Fuente : Diario Oficial de la Federación **Fecha de Publicación:** 27 Junio 2005

PROY-NOM-001-SEDE-2003,

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA

INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)

SEPTIMA SECCION

SECRETARIA DE ENERGIA

(Viene de la Sexta Sección)

ARTICULO 810-EQUIPOS DE RADIO Y TELEVISION

A. Disposiciones generales

810-1. Alcance. Este Artículo se aplica a sistemas de antenas para equipos de recepción de radio y televisión, equipos transmisión y recepción de radioaficionados, y algunas características de seguridad del transmisor. Este Artículo trata sobre antenas tales como las multi -elementos, de varilla vertical y parabólicas, y también comprende el alambrado y cableado que las conecta a los equipos, pero no incluye equipos y antenas usados para acoplar la corriente portadora a los conductores de la línea de fuerza.

810-2. Otros Artículos aplicables. El alambrado desde la fuente de suministro de energía a y entre los dispositivos conectados al sistema de alambrado interior y entre dichos dispositivos deben cumplir con los Capítulos 1 a 4, excepto por las modificaciones indicadas en las Partes A y B del Artículo 640. El alambrado para equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio debe cumplir con el Artículo 640. El cable coaxial que conectan las antenas a los equipos debe cumplir con lo establecido en elArtículo 820.

810-3. Antenas comunitarias de televisión. Las antenas comunitarias deben cumplir con lo establecido en este Artículo. El sistema de distribución debe cumplir con lo establecido en el Artículo 820.

810-4. Supresores de ruido para radio. Los dispositivos que eliminan las interferencias de radio, los condensadores de interferencia o los supresores de ruido conectados a los conductores de alimentación, deben estar aprobados y no deben estar expuestos a daño físico.

810-5. 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: Se permite instalar alambre de cobre blando o semiduro para los conductores de entrada de antena cuando los tramos entre los puntos de soporte no son mayores de 10 m.

810-12. Soportes. Las antenas exteriores y los conductores de entrada deben estar firmemente soportados. Ni las antenas ni los conductores de entrada se deben sujetar a los mástiles de la acometida eléctrica, ni en postes o estructuras similares que porten alambres a la vista de alumbrado o fuerza, o alambres para troles de 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 deben fijarse firmemente a las antenas.

810-13. Modo de evitar contactos con conductores de otros sistemas. Las antenas exteriores y los conductores de entrada que vayan desde una antena hasta un edificio, no deben cruzar por encima de conductores expuestos de circuitos de alumbrado o de fuerza y se deben mantener alejados de tales circuitos, con el fin de evitar la posibilidad de contactos accidentales. Cuando no se pueda evitar la proximidad con los conductores expuestos de alumbrado o de las acometidas de instalaciones menor de 250 V entre conductores, se debe instalar a una distancia de seguridad no menor de mínimo sea de 60 cm. Cuando sea posible, los conductores de la antena se deben instalar de modo que no crucen por debajo de otros conductores expuestos de alumbrado o 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 puesta 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

Material	Tamaño nominal mínimo de los conductores, cuando la longitud máxima del tramo es:		
	Menor de 10 m	De 10 m a 45 m	Mayor de 45 m
Aleación de aluminio y cobre duro	65 mm^2 (19 AWG)	2,08 mm^2 (14 AWG)	3,31 mm^2 (12 AWG)
Cobre con núcleo de hierro, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	0,519 mm^2 (20 AWG)	1,03 mm^2 (17 AWG)	2,08 mm^2 (14 AWG)

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. Deben instalarse, 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 o caigan sobre dichos 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. Distancias de seguridad - Estaciones receptoras

a) Fuera de los edificios. Los conductores de entrada fijados a los edificios se deben instalar de forma que no puedan aproximarse, al moverse, a menos de 60 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 no exceda 150 V entre conductores, si todos los conductores implicados están fijados para asegurar una distancia permanente, en cuyo caso la distancia puede reducirse, pero no debe ser menor a 10 cm.
La distancia de seguridad entre conductores de entrada y cualquier conductor que forme parte de un sistema de protección contra tormentas eléctricas, no debe ser menor a 1,8 m, a menos que se haga la unión como se indica en la Sección 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 de antena que se instalen en canalizaciones o armadura metálica.

b) Antenas y cables de entradas interiores. Las antenas y conductores de entradas interiores no deben estar 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 receptor de radio al circuito, debe estar aprobado para este uso.

810-20. Dispositivos para descarga de antenas - estaciones receptoras

a) Donde se requiere. Cada conductor de entrada procedente de una antena exterior debe estar provisto de una unidad aprobada de descarga de antena.

Excepción: Cuando los conductores de entrada estén dentro de una pantalla metálica continua permanente y esté 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 de entrada y el o receptor de radio o los transformadores, y tan cerca como sea posible de la entrada de los conductores al edificio. Las unidades de descarga de antena no deben ubicarse cerca de materiales combustibles, ni en las áreas peligrosas (clasificadas) según lo definido en el Artículo 500.

c) Puesta a tierra. La unidad de descarga de antenas debe estar puesta a tierra conforme con lo establecido en 810-21.

810-21. Conductores de puesta a tierra - estaciones receptoras. Los conductores de puesta a tierra deben cumplir con los incisos (a) a (j) 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. No se deben usar conductores de puesta a tierra de aluminio o aluminio recubierto de cobre cuando estén en contacto directo con construcciones de mampostería o con la tierra o expuestos a condiciones corrosivas. Cuando se utilicen en exteriores, los conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre no se deben instalar a una distancia menor de 18 pulgadas (457 mm) de la tierra.

b) Aislamiento. Los conductores de puesta a tierra pueden estar no 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 debe aumentar 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. Cuando se instale un conductor de puesta a tierra en una canalización metálica, los dos extremos de la canalización deben estar unidos al conductor de puesta a tierra o al mismo terminal o electrodo al que vaya conectado el conductor de puesta a tierra.

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 5,26 mm^2 (10 AWG) para cobre 8,37 mm^2 (8 AWG) para aluminio, 1,03 mm^2 (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 radioaficionados - Sistemas de antenas

810-51. Otras secciones aplicables. Los sistemas de antena de las estaciones de radioaficionados, transmisorasy receptoras, además de cumplir con las disposiciones de esta Parte C, deben cumplir con lo estipulado en 810-11 a 810-15.

810-52. Tamaño nominal de conductores de la antena. Los conductores de la antena para estaciones de radioaficionados, transmisoras y receptoras, deben ser de tamaño nominal no menor a lo indicado en la Tabla 810-52.

TABLA 810-52.- Tamaño nominal mínimo de los conductores de antena exterior para estaciones de radioaficionados, mm^2 (AWG)

Material	Tamaño nominal mínimo cuando la longitud máxima del tramo es:	
	De 10 hasta 45 m	Mayor de 45 m
Cobre duro	2,08 mm^2 (14 AWG)	5,26 mm^2 (10 AWG)
Cobre con núcleo de acero, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	2,08 mm^2 (14 AWG)	3,31 mm^2 (12 AWG)

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. Distancias de seguridad en el edificio. Los conductores de antena para estaciones transmisoras fijados a los edificios, deben montarse firmemente, dejando una distancia de seguridad mínima de 75 mm hasta la superficie del edificio e ir montados sobre soportes aislantes no absorbentes, tales como varillas o abrazaderas tratadas, y equipados con aisladores que tengan una distancia de fuga y de distancia libre no menor de 75 mm. Los conductores de entrada fijados al edificio deben someterse también a estos requisitos.

Excepción: Cuando los conductores de entrada están confinados en una pantalla metálica continua, permanente y puesta a tierra eficazmente, no se requiere cumplir con estos requisitos. Si la pantalla metálica está puesta a tierra se puede utilizarla también como conductor.

810-55. Entrada al edificio. Los conductores de entrada de la antena de las estaciones de transmisión, excepto cuando están protegidos por una pantalla metálica continua conectada puesta a tierra en forma permanente y efectiva, deben entrar a los edificios por uno de los métodos siguientes:

(1) a través de un tubo o boquilla aislante, no absorbente, no combustible y rígida;

(2) a través de una abertura provista para el propósito, en la que los conductores de entrada están fijados firmemente, dejando una distancia de seguridad, no menor de 50 mm; o

(3) a través de un agujero perforado en el vidrio de una ventana.

810-56. Protección contra contactos accidentales. Los conductores de entrada a las antenas a los transmisores de radio, deben ubicarse o instalarse de manera que se dificulte el contacto accidental con ellos.

810-57. Unidades de descarga de antenas - estaciones transmisoras. Cada conductor de entrada de una antena exterior debe estar provisto de una unidad de descarga de la antena u otro medio adecuado para descargar la electricidad estática desde el sistema de la antena.

Excepción 1: Cuando cada conductor esté protegido por una pantalla 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 radioaficionados. Los conductores de puesta a tierra, deben cumplir con los incisos siguientes:

a) Otras secciones aplicables. Todos los conductores de puesta a tierra de los equipos de las estaciones de radioaficionados, 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 como mínimo igual al conductor de entrada de la antena, pero en ningún caso de tamaño nominal no menor de 5,26 mm^2 (10 AWG) para cobre, bronce o bronce con núcleo de acero.

c) Tamaño nominal del conductor de puesta a tierra para funcionamiento. El conductor de puesta a tierra para el funcionamiento de estaciones transmisoras no debe ser de tamaño nominal menor a 2,08 mm^2 (14 AWG) para cobre o su equivalente.

D. Instalaciones interiores - Estaciones transmisoras

810-70. Distancias de seguridad de otros conductores. Todos los conductores dentro del edificio deben instalarse a distancia de seguridad 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 material no conductor fijo firmemente como un tubo de porcelana o tubo (conduit) flexible.

810-71. Disposiciones generales. Los transmisores deben cumplir con los incisos (a) hasta (c) 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 efectivamente.

b) Puesta a tierra de los controles. Todas las palancas metálicas y controles exteriores accesibles al personal encargado del funcionamiento deben estar puestos a tierra efectivamente.

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.

ARTICULO 820-SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ANTENAS COMUNITARIAS DE RADIO Y TELEVISION

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 comunitarias de televisión (CATV).

?

820-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo, se aplican además las definiciones siguientes. Véase el Artículo 100.

Expuesto. Un cable expuesto es un cable que se encuentra en una posición tal, que en caso de falla de los soportes y del aislamiento, puede dar como resultado el contacto con otro circuito.

NOTA: Véase el Artículo 100, para otras dos definiciones de Expuesto.

Predios. El terreno y las edificaciones de un usuario, localizados en el lado del usuario del punto de demarcación de la red entre la empresa de servicios y el usuario.

Punto de entrada. Punto dentro de un edificio por donde el cable emerge de un muro exterior, de una placa de concreto en el piso o de un tubo (conduit) metálico tipo pesado o tubo (conduit) metálico tipo semipesado conectados puesta a tierra a un electrodo, de acuerdo con la Sección 800-40(b).

820-3. Lugares y otros Artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir con (a) hasta (g).

(a) Propagación del fuego o productos de la combustión. Sección 300-21.

(b) Ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios de ventilación. La Sección 300-22, cuando se instalan en ductos o cámaras plenas (de aire) u otros espacios de ventilación.

Excepción: Lo permitido en la Sección 820-53(a).

(c) Instalación y uso. Se debe aplicar la Sección 110-3.

(d) Instalaciones de cables de fibra óptica, conductores y no conductores. Artículo 770.

(e) Circuitos de comunicaciones. Artículo 800.

(f) Sistemas de comunicaciones de banda ancha, alimentados por red. Artículo 830.

(g) Métodos de alambrado alternos. Se permite reemplazar los métodos de alambrado del Artículo 820 por los del Artículo 830.

NOTA: El uso de los métodos de alambrado del Artículo 830 facilita la actualización de las instalaciones del Artículo 820 a aplicaciones de banda ancha alimentadas por red.

820-4. Limitaciones de energía. El cable coaxial puede ser utilizado para suministrar energía a baja potencia a equipos directamente asociados con los sistemas de distribución de radiofrecuencia, siempre que la tensión 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.

820-5. 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 antenas comunitarias, radio y televisión deben instalarse de manera organizada 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.

