| Densidad de corriente | ampere por metro cuadrado | $A/m^2$ |
| Eficacia luminosa | lumen por watt | lm/W |
| Flujo luminoso | lumen | lm |
| Frecuencia | hertz | Hz |
| Fuerza | newton | N |
| Impedancia | ohm | Ω |
| Intensidad luminosa | candela | cd |
| Longitud | metro | m |
| Luminancia | candela por metro cuadrado | $cd/m^2$ |
| luminosidad, iluminancia | lux | lx |
| Masa | kilogramo | kg |
| Potencia, flujo energético | watt | W |
| Presión, tensión mecánica | pascal | Pa |
| Resistencia eléctrica | ohm | Ω |
| Resistividad | ohm metro | Ω.m |
| Superficie | metro cuadrado | $m^2$ |
| Temperatura celsius | grado celsius | °C |
| Tensión eléctrica, diferencia de potencial | volt | V |
| Tiempo | segundo | s |
| Trabajo, energía, calor | joule | J |
| Volumen | metro cúbico<br>litro | $m^3$<br>l, L |

## TÍTULO 6 - Vigilancia

La Secretaría de Energía, a través de la Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas conforme a sus atribuciones, es la autoridad encargada de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

## TÍTULO 7 - Concordancia con normas internacionales

La presente Norma Oficial Mexicana no tiene concordancia con norma internacional alguna.

**TÍTULO 8 - Bibliografía**


- NOM-Z-13, Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas oficiales mexicanas
- NOM-Z-109, Términos generales y sus definiciones referentes a la normalización y actividades conexas
- NOM-008-SCFI, Sistema General de Unidades de Medida
- NFPA 70, *National Electrical Code*® 1996 Edition


**TRANSITORIOS**

**PRIMERO:** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los seis meses posteriores a su publicación en el **Diario Oficial de La Federación**.

**SEGUNDO:** La presente Norma Oficial Mexicana sólo será aplicable a proyectos y construcciones que se inicien en fecha posterior a su entrada en vigor, incluyendo ampliaciones o modificaciones a instalaciones existentes.

**TERCERO:** Los productos, dispositivos, materiales y equipos que se empleen en las instalaciones eléctricas deberán cumplir con las normas aplicables.

**CUARTO:** A falta de laboratorios de prueba para la certificación de una norma específica, las autoridades competentes podrán aceptar informes de resultados de laboratorios acreditados para otras normas, o en su defecto, de laboratorios no acreditados siempre que cuenten con la infraestructura necesaria. Los informes de resultados deberán demostrar que se cumple con las normas oficiales mexicanas.

México, D.F., a 26 de abril de 1999.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, **Francisco Rodríguez Ruiz**.- Rúbrica.