NOTA: Para información adicional sobre la práctica industrial aceptada, Véase el Apéndice B2

B. Cables exteriores y que entran 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) hasta (f):

a) Sobre postes. Cuando sea posible, los conductores en postes se deben instalar debajo de los conductores de alumbrado o fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia limitada, y no deben sujetarse a las crucetas que llevan estos conductores de alumbrado o fuerza.

b) Distancia de seguridad de los conductores en la entrada. Los conductores de entrada de antena 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 de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia limitada, a fin de evitar contactos accidentales.

Excepción: Cuando no pueda evitarse la proximidad a los conductores de circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia limitada, la instalación debe ser tal que asegure una distancia de seguridad no menor de 30 cm de estas bajadas de acometidas aéreas de circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia limitada.

c) En mástiles. Se permite sostener los cables aéreos en un mástil de canalización situado encima de la azotea, que no encierre, ni sostenga conductores de circuitos de alumbrado o fuerza.

d) Sobre azoteas. Los cables que pasen sobre edificios deben estar a una distancia de seguridad vertical no menor de 2,4 m por encima de cualquier punto de la azotea por el que pasen.

Excepción 1: Edificios auxiliares tales como garaje (cocheras o estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite reducir la distancia de seguridad anterior, sólo por encima de la porción sobresaliente del techo, a no menos de 45 cm, si: (1) no mayor de 1,2 m de los conductores de la acometida aérea de comunicación que pasan por encima de la saliente del techo; y (2) si terminan en una canalización o soporte aprobado.

Excepción 3: Donde el techo tenga una pendiente no menor a 10 cm por cada 30 cm, se permite una reducción en la distancia de seguridad de 90 cm.

e) 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.

f) Sobre 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, de Clase 1 o de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, que no estén dentro de una canalización o cable, o estar permanentemente separados de los conductores de otro sistema por medio de un material no conductor continuo y firmemente fijado, adicional al aislamiento de los alambres.

2) Otros sistemas de comunicaciones. El cable coaxial debe instalarse de forma que no interfiera innecesariamente durante el mantenimiento a otros sistemas. En ningún caso los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de un sistema, deben causar abrasión en los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de otro sistema.

3) Conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas. Cuando sea posible, se debe mantener una distancia de seguridad no menor de 1,8 m entre los cables coaxiales y los conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

820-11. Conductores de entrada a los edificios

a) Sistemas subterráneos. Los cables coaxiales subterráneos instalados en ductos, pedestales, registros, 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 a una distancia de seguridad de por lo menos 30 cm de cualquier conductor de circuitos de alumbrado, de fuerza 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 pantalla o armadura metálica, o de tipo UF o USE; o los cables coaxiales que 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 sistema de protección contra descargas atmosféricas 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 puesta a tierra en el predio tan cerca como sea posible al punto de entrada del cable. Para propósitos de esta Sección, el punto en el cual el cable expuesto, se debe considerar que es el punto donde emerge de un muro exterior, de una losa de concreto, o de un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado conectado puesta 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 de la pared exterior de la casa móvil y a no más de 9 m de la casa móvil, o en el medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil acorde con 250-24 y ubicada a la vista de la pared exterior y a no más de 9 m de la casa móvil, 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 la pantalla de un cable coaxial aéreo mediante un dispositivo de protección, que no interrumpa el sistema de puesta a tierra dentro del local.

D. Método de puesta a tierra

820-40. Puesta a tierra del cable. Cuando lo requiere la Sección 820-33, la pantalla del cable coaxial debe ponerse puesta a tierra como se especifica en los incisos a) hasta d) siguientes:

a) Conductor de puesta a tierra

1) Aislamiento. El conductor de puesta a tierra debe estar aislado y debe estar aprobado como adecuado 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 2,08 mm^2 (14 AWG) y debe tener una capacidad de conducción de corriente aproximadamente igual al 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 vaya tendido 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 electrodo de puesta a tierra debe conectarse como sigue:

1) A la ubicación más cercana posible en:

a. El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura conforme con lo establecido en 250-81;

b. El sistema interior de tuberías metálicas de agua acorde a 250-80(a);

c. Los medios accesibles externos a la envolvente de la acometida conforme con lo establecido en 250-71(b);

d. La canalización metálica de la acometida de alimentación;

e. A la envolvente de los equipos de acometida;

f. El conductor de puesta a tierra del electrodo o el encerramiento metálico del conductor de puesta a tierra del electrodo; o

g. Al conductor de puesta a tierra o electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura que esté puesta a tierra a un electrodo, como se especifica en 250-24.

2) Si el edificio o estructura alimentados no tienen una puesta a tierra como se describe en (b)(1), a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-81; o

3) Si el edificio o estructura alimentada no tienen medios de puesta a tierra, como se describe en (b)(1) o (b)(2), se debe conectar a una estructura metálica puesta a tierra eficazmente, o a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-83.

c) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir con 250-115.

d) Unión de los 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 del sistema de antena y el sistema de electrodos de puesta a tierra de energía en el edificio o estructura alimentados, cuando se usen electrodos independientes.

Excepción: En casas móviles conforme con lo establecido en 820-42.

NOTA 1 - Para el uso de varillas de pararrayos, véase 250-86.

NOTA 2 - La unión de todos los electrodos independientes se elimina las diferencias de potencial entre dichos electrodos y entre sus sistemas de alambrado 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 a la pantalla metálica del cable.

820-42. Unión y puesta a tierra en las casas móviles

a) Puesta a tierra. Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado al alcance de la vista y a no más de 9 m desde 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 alimenta, la puesta a tierra de la pantalla del cable coaxial, o puesta a tierra del protector contra sobretensiones, debe estar conforme con lo establecido en 820-40 (b)(2) y 820-40 (b)(3).

b) Unión. La terminal de puesta a tierra de la pantalla del cable coaxial, la terminal de puesta a tierra del dispositivo de 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 3,31 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; o

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 como resistentes a la propagación del fuego conforme con lo establecido en 820-50 y 820-51.

820-50. Aprobación, identificación e instalación de cables coaxiales. Los cables coaxiales en un edificio deben estar aprobados como adecuados para este uso y deben identificarse conforme con lo indicado en Tabla 820-50. La capacidad de tensión eléctrica nominal del cable no debe marcarse en el cable.

NOTA - Las marcas de tensión eléctrica en el cable pueden interpretarse erróneamente que los cables son adecuados para uso en circuitos Clase 1, de fuerza o de alumbrado.

Excepción 1: Si la tensión eléctrica nominal está marcada en los cables, cuando el cable tiene múltiples aprobaciones y la aprobación de algunas de las etiquetas que las requiera.

Excepción 2: La aprobación y la identificación no se requieren cuando el cable entre desde el exterior en un edificio y corra 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: La aprobación 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 plena (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 (c) Excepciones 1, 2, 3 y 4

NOTA 1 - Los tipos de cable se enumeran en orden descendente en cuanto a su clasificación de resistencia al fuego.

NOTA 2 - Véase las Secciones referidas para los requerimientos de aprobación y usos permitidos.

820-51. Requerimientos de aprobación adicionales. Los cables deben estar aprobados conforme con lo indicado en los incisos (a) hasta (d) siguientes:

a) Tipo CATVP. El cable para cámara plena (de aire) de antena comunitaria de televisión tipo CATVP debe estar aprobado como adecuado para usarse en cámaras plenas (de aire), ductos y otros espacios usados para aire acondicionado, y también aprobados con características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humos.

NOTA: Un método para definir los cables con baja producción de humo consiste en establecer un valor aceptable del humo producido, véase Apéndice B1.

b) Tipo CATVR. El cable elevador para antena comunitaria de televisión tipo CATVR debe estar aprobado para uso en ductos verticales en un tiro de piso a piso, y también aprobado con características de resistencia al fuego capaz de prevenir el transporte del fuego de piso a piso.

NOTA: Un método para definir las características de resistencia al fuego capaces de evitar que las llamas se transmitan de una planta, véase Apéndice B1.

c) Tipo CATV. El cable para antena comunitaria de televisión tipo CATV debe estar aprobado para usos generales de antena comunitaria de televisión, con excepción de cámaras plenas (de aire) y ductos verticales, también aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Un método para definir la resistencia a la propagación del fuego, consiste en que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en el ensayo de llama con charola vertical, véase Apéndice B1.

d) Tipo CATVX. El cable de antena comunitaria de televisión de uso limitado tipo CATVX debe estar aprobado como adecuado para uso en viviendas, y, para uso en canalización, y también como resistente a la propagación de fuegos.

NOTA: Un método para definir la resistencia a la propagación del fuego, consiste en que los cables no propaguen el fuego a la parte superior de la bandeja en el ensayo de llama con charola vertical, véase Apéndice B1.

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 (a) hasta (e) siguientes:

a) Separación de otros conductores

1) En envolventes y canalizaciones

a. Circuitos diferentes de los de potencia limitada. Los cables coaxiales se permiten instalar en la misma canalización o envolvente, junto con cables cubiertos en cualquiera de las siguientes condiciones:

1. Los circuitos Clases 2 y 3 de control remoto, señalización y potencia limitada conforme con lo establecido en el Artículo 725.

2. Sistemas de alarma contra incendio de potencia limitada, conforme a lo establecido en el Artículo 760.

3. Circuitos de comunicaciones, conforme con lo establecido en el Artículo 800.

4. Cables de fibra óptica conductores y no conductores, conforme con lo establecido en el Artículo 770.

5. Circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia, de acuerdo con el Artículo 830.

b. Circuitos de fuerza o alumbrado, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media. 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, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, o de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando los conductores de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media están separados de todos los cables coaxiales por una barrera.

Excepción 2: Los conductores de circuitos de fuerza 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.

Los conductores de circuitos de fuerza, deben guiarse en la envolvente para mantener una separación mínima de 6 mm del cable coaxial.

2) otras aplicaciones. Los cables coaxiales deben estar separados al menos 50 mm de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada o de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando: (1) todos los conductores de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media y circuito están en una canalización, o en cables con pantalla metálica, con revestimiento metálico o no metálico, o en cables de tipo AC o UF; o (2) todos los cables coaxiales están encerrados en una canalización.

Excepción 2: Cuando los cables coaxiales estén separados permanentemente de los conductores de fuerza o alumbrado de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media, mediante un elemento no conductor continuo y fijo firmemente, tal como tubos de porcelana o tubería flexible, además del aislamiento del alambre.

b) Propagación del fuego o productos de la combustión. La instalación en huecos, ductos verticales y ductos de ventilación o de extracción de aire, debe hacerse de manera que la posible propagación del fuego y productos de la combustión no se incrementen substancialmente. Las aberturas alrededor de pasos en paredes, pisos o techos falsos resistentes al fuego, 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 plenas (de aire). Los cables instalados en ductos, cámaras plenas (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) Secciones verticales (ductos verticales). Los cables instalados en tramos verticales y que penetren más de un piso, o cables instalados en tramos verticales, en ductos, deben ser tipo CATVR. En las instalaciones que atraviesen pisos y que requieran cable tipo CATVR deben contener únicamente cables adecuados para secciones verticales y cámaras plenas (de aire).

Excepción 1: Los cables tipo CATV y CATVX confinados en canalización metálica o localizados en ductos a prueba de fuego mediante barreras contra el fuego en cada piso.

Excepción 2: Se permite instalar los cables tipo CATV y CATVX en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

NOTA - Para los requisitos de paro de fuego de las penetraciones de los pisos. Véase 820-52(b).

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 unifamiliares o bifamiliares.

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.

NOTA: Los cables sustitutos de la Tabla 820-53 son solamente cables de tipo coaxial.

TABLA 820-53. Sustitución de cable coaxial

Identificación del conductor	Uso	Referencias	Sustitución permitida
CATVP	Cable coaxial para cámara plena (de aire)	820-53(a)	CMP
CATVR	Cable coaxial para secciones verticales	820-53(b)	CATVP, CMP, CMR
CATV	Cable coaxial de propósito general	820-53(c)	CATVP, CMP, CATVR, CMR, CMG, CM
CATVX	Cable coaxial uso limitado	820-53(c)	CATVP, CMP, CATVR, CMR, CATV, CMG, CM
Nota: Para la jerarquía de sustitución de cables, véase la figura 820-53			

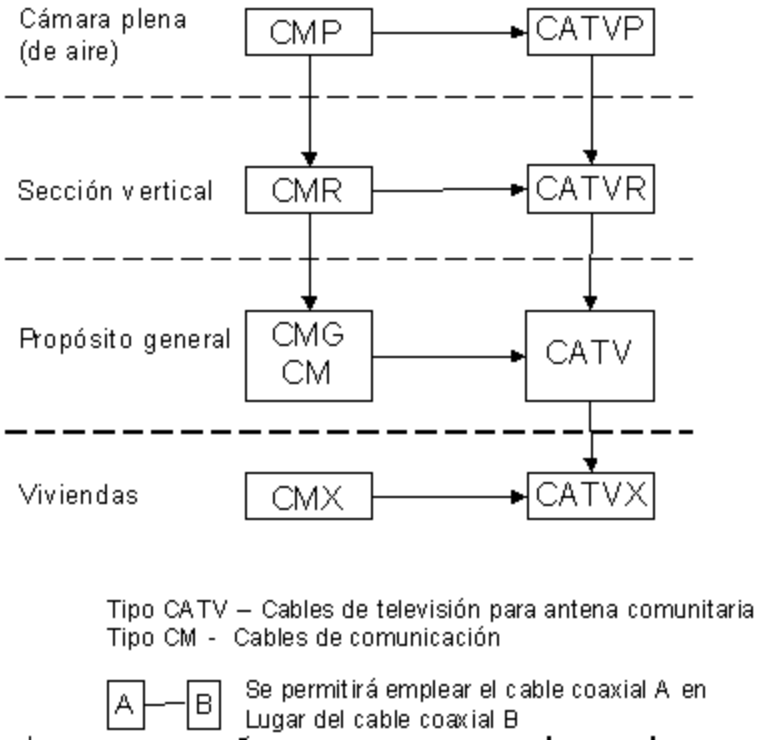


FIGURA 820-53.- Jerarquía de sustitución de cables

ARTICULO 830. SISTEMAS DE COMUNICACIONES DE BANDA ANCHA ALIMENTADOS POR UNA RED

A. Generalidades

830-1. Alcance. Este Artículo trata sobre los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, que proporcionan cualquier combinación de servicios de voz, audio, video, datos y servicios interactivos, a través de una unidad de interfaz de red.

NOTA 1: Una configuración de un sistema básico típico incluye un cable de alimentación de fuerza y una señal de banda ancha a una unidad de interfaz de red que convierte la señal de banda ancha a las señales componentes. Los cables típicos son los cables coaxiales con ambas señales, la banda ancha y la de fuerza en el conductor central, los cables metálicos compuestos con elementos coaxiales para la señal de banda ancha y un par trenzado para alimentación, y un cable de fibra óptica compuesto con un par de conductores, para alimentación. Los sistemas más grandes pueden incluir componentes de red tales como amplificadores que necesiten de una red de alimentación de fuerza.

NOTA 2: Véase el Capítulo 10 para las instalaciones de sistemas de comunicaciones de banda ancha que no se incluyen.

830-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo se aplican las definiciones adicionales siguientes. Véase el Artículo 100.

Alambrado de los predios. Los circuitos localizados en el lado del usuario de la unidad de interfaz de red.

Circuito de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red. Circuito que se extiende desde el terminal o derivación de alimentación de la empresa de comunicaciones, hasta la Unidad de Interferencia de Red (UIR) inclusive.

NOTA: Un circuito de comunicaciones alimentado por una red, típico y para una sola familia consta de un cable aéreo de comunicaciones o de un cable de acometida de comunicaciones y una UIR, e incluye el terminal o derivación de alimentación de la empresa de comunicaciones cuando no está bajo el control exclusivo de la empresa de comunicaciones.

Dispositivo de protección contra fallas. Dispositivo electrónico proyectado para la protección de las personas, que funciona bajo condiciones de falla, tales como un corto circuito en los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, o un circuito abierto, para limitar la corriente o la tensión, o ambas, de un circuito de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red de baja potencia, y brindar protección adecuada contra choque eléctrico.

Expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o de fuerza. El circuito está en una posición tal, que en caso de falla de los soportes o del aislamiento, se puede producir un contacto con otro circuito

Cuadra: manzana, porción de una ciudad, terreno o aldea, rodeada por calles, incluyendo callejones encerrados, pero no las calles.

Punto de entrada: Punto dentro de un edificio, en el cual el cable emerge de una pared externa, de una losa de concreto del suelo, o de un tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado puesto a tierra a un electrodo de acuerdo con la Sección 830-40(b).

Unidad de interfaz de red (UIR). Dispositivo que convierte una señal de banda ancha en los componentes de voz, audio, video, datos y señales de servicios interactivos. La UIR brinda aislamiento entre la alimentación de la red y los circuitos de señales de los predios. La UIR también puede contener protectores primarios y secundarios.

830-3. Lugares y otros artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir lo establecido de (a) hasta (d) siguientes:

(a) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Sección 300-21.

(b) Conductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios de ventilación o de manejo de aire. Sección 300-22, cuando están instalados en ductos o cámaras plenas (de aire) u otros espacios usados para aire ambiental.

Excepción: Como se permite en la Sección 830-55(a)

(c) Instalación y uso. Sección 110-3.

(d) Circuitos de salida. Como sea apropiado para los servicios suministrados, los circuitos de salida derivados de una unidad de interfaz de red deben cumplir con los requisitos siguientes:

(1) Instalaciones de circuitos de comunicaciones: Artículo 800

(2) Instalaciones de circuitos de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión: Artículo 820

Excepción: cuando se suministre protección en la salida de una UIR se debe aplicar lo dispuesto en la Sección 830-30(b)(3).

(3) Instalaciones de cables de fibra óptica, Artículo 770.

(4) Instalaciones de circuitos de Clase 2 y Clase 3, Artículo 725.

(5) Instalaciones de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, Artículo 760.

830-4. Limitaciones de potencia. Los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red se deben clasificar como poseedoras de fuentes de potencia media o baja, como se definen en la Tabla 830-4.

TABLA 830-4.- Limitaciones para sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red

Fuente de alimentación de la red	Bajo	Medio
Tensión del circuito, V_{max} (V) (Nota 1)	0-100	0-150
Limitación de potencia, VA_{max} (VA) (Nota 1)	250	250
Limitaciones de corriente, I_{max} (A)	1 000/Vmax	1 000/Vmax
Capacidad nominal de alimentación máxima (VA) (Nota 1)	100	100
Capacidad nominal de tensión (V)	100	150
Protección máxima contra sobre corriente (A) (Nota 2)	100/Vmax	N/A

NOTAS:

1) La tensión del circuito, V_{max}, la limitación de corriente I_{max}, y la capacidad nominal de potencia VA_{max} se determinan con la impedancia de limitación de corriente en el circuito (no derivado), como sigue:

V_{max} - Tensión máxima del sistema, independientemente de la carga con la entrada nominal aplicada.

I_{max} - Corriente máxima del sistema bajo cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con protección contra sobrecorriente derivada, si se usa.

Los límites de I_{max} se aplican después de 1 min de operación.

VA_{max} - Salida máxima en VA después de 1 min de operación, independientemente de la carga y la protección contra sobrecorriente derivada, si se usa.

2) No se requiere protección contra sobrecorriente cuando el dispositivo limitador de corriente brinda una limitación de corriente equivalente y el dispositivo limitador de corriente no se reposiciona sino hasta retirar la alimentación o carga.

830-5. Equipos y cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red. Los equipos y cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red deben estar aprobados como adecuados para ese propósito.

Excepción 1: Este requisito de certificación no se debe aplicar a los cables coaxiales de sistemas de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión que fueron instalados antes de enero 1 de 2000, de acuerdo con el Artículo 820, y que se usan por circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia. Véase la Sección 830-9.

Excepción 2: Los cables substitutos de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, se permiten como se presenta en la Tabla 830-58.

(a) Aprobado y marcado. La aprobación y marcado de los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red deben cumplir con (1) o (2) siguientes:

(1) Cables Tipo BMU, BM y BMR. Los cables subterráneos de potencia media para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, tipo BMU; los cables de potencia media de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, tipo BM; y los cables para secciones verticales de potencia media de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, tipo BMR, deben ser cables ensamblados en fábrica, y compuestos de cable coaxial cubierto, una combinación cubierta de un cable coaxial y conductores individuales múltiples, o una combinación cubierta de un cable de fibra óptica y conductores individuales múltiples. El aislamiento de los conductores individuales debe estar clasificado para 300 V como mínimo. Los cables previstos para uso exterior deben estar aprobados como adecuados para esa aplicación. Los cables se deben marcar de acuerdo con la Sección 310-11. Los cables del tipo BMU deben

tener chaqueta y estar aprobados como adecuados para uso subterráneo exterior. Los cables del tipo BM deben estar aprobados como adecuados para uso general, con excepción de su uso en las secciones verticales y cámaras plenas (de aire), y también deben estar aprobados como resistentes a la propagación de fuego. Los cables del tipo BMR deben estar aprobados como adecuados para uso en tramos verticales en un foso o de un piso a otro, y también estar aprobados como poseedores de características de resistencia al fuego capaces de evitar la transmisión del fuego de un piso a otro.

NOTA 1: Un método para definir la resistencia de los cables a la propagación del fuego, consiste en que éstos no propaguen el fuego a la parte superior del soporte para cables tipo charola en la prueba de inflamabilidad con soporte para cables tipo charola vertical, Véase Apéndice B1.

NOTA 2: Un método para definir las características de resistencia al fuego capaces de evitar la transmisión del fuego de un piso a otro, véase Apéndice B1.

(2) Cables Tipo BLU, BLX y BLP. Los cables subterráneos de baja potencia para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, tipo BLU; y los cables de baja potencia para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de uso limitado, tipo BLX; los cables para cámaras de distribución de aire de baja potencia para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, tipo BLP, deben ser ensamblados en fábrica y deben estar compuestos de un cable coaxial con cubierta, una combinación de cable coaxial y conductores individuales múltiples, con cubierta, o una combinación de un cable de fibra óptica y conductores individuales múltiples, también con cubierta. El aislamiento de los conductores individuales debe estar clasificado para 300 V como mínimo. Los cables previstos para uso exterior deben estar aprobados como adecuados para esa aplicación. Los cables deben ir marcados de acuerdo con la Sección 310-11. Los cables tipo BLU deben tener cubierta y estar aprobados para uso subterráneo exterior.

Los cables de uso limitado tipo BLX deben estar aprobados para uso exterior, para uso en viviendas y en canalizaciones, y también aprobados como retardantes de la flama.

Los cables tipo BLP deben estar aprobados para uso en conductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios de ventilación (aire ambiental); además, deben estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo.

NOTA 1: Un método para determinar que el cable es retardante de la llama consiste en aplicar el ensayo de llama VW-1 (alambre vertical), véase Apéndice B1.

NOTA 2: Un método para definir los cables con baja producción de humo consiste en establecer un valor aceptable del humo producido, véase Apéndice B2.

830-6. Acceso a equipos eléctricos detrás de paneles destinados a permitir el acceso. La acumulación de cables y alambres no debe impedir el acceso a los equipos, de manera que no se puedan retirar los paneles, incluso los de los techos falsos.

830-7. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos y equipos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red se deben instalar de manera ordenada y profesional. Los cables se deben apoyar en la estructura del edificio, de modo que no sufran daño durante el uso normal de ésta.

NOTA: Para mayor información sobre alambrado en edificios de telecomunicaciones, véase Apéndice B2.

830-8. Areas peligrosas (clasificadas). Los circuitos y equipos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, instalados en un área peligrosa (clasificada) de acuerdo con el Artículo 500, deben cumplir los requisitos aplicables del Capítulo 5.

B. Cables exteriores y que entran a las edificaciones

830-9. Cables de entrada. Los cables instalados en el exterior deben estar aprobados como adecuados para esa aplicación. Además, los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, localizados fuera de las edificaciones y que entran a éstas, deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

(a) Circuitos de potencia media. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media, localizados fuera de los edificios y que entran a éstos, se deben instalar utilizando cables para comunicaciones de banda ancha de potencia media alimentados por una red, de Tipo BMU, BM o BMR.

(b) Circuitos de potencia baja. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia localizados fuera de las edificaciones y que entran a éstas, se deben instalar utilizando cables para comunicaciones de banda ancha de baja potencia alimentados por una red, de Tipo BLU o BLX. Se permite sustituir los cables de la forma presentada en la Tabla 830-58.

Excepción: Los cables coaxiales para sistemas de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión instalados antes de enero 1 del 2000 e instalados de acuerdo con el Artículo 820, se permiten para circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia.

830-10. Cables aéreos. Los cables aéreos para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, deben cumplir con lo establecido de (a) a (g).

(a) En postes. Los cables para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, instalados en postes, cuando sea práctico, se deben ubicar debajo de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada y no se deben sujetar a crucetas que porten conductores de alumbrado o fuerza.

(b) Espacio vertical. El espacio vertical a lo largo de los cables para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red debe cumplir los requisitos de la Sección 225- 14(d)

(c) Distancia de seguridad de los conductores de entrada. Los cables, para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, de entrada de antena o bajantes aéreos desde un poste u otro soporte, incluido el punto de unión inicial a un edificio o estructura, se deben mantener alejados de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, para evitar cualquier posibilidad de contacto accidental.

Excepción: Cuando no se pueda evitar la proximidad a conductores de acometida de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, la instalación debe ser tal, que deje una distancia de seguridad no inferior a 305 mm de las acometidas aéreas de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada.

(d) Distancia de seguridad del suelo. Los tramos aéreos de los cables para comunicación de banda ancha deben cumplir mínimo con lo siguiente: 3 m - sobre el suelo terminado, aceras o desde cualquier plataforma o proyección desde la cual se puedan alcanzar y sean accesibles a peatones solamente.

4 m - sobre propiedades residenciales y sus accesos vehiculares, y las áreas comerciales no expuestas a tráfico de camiones.

5 m - sobre vías públicas, callejones, caminos, áreas de parqueo sujetas a tráfico de camiones, accesos vehiculares en propiedades no residenciales, y otros terrenos atravesados por vehículos, por ejemplo, tierras cultivadas, zonas de pastoreo, bosques y huertos.

NOTA: Para mayor información sobre estas distancias de seguridad, véase Apéndice B2. La tabla 232-1 que presenta las distancias de seguridad para alambres, conductores y cables sobre el suelo y carreteras, en vez de usar las distancias de seguridad referenciadas en la Sección 225-18 ya que los Artículos 800 y 820 no tienen requisitos sobre distancias de seguridad,

(e) Sobre albercas. La distancia de seguridad de los cables para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, en cualquier dirección desde el nivel del agua, el borde de la alberca, la base del trampolín o plataforma de salto no debe ser menor de 6,5 m. La distancia de seguridad en cualquier dirección al trampolín o torre de lanzamiento no debe ser menor de 4 m.

Excepción 1: Cuando la alberca está completamente encerrada por una estructura permanente sólida o una malla.

NOTA: Para mayor información sobre estas distancias de seguridad, véase Apéndice B2.

Excepción 2: Cuando los cables están localizados a más de 3 m horizontalmente de:

(1) El borde de la alberca.

(2) La estructura (trampolín) o torre de lanzamiento, o

(3) Los puestos, torres o plataformas de observación.

(f) Sobre las azoteas. Los cables para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red deben tener una distancia de seguridad vertical no menor de 2,5 m de todos los puntos de los tejados sobre los que pueda pasar.

Excepción 1: Edificaciones auxiliares tales como garajes y similares.

Excepción 2: Se permite reducir la anterior distancia de seguridad a no menos de 457 mm solamente en la parte que sobresalga del tejado, si: (1) máximo 1,20 m de los cables aéreos de comunicaciones de banda ancha pasan sobre la parte saliente de la azotea; y (2) terminan en una canalización o soporte a través de la azotea.

Excepción 3: Cuando la azotea tiene una pendiente no menor a 102 mm por cada 305 mm, se permite reducir la distancia de seguridad a una mínima de 914 mm.

(g) Tramos finales. Se permite sujetar los tramos finales de los cables, para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, sin cubierta externa, al edificio, pero se deben mantener a no menos de 914 mm de las ventanas previstas para ser abiertas, puertas, porches, balcones, escaleras, salidas de emergencia o lugares similares.

Excepción: Se permite que los conductores que pasan sobre el nivel superior de una ventana estén a menos de 914 mm, requeridos arriba.

No se deben instalar cables aéreos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red debajo de aberturas a través de las cuales se puedan mover materiales, tales como las aberturas en edificaciones agrícolas y comerciales, y no se deben instalar donde obstruyan la entrada a estas aberturas.

(h) Entre edificios. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, que se extienden entre edificios, y también los soportes o accesorios de sujeción deben ser aceptables para ese propósito y deben tener una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que se puedan llegar a someter.

Excepción: Cuando un cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red no posea resistencia suficiente para ser autosoportado, se debe fijar a un cable mensajero de soporte que, junto con los accesorios de sujeción o soportes, deben ser aceptables para el propósito y deben tener una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que se pueden llegar a someter.

(i) En edificios. Cuando los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red estén sujetos a edificios, se deben fijar firmemente de manera que queden separados de los demás conductores, como sigue:

1) Alumbrado o fuerza. El cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red debe tener una separación mínima de 102 mm de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, que no van en canalizaciones o en cables o debe estar separado permanentemente de los conductores del otro sistema por un material no conductor continuo y fijo firmemente, adicional al aislamiento de los alambres.

2) Otros sistemas de comunicación. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red se deben instalar de manera que no haya interferencia innecesaria en el mantenimiento de los sistemas independientes. Los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de un sistema, en ningún caso deben causar abrasión a los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de cualquier otro sistema.

3) Conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas. Cuando sea factible, se debe mantener una separación de al menos 1,80 m entre cualquier cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red y los conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

4) Protección contra daños. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, sujetos a los edificios y localizados a una distancia no mayor de 2,5 m del suelo terminado, se deben proteger mediante encerramientos, canalizaciones u otros medios aprobados.

Excepción: Un circuito de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red de baja potencia, equipado con un sistema de protección contra fallas aprobado, apropiado para el cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por red usado y localizado en el lado de la red de dicho cable de comunicaciones que se está protegiendo.

830-11. Circuitos subterráneos que entran en edificaciones

(a) Sistemas subterráneos. Los cables subterráneos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, que van en un conducto, pedestal, registro o pozo de inspección que contiene conductores de circuito de alumbrado, de fuerza, de alarmas contra incendios de potencia no limitada o de Clase 1, deben estar en una sección separada permanentemente de estos conductores por una barrera adecuada.

(b) Cables y canalizaciones enterrados directamente

Los cables de comunicaciones de banda ancha enterrados directamente, deben estar separados al menos 305 mm de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de alarmas contra incendios de potencia no limitada o de Clase 1.

Excepción 1: Cuando los conductores de acometida eléctrica o cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red estén instalados en canalizaciones o tengan forro metálico en el cable.

Excepción 2: Cuando los conductores de alimentadores o circuitos derivados de alumbrado o de fuerza, o los conductores de circuitos de alarmas contra incendios de potencia no limitada, o conductores de un circuito Clase 1 están instalados en una canalización o en cables con forro metálico, pantalla metálica o en cables tipo UF o tipo USE; o los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red que poseen una pantalla metálica o están instalados en una canalización.

(c) Protección mecánica. La instalación de cables, tubos (conduit) u otras canalizaciones enterradas directamente deben cumplir los requisitos de profundidad mínima de la Tabla 830-11. Además, los cables enterrados directamente que salgan de la tierra, se deben proteger mediante encerramientos, canalizaciones, u otros medios aprobados que se extiendan desde la distancia de enterramiento mínima exigida en la Tabla 830-11, bajo el suelo hasta un punto ubicado al menos de 2,44 m sobre el suelo terminado. En ningún caso se requiere que la protección exceda de 457 mm por debajo del suelo terminado.

Los cables Tipo BMU y BLU, enterrados directamente y que salgan del suelo, deben estar instalados en tubo (conduit) metálico tipo pesado y semipesado, tubo (conduit) no metálico rígido u otros medios aprobados que se

extiendan desde la distancia de enterramiento mínima exigida en la Tabla 830-11, por debajo del suelo hasta el punto de entrada.

Excepción: Un circuito de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red de baja potencia, equipado con un dispositivo aprobado de protección contra fallas, apropiado para el cable, de comunicaciones de banda ancha alimentado por red, usado y localizado en el lado de la red de dicho cable de comunicaciones que se está protegiendo.

(d) Albercas. No se permiten cables subterráneos bajo la alberca o dentro de un área de 1,5 m que se extiende horizontalmente desde la pared interior de la alberca.

TABLA 830-11.- Requisitos de profundidad mínima de los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, enterramiento (profundidad es la menor distancia medida entre un punto en la superficie superior de cualquier cable, tubo (conduit) u otra canalización enterrada directamente, y la superficie superior del piso terminado, concreto o recubrimiento similar)

Ubicación del circuito o método de alambrado	Conductores enterrados directamente cm	Tubo (conduit) metálico tipo pesado o tipo semipesado cm	Canalizaciones no metálicas aprobadas para enterramiento directo; sin encerramiento de concreto u otra canalización aprobada cm
Todos los lugares no especificados a continuación	46	15	30
En zanjas por debajo de concreto de 5 cm de espesor o equivalente	30	15	15
Bajo una edificación (en canalizaciones solamente)	0	0	0
Bajo una baldosa exterior de concreto de 10 cm de espesor como mínimo, sin tráfico vehicular y que se extiende a no menos de 15 cm más allá de la instalación subterránea	30	10	10
Vías de entrada de las viviendas unifamiliares o bifamiliares y áreas exteriores de parqueo, usadas solamente para propósitos relacionados con las viviendas	30	30	30

NOTAS:

1. Las canalizaciones aprobadas para enterramiento solamente embebidas en concreto requieren una envoltura de concreto de espesor no inferior a 5 cm.

2. Se permite profundidades inferiores donde los cables suben hasta las terminaciones o empalmes, o cuando de otra manera se exige el acceso a ellas.

3. Cuando se encuentra roca sólida, todo el alambrado se debe instalar en una canalización metálica o no metálica permitida para enterramiento directo. Las canalizaciones se deben recubrir con un mínimo de 5 cm de concreto que se extienda hasta la roca.

4. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia, que usan cables coaxiales de sistemas de distribución de antenas comunitarias, de enterramiento directo, instalados en el exterior y que entran en los edificios e instalados de acuerdo con el Artículo 820, se permiten cuando estén enterrados a una profundidad mínima de 30 cm.

Excepción: En donde las limitaciones de espacio impidan instalar los cables a 1,52 m o más de la alberca, este alambrado se permite si va instalado en tubo (conduit) metálico tipo pesado o semipesado o un sistema de canalización no metálica. Todos los tubo (conduit) metálicos deben ser resistentes a la corrosión y adecuados para el lugar. La profundidad de enterramiento mínima debe ser como sigue:

Método de alambrado	Enterramiento mínimo cm

Tubo (conduit) metálico tipo pesado	15
Tubo (conduit) metálico tipo semipesado	15
Canalizaciones no metálicas aprobadas para enterrarse directamente	46
Otras canalizaciones aprobadas	46
NOTA: Las canalizaciones aprobadas para enterramiento, requieren un encerramiento de concreto no menor de a 5 cm de espesor, sólo cuando estén embebidas en concreto.	

C. Protección

830-30. Protección eléctrica primaria

(a) Aplicación. Se debe suministrar protección eléctrica primaria en todos los conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, que no están puestos a tierra ni interrumpidos, y que van parcial o totalmente en cable aéreo no confinado dentro de una cuadra.

Además, se debe brindar protección eléctrica primaria en todos los conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, subterráneos o aéreos, que no están puestos a tierra ni interrumpidos, y que están localizados dentro de la cuadra que contiene el edificio alimentada, de modo que están expuestos a descargas atmosféricas o contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza que operan a más de 300 V a tierra.

Excepción: Cuando se suministra protección eléctrica en el(los) circuito(s) derivado(s) (del lado de la salida del UIR), de acuerdo con la Sección 830-30(b)(3).

NOTA 1: En conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, no expuestos a descargas atmosféricas o a contacto accidental con conductores de fuerza, el suministro de protección eléctrica primaria de acuerdo con este Artículo, ayuda a proteger contra otros peligros, tales como la elevación del potencial a tierra causada por corrientes de falla de la alimentación, y tensiones por encima de las normales inducidas por corrientes de falla en los circuitos de fuerza cercanos a los conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por red.

NOTA 2: Se considera que los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red están expuestos a descargas atmosféricas, a menos que existan una o más de las condiciones siguientes:

(1) Circuitos en áreas metropolitanas grandes en las que los edificios están cerca unos de otros y tienen altura suficiente para interceptar las descargas atmosféricas.

(2) Tramos de cable de 43 m o menos entre edificaciones, enterrados directamente o en un tubo (conduit) subterráneo, en donde la pantalla metálica de cable continuo o un tubo (conduit) metálico continuo que contiene el cable, está unido a cada sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio.

(3) Areas con un promedio de 5 o menos días de tormenta por año, y una resistividad de la tierra de menos de 100 Ω-m.

(1) Protectores primarios sin fusibles. Se permiten protectores primarios de tipo sin fusible en donde las corrientes de falla de la alimentación en todos los conductores protegidos en el cable están limitados con seguridad a un valor no superior a la capacidad de porte de corriente del protector primario y del conductor de puesta a tierra del protector primario.

(2) Protectores primarios con fusible. Cuando no se cumplen los requisitos enumerados en (1), se deben usar protectores primarios de tipo con fusible. Estos protectores deben consistir en un descargador de sobretensiones conectado entre cada conductor que se va a proteger y la tierra, y un fusible en serie con cada conductor que se va a proteger y, un arreglo apropiado de montaje. Los terminales de los protectores primarios con fusible deben estar marcados indicando línea, instrumento y tierra, según sea aplicable.

(b) Ubicación. La ubicación del protector primario, cuando se requiera, debe cumplir con (1), (2) o (3) siguientes:

(1) Se debe aplicar un protector primario aprobado en cada cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, externo a y en el lado de la red de la unidad de interfaz de red (UIR).

(2) La función de protección primaria debe ser parte integral de la unidad de interfaz de red y debe estar contenida en ella. La unidad de interfaz de red debe estar aprobada para este propósito y debe tener una marca externa que indique que contiene protección eléctrica primaria.

Excepción: En donde las limitaciones de espacio impidan encaminar a los cables a 1,5 m o más de la alberca, este alambrado se permite si va instalado en tubo (conduit) metálico tipo pesado, tubo (conduit)tipo semipesado o un sistema de canalización no metálica. Todos los tubos (conduits) metálicos deben ser resistentes a la corrosión y adecuados para el lugar. La profundidad de enterramiento mínima debe ser como sigue:

(3) El(los) protector(es) primario(s) se debe(n) proporcionar en el (los) circuito(s) derivado(s) (lado de salida de la UIR), y la combinación del UIR, y el (los) protector(es) debe(n) estar aprobado(s) para este propósito.

Un protector primario, ya sea integral o externo a la unidad de interfaz de red, debe estar localizado lo más cerca posible del punto de entrada. Para los propósitos de esta Sección, una unidad de interfaz de red y cualquier protector primario suministrado externamente, colocado en el equipo de acometida de las casas móviles, al alcance de la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9 m de la misma, o en un medio de desconexión para casas móviles, puesto a tierra de acuerdo con la Sección 250-32 y ubicado al alcance de la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9 m de la misma, se debe considerar que cumple los requisitos de esta Sección.

NOTA: La selección de la ubicación de una unidad de interfaz de red y del protector primario para obtener el conductor de puesta a tierra del protector primario lo más corto posible, ayuda a limitar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicaciones y otros sistemas metálicos.

(c) Areas peligrosas (clasificadas). El protector primario o equipo que brinda la función de protección primaria no se debe localizar en ningún área peligrosa (clasificada), como se define en el Artículo 500 o en la proximidad de material fácilmente inflamable.

Excepción: Lo permitido en las secciones 501-14, 502-14 y 503-12.

830-33. Puesta a tierra o interrupción de partes metálicas de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red. Las pantallas metálicas de los cables de comunicaciones de banda ancha usados para comunicaciones o alimentación, se deben poner puesta a tierra en el edificio lo más cerca posible del punto de entrada. Las partes metálicas de los cables no usadas para comunicaciones o para alimentación deben estar puestas a tierra o se deben interrumpir mediante una junta aislante o dispositivo equivalente ubicado lo más cerca posible del punto de entrada.

Para los propósitos de esta Sección, la puesta a tierra o interrupción de las partes metálicas de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, instaladas en el equipo de acometida de las casas móviles, al alcance de la vista desde la pared exterior de la casa móvil, que alimenta y a no más de 9 m de la misma, o en un medio de desconexión para casas móviles, puesta a tierra de acuerdo con la Sección 250-23 y ubicado al alcance de la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9 m de la misma, se debe considerar que cumple los requisitos de esta Sección.

NOTA: La selección de un lugar de puesta a tierra para obtener el conductor de puesta a tierra más corto posible, ayuda a limitar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, y otros sistemas metálicos.

D. Método de puesta a tierra

830-40. Puesta a tierra de cables, unidades de interfaz de red y protectores primarios. Las unidades de interface de red que contienen protectores, los UIR con encerramientos metálicos, los protectores primarios y las partes metálicas puestas a tierra del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, deben estar puestos a tierra como se especifica de (a) hasta (d) siguientes.

(a) Conductor de puesta a tierra

(1) Aislamiento. El conductor de puesta a tierra debe estar aislado y debe estar aprobado como adecuado para este propósito.

(2) Material. El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, cableado o sólido.

(3) Tamaño nominal. El conductor de puesta a tierra no debe ser de tamaño nominal menor al 2,08 mm^2 (14 AWG) y debe tener una capacidad de conducción de corriente aproximadamente igual a las partes metálicas puestas a tierra y el (los) conductor(es) protegido(s) del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red. No se requiere que el conductor de puesta a tierra sea mayor al 13,30 mm^2 (6 AWG).

(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 va tendido en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización se deben unir 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 electrodo de puesta a tierra debe conectarse como sigue:

1. Al lugar accesible más cercano en:

a. El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura, como se trata en la Sección 250-81.

b. El sistema interior de tubería metálica de agua puesto a tierra, como se trata en la Sección 250-80(a).

c. Los medios accesibles externos a la envolvente de la acometida conforme con lo establecido en 250-71(b)

d. La canalización metálica de acometida de alimentación.

e. A la envolvente de los equipos de la acometida.

f. El conductor de puesta a tierra del electrodo o el encerramiento metálico del conductor de puesta a tierra del electrodo, o

g. El conductor de puesta a tierra o electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura que esté puesta a tierra a un electrodo, como se indica en la Sección 250-24.

Para los propósitos de esta Sección, se deben considerar accesibles los equipos de la acometida de casas móviles o su medio de desconexión, como se describen en la Sección 800-33.

(2) Si el edificio o estructura alimentados no tienen medios de puesta a tierra, como se describe en (b)(1), a cualquiera de los electrodos individuales descritos en la Sección 250-81, o

(3) Si el edificio o estructura alimentada no tiene los medios de puesta a tierra, como se describe en (b)(1) o (b)(2), se debe conectar a una estructura metálica puesta a tierra eficazmente o a una varilla o tubería de puesta a tierra de longitud no menor de 1,50 m y de 13 mm de diámetro, conducida, siempre que sea posible, a una parte de la tierra que esté húmeda permanentemente y separada de los conductores de los dispositivos de protección contra descargas atmosféricas, como se indica en la Sección 800-13 y a un mínimo de 1,80 m de los electrodos de otros sistemas. Ni las tuberías de vapor o de agua caliente, ni los conductores de las varillas del dispositivo de protección contra descargas atmosféricas se deben utilizar como electrodos para los protectores, UIR con protección integral, partes metálicas puestas a tierra, UIR con encerramientos metálicos y otros equipos.

(c) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en la Sección 250-115. Los conectores, las abrazaderas, los herrajes utilizados para asegurar los conductores de puesta a tierra y los puentes de unión a los electrodos de puesta a tierra o a cualquier otro elemento de puesta a tierra que esté embebido en concreto o enterrado en el suelo, deben ser adecuados para su aplicación.

(d) Unión de los electrodos. Se debe conectar un puente de unión de tamaño nominal no menor de 13,30 mm^2 (6 AWG) de cobre o equivalente, entre el sistema de electrodos de puesta a tierra del sistema de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red y el sistema de electrodos de puesta a tierra de fuerza en el edificio o estructura o alimentada, cuando se usan electrodos independientes.

Excepción: En las casas móviles, como se indica en la Sección 830-42.

NOTA 1: Sobre el uso de terminales de aire (pararrayos de barra), véase la Sección 250-86.

NOTA 2: La unión de todos los electrodos independientes, se eliminan las diferencias de potencial entre dichos electrodos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

830-42. Unión y puesta a tierra en las casas móviles

(a) Puesta a tierra. Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado al alcance de la vista desde y a no más de 9 m desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta, o no exista un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra de acuerdo con la Sección 250-24, y ubicado al alcance de la vista y a un máximo de 9 m desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta, el cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, la unidad de interface de red y la puesta a tierra del protector primario se deben instalar de acuerdo con las secciones 830-40(b)(2) y (b)(3).

(b) Unión. El terminal de puesta a tierra del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, el terminal de puesta a tierra de la unidad de interfaz de red, si la hay, y la terminal de puesta a tierra del protector primario, deben unirse a la estructura metálica o a la terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil con un conductor, de cobre de tamaño nominal no inferior de 3,31 mm^2 (12 AWG). El terminal de puesta a tierra del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, el terminal de puesta a tierra de la unidad de interfaz de red, el terminal de puesta a tierra del protector primario o el electrodo de puesta a tierra, se deben unir a la carcasa de metal o terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil, con un conector de cobre de unión de tamaño nominal de calibre no inferior de 3,31 mm^2 (12 AWG), en cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) Cuando no exista equipo de acometida o medio de desconexión de la casa móvil, como se indica en (a); o

(2) Cuando la casa móvil se alimente mediante cordón con clavija.

F. Métodos de alambrado de sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, dentro de edificios

830-54. Métodos de alambrado de sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media. Los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media, deben instalarse dentro de los edificios utilizando cables de potencia media de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, de Tipo BM o BMR.

(a) Ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios de ventilación. Se debe aplicar la Sección 300-22.

(b) Secciones verticales. Los cables instalados en tramos verticales que atraviesen más de un piso, o los cables instalados en tramos verticales, en ductos, deben ser de tipo BMR. En las instalaciones que atraviesan pisos y que requieran cables de tipo BMR, deben contener únicamente cables adecuados para uso en secciones verticales o cámaras plenas (de aire).

Excepción 1: Se permite instalar los cables de tipo BM encerrados en canalizaciones metálicas o ubicados en ductos protegidos contra incendios mediante barreras contra fuego instalados en cada piso.

Excepción 2: Se permite instalar los cables tipo BM en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

(c) Otros alambrados. Los cables instalados en lugares diferentes de los incluidos en (a) y (b) anteriores, deben ser de tipo BM.

Excepción: El cable del tipo BMU, cuando el cable entra en el edificio desde el exterior y va tendido en tubo (conduit) metálico tipo pesado y semipesado y estos tubos (conduit) están puestos a tierra a un electrodo de acuerdo con la Sección 830-40(b).

830-55. Métodos de alambrado de sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia. Los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia se deben instalar dentro de los edificios usando cables aprobados de baja potencia para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, de Tipos BLX o BLP.

(a) Conductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios de ventilación. Los cables instalados en ductos, cámaras plenas (de aire) y otros espacios usados para ventilación deben ser de tipo BLP.

Excepción: Los cables tipo BLX instalados de conformidad con la Sección 300-22.

(b) Sección vertical. Los cables instalados en tramos verticales, y que penetran más de un piso, o los cables instalados en tramos verticales en un ducto, deben ser de tipos BLP o BMR. En las instalaciones que atraviesen pisos y que requieren cables del tipo BMR deben contener solamente cables adecuados para secciones verticales o cámaras plenas (de aire).

Excepción 1: Los cables de tipo BLX encerrados en canalizaciones metálicas o ubicados en ductos protegidos prueba de fuego mediante barreras contra el fuego en cada piso.

Excepción 2: Los cables tipo BLX menores de 9,5 mm de diámetro en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

(c) Otros alambrados. Los cables instalados en lugares diferentes de los incluidos en (a) y (b), deben ser de tipo BLP o BM.

Excepción 1: Cable tipo BLX encerrado en canalizaciones.

Excepción 2: Los cables Tipo BLU, cuando el cable entra en el edificio desde el exterior y va tendido en tubo (conduit) metálico tipo pesado y semipesado y tales tubos (conduit) están puestos a tierra a un electrodo de acuerdo con la Sección 830-40(b).

Excepción 3: Los cables de tipo BLX de menos de 9,5 mm de diámetro en viviendas unifamiliares y bifamiliares.

Excepción 4: Los cables de Tipo BLX, cuando la longitud del cable dentro del edificio no excede los 15 m y el cable entra en el edificio desde el exterior y termina en un bloque de puesta a tierra o un lugar con protección primaria.

NOTA: Esta excepción limita la longitud del cable tipo BLX a 15 m, mientras que la Sección 830-30(b) exige que el protector primario o UIR con protección integral, esté localizado lo más cerca posible del punto en el cual el cable entra en el edificio. Por tanto, en instalaciones que requieren un protector primario o UIR con protección integral, no se permite extender el cable tipo BLX a más de 15 m dentro del edificio, si es factible colocar el protector primario a manos de 15 m del punto de entrada.

830-56. Protección contra daño físico. Se debe aplicar la Sección 300-4.

830-57. Curvas. Las curvas en los cables de banda ancha de una red se deben hacer de manera que no se dañe el cable.

830-58. Instalación de cables y de equipos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red. Las instalaciones de cables y equipos dentro de los edificios deben cumplir con (a) hasta (e) siguientes, según sea aplicable.

(a) Separación de conductores

(1) En canalizaciones y en encerramientos

a. Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media y baja. Se permite que los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media y baja estén en la misma canalización o encerramiento.

b. Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia. Se permite que los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia estén en el mismo encerramiento o canalización con cables con pantalla de cualquiera de los circuitos siguientes:

1. Circuitos de Clase 2 y de Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 725.

2. Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 760.

3. Circuitos de comunicaciones, de acuerdo con el Artículo 800.

4. Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con el Artículo 770.

5. Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión, de acuerdo con el Artículo 820.

c. **Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media.** Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por red de potencia media no se permiten en la misma canalización o encerramiento con conductores de cualquiera de los circuitos siguientes:

1. Circuitos de Clase 2 y de Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 725.

2. Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, de acuerdo con el Artículo 760.

3. Circuitos de comunicaciones, de acuerdo con el Artículo 800.

4. Cables de fibra óptica conductores y no conductores de acuerdo con el Artículo 770.

5. Sistemas de distribución antenas comunales de radio y televisión, de acuerdo con el Artículo 820.

d. Circuitos de alumbrado, de fuerza, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, de Clase 1. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red no se deben colocar en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida, caja de empalme o herrajes similares, con conductores de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, o de alarmas contra incendios de potencia no limitada.

Excepción 1: Cuando todos los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada estén separados de todos los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, mediante una barrera.

Excepción 2: Los conductores de circuitos de fuerza en cajas de salida, cajas de empalme herrajes o compartimientos similares, en donde estos conductores tienen como fin únicamente alimentar equipos de distribución de sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red. Los conductores de los circuitos de fuerza se deben encaminar dentro del encerramiento manteniendo una separación mínima 6 mm de los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red.

(2) Otras aplicaciones. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red deben estar separados 50 mm como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada.

Excepción 1: Cuando: (1) todos los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada están en una canalización o en cables con pantalla metálico, revestimiento metálico, forro no metálico, cables Tipo AC o UF; o (2) todos los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red están encerrados en una canalización.

Excepción 2: Cuando los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red están separados permanentemente de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada mediante un material no conductor, continuo y fijo firmemente, tales como tubos de porcelana o tubería flexible, además del aislamiento sobre el alambre.

(b) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones en espacios huecos, dustos verticales y de ventilación o extracción del aire, se deben hacer de modo que no aumente sustancialmente la posible propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas al rededor de penetraciones de paredes, tabiques, pisos o techos falsos resistentes al fuego mediante barreras contra el fuego en cada piso con cortafuegos aprobados.

(c) Equipos en otros espacios usados para ventilación. Se debe aplicar lo establecido en la Sección 300-22(c).

(d) Soportes de los conductores. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para el propósito previsto. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red no se deben sujetar con grapas, cinta, ni asegurarlos por otros medios al exterior de cualquier tubo (conduit) o canalización como un medio de soporte.

(e) Sustituciones de cables. Se permiten las sustituciones de cables de banda ancha alimentados por una red, enumerados en la Tabla 830-58. Todos los cables de la Tabla 830-58, diferentes de los cables de banda ancha alimentados por una red, deben ser cables coaxiales.

TABLA 830-58.- Sustituciones de cables

Tipo de cable	Sustituciones de cables permitidas
BM	BMR
BLP	MPP, CMP, CL3P
BLX	MPP, CMP, CL3P, MPR, CMR, CL3R, MPG, MP, CMG, CM, CL3, CMX, CL3X, BMR, BM, BLP
NOTA: Los cables sustitutos multiuso de comunicaciones y Clase 3 de la Tabla 830-58, son solamente cables de tipo coaxial	

4.9 INSTALACIONES DESTINADAS AL SERVICIO PUBLICO
CAPITULO 9

ARTICULO 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: Aquella que se usa para la transmisión, distribución y utilización en general de la energía eléctrica.

Tensión eléctrica de aguante de baja frecuencia: Para un aislador, es el valor eficaz de la tensión eléctrica a 60 Hz que bajo condiciones normalizadas puede aplicarse 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 a 60 Hz que bajo condiciones normalizadas causa flameo sostenido a través del medio circundante.

ARTICULO 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 norma.

Para mayor detalle sobre puesta a tierra, véase 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 electrodo, del neutro del sistema.

921-4. Puesta a tierra durante reparaciones. El equipo o los conductores que operen a más de 110 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.

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 se tiene un flujo de corriente eléctrica en un conductor de puesta a tierra, se debe tomar una o más de las siguientes medidas para localizar el portador de flujo:

a) Eliminar una o más de las conexiones de puesta a tierra.

b) Cambiar la localización de las conexiones de puesta a tierra.

c) Interrumpir la continuidad del conductor entre las conexiones de puesta a tierra.

d) Otras medidas efectivas para limitar la corriente eléctrica, de acuerdo con un estudio confiable.

La conexión de puesta a tierra en el transformador de alimentación, no debe removerse. Las corrientes eléctricas instantáneas que se presentan bajo condiciones anormales, mientras los conductores de puesta a tierra están desempeñando sus funciones de protección, no se consideran como inconvenientes para estos casos.

El conductor debe tener capacidad para conducir la corriente eléctrica de falla, durante el tiempo que dure la falla sin sobrecarga térmica o sin sobretensiones peligrosas. Véase 921-10.

921-7. Material de los conductores de puesta a tierra. El material de los conductores de puesta a tierra debe garantizar la adecuada conducción de corrientes a tierra, preferentemente sin empalmes. Si los empalmes son inevitables, deben ser resistentes mecánicamente y a la corrosión, y estar hechos y mantenidos de tal modo que no se incremente la resistencia del conductor. Para apartarrayos, el conductor de puesta a tierra debe ser tan corto y exento de curvas cerradas (ángulos menores a 90º) como sea posible.

La estructura metálica de un edificio o 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.

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, conectores 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 (establecido en el cálculo correspondiente durante el cual se tiene circulación de corriente), sin fundirse o cambiar su estado, y para un conductor aislado es la corriente eléctrica que puede conducir, sin que se dañe el aislamiento.

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 exclusivo para servicios individuales debe tener una "capacidad de conducción de corriente de corto tiempo" 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 determinarse, la capacidad de conducción de corriente permanente del conductor de puesta a tierra debe ser igual o mayor a 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 conexiones múltiples a tierra, excluyendo las tierras en los servicios a usuarios, debe tener una capacidad continua de conducción de corriente, en cada conexión, mayor a un quinto de la capacidad de los conductores del sistema al que esté conectado. (Véase el inciso (e) de esta Sección).

c) Para apartarrayos primarios. El conductor de puesta a tierra debe tener "capacidad de conducción de corriente de tiempo corto ", bajo las condiciones de corriente eléctrica causada por un disturbio. El conductor individual de puesta a tierra de un apartarrayos debe ser de tamaño nominal menor de 13,3 mm^2 (6 AWG) de cobre, o de 21,2 mm^2 (4 AWG) de aluminio.

Cuando la flexibilidad del conductor de puesta a tierra es vital en la operación del apartarrayos, 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 tiempo corto" para la corriente eléctrica de falla 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 límite de capacidad de corriente del conductor de puesta a tierra es el siguiente:

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 conectado. Para un conductor individual de puesta a tierra, esta corriente eléctrica es aproximadamente igual a la tensión eléctrica de suministro dividida entre la resistencia del electrodo.

f) Resistencia mecánica. Todo conductor de puesta a tierra debe tener resistencia mecánica para las condiciones a que esté sometido. Además, los conductores de puesta a tierra sin protección, deben tener una resistencia a la tensión mecánica mayor o igual a la correspondiente al 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. No requieren protegerse donde no estén fácilmente accesibles al público ni donde conecten a tierra circuitos o equipo con múltiples conexiones puestas a tierra.

b) Cuando se requiera protección, los conductores de puesta a tierra deben protegerse por medio de guardas contra el riesgo a que estén expuestos. Las guardas deben tener un altura mínima de 2,50 m sobre el suelo o plataforma en que los conductores son accesibles al público.

c) Los conductores de puesta a tierra sin guardas expuestos a daño mecánico, deben protegerse fijándolos a la superficie del poste o estructura, colocándolos en la parte de la estructura menos expuesta.

d) Las guardas usadas para conductores de puesta a tierra de equipo de protección contra descargas atmosféricas, deben ser de material no magnético si envuelven completamente al conductor o si no están unidas en ambos extremos al propio conductor de puesta a tierra.

921-12. Separación de conductores de puesta a tierra

a) Los conductores de puesta a tierra para equipo y circuitos de las clases indicadas a continuación, deben correr separadamente hasta sus propios electrodos. Excepto como lo permite el inciso (b) siguiente.

1) Apartarrayos de circuitos de más de 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 de puesta a tierra del sistema, que esté conectado a tierra en varios lugares.

b) Los circuitos primario y secundario que utilicen un conductor neutro común, deben tener cuando menos una conexión de puesta a tierra por cada 400 m de línea, sin incluir las conexiones de puesta a tierra en los servicios de usuarios.

c) Cuando se usen electrodos independientes para sistemas independientes, deben emplearse conductores de puesta a tierra separados. Si se usan electrodos múltiples para reducir la resistencia a tierra, éstos pueden unirse entre sí y conectarse a un solo conductor de puesta a tierra.

d) Los electrodos artificiales para apartarrayos de sistemas eléctricos no conectados a tierra, que operen a tensiones eléctricas superiores a 15 kV entre fases, se recomienda que estén separados 6 m mínimo de los cables de comunicación subterráneos.

921-13. Electrodos de puesta a tierra. El electrodo de puesta a tierra debe ser permanente y adecuado para el sistema eléctrico de que se trate. Un electrodo 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 21,2 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 33,6 mm^2 (2 AWG).

921-16. Punto de conexión a sistemas de tubería

a) El punto de conexión de un conductor de puesta a tierra a un sistema de tubería metálica para agua fría, debe estar lo más cerca posible de la entrada del servicio de agua al edificio o cerca del equipo a ser 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. Debe tener una resistencia a tierra 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 3 000 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 altas, se requiere de un sistema enmallado de tierra con múltiples electrodos y conductores enterrados y otros medios de protección. Véase Artículo 921 Parte D Subestaciones.

b) Sistemas de un solo electrodo. Los sistemas con un solo electrodo 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, debe estar conectado a un electrodo en cada transformador y sobre la línea, cada 400 m máximo independiente del sistema del servicio de los usuarios.

921-19. Conexión a tierra de partes metálicas de transformadores. Aplicar lo indicado en 450-10 y lo correspondiente al tipo de instalación.

B. Líneas aéreas

921-20. Disposiciones generales. 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.

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, independientemente del sistema de tierras del servicio de los usuarios.

2) Cuando el cable mensajero no sea adecuado para utilizarse como conductor de puesta a tierra del sistema, una conexión como mínimo, en cada 200 m de línea, independientemente del sistema de tierras del servicio de los usuarios.

b) Retenidas. Las retenidas que requieran estar puestas a tierra deben conectarse a:

1) Estructuras de acero puestas a tierra, o a una conexión efectiva de puesta a tierra en postes de madera o concreto.

2) Un conductor de línea (neutro) 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.

Toda la superficie externa de los electrodos debe ser conductora, bajo las condiciones existentes y durante la vida útil de los mismos, esto es, que no tenga pintura, esmalte u otra cubierta aislante.

b) Placas o alambres colocados al extremo de postes. En terreno de baja resistividad se pueden aceptar como electrodos artificiales los siguientes:

1) Placas al extremo de postes. Una placa con superficie de contacto mínima con la tierra de 500 cm^2, con espesor mínimo de 6 mm para metal ferroso y 2 mm para metal no ferroso, doblada sobre la base de un poste de madera, puede considerarse como electrodo para tierra.

2) Alambres enrollados al extremo de postes. Se permite como electrodo de puesta a tierra alambre fijado al extremo de un poste previamente a su colocación. El alambre debe ser de cobre de tamaño 13,3 mm^2 (8 AWG) con longitud mínima de 3,70 m y en contacto directo con la tierra, extendido hasta la base del poste.

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 13,3 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 21,2 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, 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 adicional 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 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, tubo, varillas de refuerzo, no queden interpuestos entre el conductor de puesta a tierra y los conductores de fase del circuito.

e) Los metales utilizados para fines de puesta a tierra, que estén en contacto directo con la tierra, concreto o mampostería, deben estar aprobados para tal uso. Los metales de diferentes potenciales galvánicos, que se unan eléctricamente, pueden requerir de protección contra corrosión galvánica. El aluminio no está aprobado para este uso.

f) Cuando las pantallas o armaduras sobre el aislamiento de cables, conectadas a tierra, se conecten 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, para tensiones mayores y 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 para soportar la corriente eléctrica 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.

NOTA: Para definir un método adecuado para calcular el sistema de puesta a tierra, como el cálculo para sistemas de tierras en plantas y subestaciones, véase el Apéndice B1.

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, de conexión estrella - estrella, 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, de conexión estrella - estrella, se acepta como sistema de tierra la conexión del equipo a uno 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, deben conservarse en un valor menor a lo indicado en la tabla siguiente:

Resistencia (W)	**Tensión eléctrica máxima (kV)**	**Capacidad máxima del transformador (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 3 000 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 áreas peligrosas, 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 estar puesta a tierra 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, 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, como los descritos en 921-14 y 921-22 o hacer esta conexión a la cubierta metálica del equipo del servicio eléctrico o al conductor del electrodo de puesta a tierra, cuando el conductor neutro del servicio eléctrico esté conectado a un electrodo de puesta a tierra en el edificio.

b) Conexión del electrodo. El conductor de puesta a tierra debe ser de cobre, de tamaño mínimo de 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 conector o con soldadura exotérmica.

c) Unión de electrodos. Cuando se usen electrodos separados en la misma edificación, se deben interconectar el electrodo del equipo de comunicación y el electrodo de neutro del sistema eléctrico, con un conductor de tamaño nominal no-menor de 13,3 mm^2 (6 AWG) de cobre, u otro material de capacidad de conducción de corriente equivalente.

ARTICULO 922-LINEAS AEREAS

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

Servidumbre de paso. Derecho que se crea o se adquiere para transitar por un terreno.

Baja tensión. Tensión eléctrica hasta 1 000 V.

Media tensión. Tensión eléctrica mayor de 1 000 V hasta 34,5 kV.

Alta tensión. Tensión eléctrica mayor de 34,5 kV hasta 230 kV.

Extra alta tensión. Tensión eléctrica mayor de 230 kV

Claro básico (regla). Es el promedio de una serie de claros con diferentes longitudes entre remates, se utiliza como base para calcular las flechas y tensiones del conductor.

Claro vertical (claro de peso). Es la distancia horizontal entre los puntos más bajos de las catenarias adyacentes al soporte considerado.

Carga transversal. Es la que produce el viento al soplar horizontal y perpendicularmente al conductor, la estructura, cable de guarda y accesorios.

Claro medio horizontal (claro de viento). Es la semi-suma de los claros adyacentes a la estructura considerada.

Carga longitudinal. Es la debida a las componentes de las tensiones mecánicas máximas, ocasionadas por desequilibrio a uno y otro lado del soporte, ya sea por cambio de tensión mecánica, remate o ruptura de los conductores o cables de guarda.

Conductor aislado. Conductor rodeado de un material de composición y espesor reconocidos por esta norma como aislamiento eléctrico, como el conductor sin pantalla metálica sobre el aislamiento operando en tensiones eléctricas inferiores a 3 kV de fase a tierra, conductor con cubierta o pantalla metálica puesta a tierra continua sobre el aislamiento, operando en tensiones de 3 kV hasta 22 kV a tierra o conductor operando en tensiones de 3 kV a 22 kV a tierra con pantalla semiconductora continua sobre el aislamiento combinada con mensajero desnudo puesto a tierra.

Conductor forrado. Conductor rodeado de un material de composición o espesor no reconocidos por esta norma como aislamiento eléctrico. Es aquel cuya cubierta proporciona suficiente resistencia dieléctrica para evitar corto circuito

en caso de contacto momentáneo entre conductores, entre éstos y el conductor conectado a tierra o entre conductores y ramas de árboles.

Estructura: Unidad principal de soporte de las líneas aéreas eléctricas, comunicación y equipo asociado, generalmente un poste o una torre.

Estructura de transición: Estructura donde cambia una línea de un sistema aéreo a subterráneo o viceversa.

Flecha. Distancia medida verticalmente desde el conductor hasta una línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte. A menos que otra cosa se indique, la flecha siempre se medirá en el punto medio del claro. Véase la Figura 922-2.

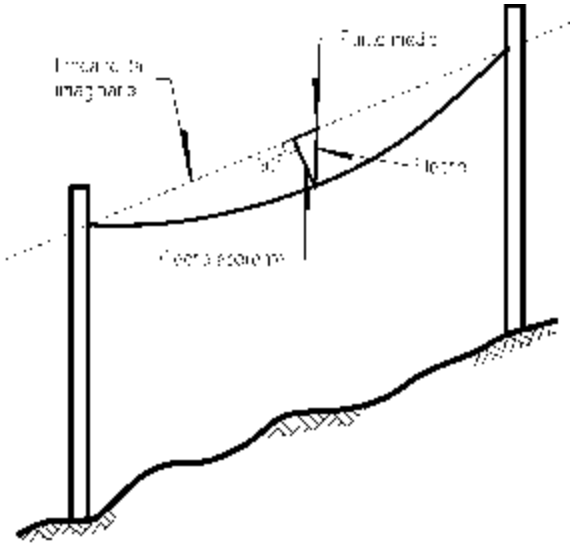


FIGURA 922-2

Flecha aparente. Distancia máxima entre el conductor y una línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte, medida perpendicularmente a la línea recta.

Flecha inicial: La que tiene el conductor antes de aplicarle cualquier carga externa.

Flecha final: La que tiene un conductor bajo condiciones especificadas de carga y temperatura, después de que ha estado sujeto a las condiciones de carga mecánica prescritas para la zona de carga en la que está instalado, o bien después de que se le ha aplicado una carga equivalente. La flecha final incluye el efecto de la deformación.

Flecha del conductor en cualquier punto. Distancia medida verticalmente desde un punto en particular del conductor, hasta la línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte.

Línea abierta: Línea eléctrica o de comunicación con conductores desnudos, forrados o aislados soportados individualmente en la estructura directamente o mediante aisladores.

Línea aérea: Línea abierta soportada en postes u otro tipo de estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los conductores.

Línea de comunicación: Línea para transmisión y recepción de señales de audio, imagen y/o datos que opera a 400 V máximos a tierra o 750 V entre dos puntos del circuito.

Línea de suministro eléctrico: Aquella que se usa para la transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica.

Línea en conflicto: Línea que al ladearse su estructura o balancearse su conductor puede llegar a tocar otra línea próxima.

Línea subterránea: Aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico o de comunicación, colocados bajo el nivel del piso, ya sea directamente enterrados, en ductos o en cualquier otro tipo de canalización aprobado.

Longitud del claro: Distancia horizontal entre dos soportes consecutivos de una línea aérea.

Registro: Recinto subterráneo donde se colocan cables y accesorios de los equipos, para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento.

Terminal de cable: Dispositivo que soporta y distribuye los esfuerzos dieléctricos del aislamiento en el extremo de un cable.

Transición de línea: Unión del cable de una línea aérea a la terminal del cable de una línea subterránea o viceversa.

Derecho de vía: Es una franja de terreno que se ubica a lo largo de cada línea, cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la línea. Su dimensión transversal varía de acuerdo con el tipo de estructuras, con la magnitud y desplazamiento lateral de la flecha y con la tensión eléctrica de operación.

Velocidad de diseño por viento: Es la velocidad real o actual, equivalente a la velocidad máxima indicada en los anemómetros de una zona geográfica dividida entre 1,3.

922-3. Posición relativa de líneas

En una misma estructura:

a) Para líneas de diferente tensión eléctrica, los conductores con mayor tensión deben estar arriba de los de menor tensión.

b) Para líneas eléctricas y de comunicación las primeras deben estar en los niveles superiores.

Excepción: En ambos incisos anteriores, se exceptúan los alimentadores de troles que por conveniencia pueden estar al nivel de los conductores de contacto del trole.

c) En cruzamientos o líneas en conflicto, debe utilizarse la misma disposición descrita en los incisos (a) y (b) anteriores.

d) Se debe evitar la existencia de líneas en conflicto.

922-4. Consideraciones generales sobre la separación de conductores

a) Medición de separaciones y 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 se deben considerar como parte integral de los conductores. Las bases metálicas de las mufas, apartarrayos y de equipo similar, deben ser consideradas como parte de la estructura de soporte.

b) Cables eléctricos aislados. En estos cables, las separaciones, para los tipos de cables descritos en los siguientes subincisos, así como para sus empalmes y derivaciones, pueden ser menores que las establecidas para conductores desnudos de la misma tensión eléctrica (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.

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 evitar cortocircuitos en caso de contacto momentáneo entre conductores, o entre éstos y el conductor conectado a tierra o con ramas de árboles.

d) Conductores neutros. Los conductores neutros deben tener la misma separación que los conductores de sus respectivos circuitos. Se exceptúan los conductores neutros efectivamente conectados a tierra a lo largo de la línea, cuando estén asociados con circuitos hasta de 22 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.

922-5. Arreglo de conductores

a) Identificación. Se recomienda que todos los conductores de líneas eléctricas y de comunicación que vayan tendidos en las mismas estructuras, conserven una misma posición en todo su trayecto y de ser posible, se marquen en algunos de los soportes para complementar su identificación. Esto no prohíbe la transposición sistemática de los conductores.

b) Conexiones y derivaciones. Las conexiones, derivaciones y equipos de líneas aéreas deben estar libres de obstáculos para que sean fácilmente accesibles al personal calificado. Los conductores que se usen para derivaciones deben soportarse y colocarse de manera que no lleguen a tocar a otros conductores, por movimientos laterales o por colgarse demasiado, ni reduzcan el espacio para subir a trabajar.

922-6. Arboles 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. La siembra de árboles bajo líneas existentes debe realizarse con especies cuya altura de crecimiento se pueda mantener sin afectación a su aspecto y sin riesgo para el propio árbol o para la línea existente.

922-7. Aisladores

a) Material y construcción. Los aisladores que se usen en líneas eléctricas deben ser aprobados para ese uso.

b) Consideraciones generales sobre la selección de aisladores. Los aisladores deben 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, debe ser accesible a personas calificadas, para lo cual se deben proveer los espacios para su operación y mantenimiento.

b) Indicación de posición de operación. Los equipos de protección y seccionamiento conectados al circuito deben indicar claramente su posición de "abierto" o "cerrado", ya sea que se encuentren dentro de envolventes o estén descubiertos.

c) Fijación de posición. Los equipos de protección y seccionamiento conectados a las líneas en lugares accesibles a personas no calificadas, deben estar provistos de mecanismos de seguridad que permitan asegurar su posición de "abierto" o "cerrado" para evitar operaciones no deseadas.

Los equipos de protección o seccionamiento para operar en líneas aéreas en forma remota o automática deben estar provistos de medios locales que impidan la operación del control remoto o automático.

d) Transformadores y equipo montado en postes. La parte más baja de los transformadores instalados en postes debe estar a una altura mínima de 4,45 m en lugares transitados solamente por peatones, y de 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 especificadas 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, postes, canalizaciones, equipos, soportes, cables mensajeros, cubiertas de cables aislados, palancas y manijas , deben estar puestos a tierra efectivamente.

Excepción: Esta conexión puede omitirse cuando lo requiera la operación del equipo, siempre que existan protecciones que impidan el contacto de personas o animales con las partes metálicas, o bien cuando estén, a una altura mayor de 2,9 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.

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 no deben sobrepasar su capacidad de conducción de corriente. La Tabla 922-10 muestra valores máximos de capacidad de conducción de corriente, para los conductores desnudos usuales en líneas aéreas.

TABLA 922-10.- Capacidad de conducción de corriente (A) en conductores desnudos

Tamaño o designación		Cobre*	ACSR	Aluminio
mm^2	**AWG o kcmil**			
8,37	8	90	---	---
13,3	6	130	---	98
21,2	4	180	140	130
33,6	2	240	180	180
53,5	1/0	310	230	235
67,4	2/0	360	270	275
85,0	3/0	420	300	325
107	4/0	490	340	375
135	266,8	---	460	445
171	336,4	---	530	520
242	477	---	670	650
322	636	---	780	---
403	795	---	910	---
484	954	---	1010	---
564	1113	---	1110	---
635	1351	---	1250	---
765	1510,5	---	1340	---
806	1590	---	1380	---

Bases:
Temperatura total máxima en el conductor: 75°C
Temperatura ambiente: 25°C
Velocidad del viento: 0,6 m/s Factor de emisividad: 0,5
Frecuencia: 60 Hz
*Conductor de cobre duro con 97,3% de conductividad

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.

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 media, alta y extra alta tensión, la separación entre conductores queda definida, además de los factores aquí considerados, por la geometría de las estructuras, la coordinación de aislamiento, el aislamiento, el efecto corona, la longitud de los claros y la experiencia obtenida con diseños anteriores que se hayan operado satisfactoriamente.

NOTA: En el texto de estos requisitos se debe entender como soporte de los conductores, el conjunto de elementos que sostienen directamente a los conductores, como son las crucetas, bastidores u otros medios similares, junto con sus aisladores.

c) El incremento en separación para tensión eléctrica mayor de 50 kV, especificado en el punto anterior, debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1,000 m s.n.m. Todas las separaciones para tensión eléctrica superior a 50 kV, deben determinarse basándose en la tensión eléctrica máxima de operación.

922-12. Separación horizontal entre conductores de línea. La separación horizontal mínima entre conductores debe ser:

a) En soportes fijos. Los conductores del mismo o de diferente circuito en soportes fijos (con aisladores rígidos) deben tener una separación horizontal en sus soportes, igual o mayor, al mayor de los valores obtenidos por la separación horizontal mínima o separación de acuerdo con la flecha. Estas separaciones no se aplican si los conductores son cables aislados de los tipos descritos en 922-4(b), o bien si son conductores forrados de un mismo circuito, que cumplen con lo indicado en 922-4(c).

1) Separación horizontal mínima. Debe cumplir como mínimo los valores de la Tabla 922-12(a)(1).

2) Separación de acuerdo con la flecha. El valor mínimo a cumplir es el obtenido por medio de las ecuaciones 1 y 2. En caso de que el valor resultante sea menor al de la Tabla 922-12(a)(1) debe usarse el valor de la tabla.

Excepción: Para conductores del mismo circuito con tensión eléctrica mayor de 50 kV aplique la Tabla 922-12 (a)(2)

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):

$$S = 7{,}62\ (kV) + 8\sqrt{(2{,}12f)}\ mm$$

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 final 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 1 000 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(1)

Circuito	Separación mínima en milímetros
Línea de comunicación abierta: (excepto en transposiciones)	
Mínimo	150
Mínimo en aisladores rígidos	75
Alimentadores para transporte eléctrico(2):	
Hasta 750 V	150
Más de 750 V a 8,7 kV	300
Conductores eléctricos del mismo circuito:	
Hasta 8,7 kV	300
Más de 8,7 kV a 50 kV	300 más 10 por cada kV en exceso de 8,7 kV
Más de 50 kV	(3)
Conductores eléctricos de diferentes circuitos:	

Hasta 8,7 kV	300
Más de 8,7 kV a 50 kV	300 más 10 por cada kV en exceso de 8,7 kV
Más de 50 kV a 814 kV	725 más 10 por cada kV en exceso de 50 kV(4)

Notas:

(1)Todas las tensiones eléctricas son entre fases, excepto para alimentadores de transporte eléctrico, las cuales son a tierra.

Para determinar la separación entre conductores de la misma fase pero de diferentes circuitos, el conductor con menor tensión eléctrica debe ser considerado como puesto a tierra.

(2) Para conductores que tengan flecha aparente de 1,0 m y tensiones eléctricas máximas de 8,7 kV, respectivamente, en los que se hayan utilizado normalmente separaciones de 250 a 300 mm, 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 la Sección 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 1 000 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 para que, al inclinarse una cadena de aisladores hasta formar un ángulo de 30 grados con la vertical, la separación sea igual o mayor a la obtenida por medio del inciso a) anterior.

TABLA 922-12(a)(2).- Separación horizontal mínima "S" de conductores en sus soportes fijos, de acuerdo con su flecha

	Separación S en mm									
Flecha (m)	**1,0**	**1,5**	**2,0**	**2,5**	**3,0**	**1,0**	**1,5**	**2,0**	**2,5**	**3,0**
Tensión eléctrica (entre fases) V	**Ecuación 1 Hasta 33,6 mm^2 (2 AWG)**					**Ecuación 2 Mayor a 33,6 mm^2 (2 AWG)**				
6 600	450	660	810	96	1 050	410	500	570	630	680
13 800	510	710	860	980	1 090	470	550	620	690	740
23 000	580	780	930	105	1 160	540	620	690	760	810
34 500	660	810	1 020	1 140	1 250	630	710	780	840	900

922-13. Separación vertical entre conductores de línea. La separación vertical entre conductores de línea localizados en diferentes niveles de una misma estructura, debe ser

a) Separación de conductores. Deben aplicarse las separaciones para conductores del mismo o diferente circuito indicadas en la Tabla 922-13(a) a conductores con tensión eléctrica hasta 50 kV.

Excepción 1: Los conductores soportados por bastidores verticales, o por ménsulas separadas colocadas verticalmente, deben tener los espaciamientos indicados en 922-17.

Excepción 2: Este requisito no se aplica a conductores forrados del mismo circuito, de conformidad con lo indicado en 922-4(c).

b) Separaciones adicionales. Las separaciones que se indican en la Tabla 922-13(a), deben incrementarse para conductores en la misma estructura o tensiones mayores a 50 kV. Los incrementos deben ser acumulables cuando sea aplicable más de una de las siguientes condiciones.

1) Tensiones eléctricas mayores de 50 kV entre conductores

Para tensiones eléctricas entre 50 kV y 814 kV, la separación entre conductores debe incrementarse 10 mm por cada kV en exceso de 50 kV.

2) Conductores con diferentes flechas en la misma estructura Los conductores soportados a diferentes niveles en la misma estructura y tendidos con distintas flechas deben tener una separación vertical en sus soportes, para que la separación mínima entre los conductores, en cualquier punto del claro, sea como mínimo la siguiente, (considerando que el conductor superior y el inferior tienen su flecha final sin carga, a temperaturas de 50°C el primero y de 16°C el segundo):

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 la Sección 922-13(b)(1) de esta Sección.

Cuando sea necesario, las flechas deben ser reajustadas para cumplir con lo anterior, previendo que no se exceda lo establecido en 922-93 para la tensión mecánica de los conductores.

TABLA 922-13(a).- Separación vertical mínima entre conductores, en sus soportes (m)

Conductores en niveles inferiores			**Líneas abiertas con tensión eléctrica entre conductores:**			
			Hasta 750 V (1)	**Más de 750 V hasta 8,7 kV**	**Más de 8,7 kV hasta 15 kV**	**Más de 15 kV hasta 50 kV**
De Comunicación	En general		1,00	1,00	1,50	1,50
	Utilizados para operación de líneas eléctricas		0,40	0,40	1,00	1,00
Eléctricos con tensión eléctrica entre conductores (V):	Hasta 750 (1)		0,40	0,40	1,00	1,00
	Más de 750 V hasta 8,7 kV		--	0,40	1,00	1,00
	Más de 8,7 kV hasta 15 Kv	Si se trabaja con línea viva	--	0,40	1,00	1,00
		Si no se trabaja con línea viva	--	--	0,40	1,00
	Más de 15 kV hasta 50 kV		--	--	--	1,00

(1) Los valores de esta columna (o renglón) se aplican también a cables aislados, así como a conductores neutros conectados efectivamente a tierra, en circuitos hasta de 22 kV a tierra.

922-14. Separación entre conductores de línea en diferentes niveles de la misma estructura. Ningún otro conductor debe estar dentro del área marcada con línea punteada en la Figura 922-14, en la cual V y H deben determinarse con base en las separaciones mínimas vertical y horizontal establecidas en esta Sección.

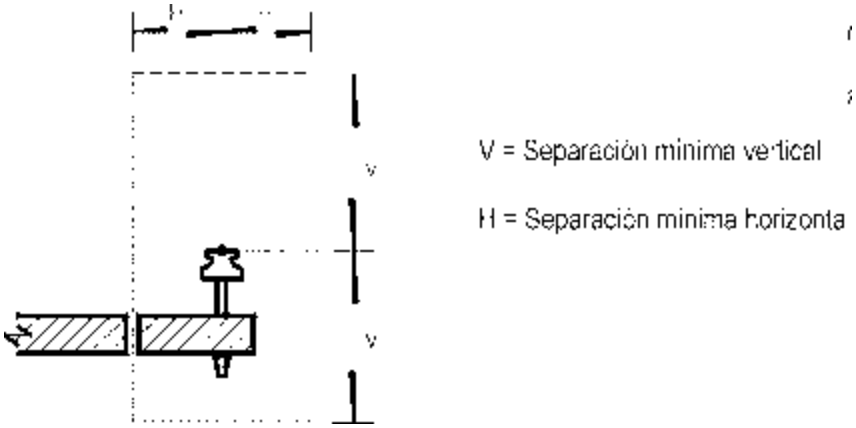


FIGURA.- 922-14

922-15. Separación en cualquier dirección de conductores a soportes, estructura, otros conductores verticales o derivados, mensajeros y retenidas sujetos a la misma estructura.

a) En soportes fijos. La separación no debe ser menor que la indicada en la Tabla 922-15(a).

b) En aisladores de suspensión. Cuando se usen aisladores de suspensión que puedan oscilar libremente, la separación mínima debe incrementarse, para que cuando la cadena de aisladores forme un ángulo de 30° con la vertical, la separación no sea igual o mayor que la indicada en (a) anterior.

TABLA 922-15(a).- Separación mínima en cualquier dirección (mm)

Separación de los conductores de línea entre:	**En estructuras que soporten líneas de:**		**Líneas de suministro (Tensión eléctrica entre fases)**		
	Solo de comunicación	**Comunicación y eléctricas**	**De 0 hasta 8,7 kV**	**Mayor de 8,7 kV hasta 50 kV**	**Mayor de 50 kV hasta 814 kV (4)**
Conductores verticales o derivados:					
Del mismo circuito De diferente circuito	75 75	75 75	75 150 (5)	75 más 6,5 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV 150 más 10 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV	Valor no especificado 580 más 10 mm por cada kV en exceso de 50 kV
Retenidas y mensajeros sujetos a la misma estructura:					
Paralelos a la línea Retenidas de ancla Otros	75 75 75	150 150(1) 150(1)	300 150 150	300 mm más 10 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV **150 mm más 6,4 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV** 150 mm más 10 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV	**740 mm más 10 mm por cada kV en exceso de 50 kV** 410 mm más 6,4 mm por cada kV en exceso de 50 kV 580 mm más 10 mm por cada kV en exceso de 50 kV
Superficie de crucetas	75(2)	75(2)	75(6)(7)	75 mm más 5,0 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV (6) (7) (8)	280 mm más 5,0 mm por cada kV en exceso de 50 kV
Superficie de estructuras:					
Que soporten líneas de comunicación y eléctricas	--	125(2)	125(3)(6)(7)	125 mm más 5,0 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV (6)(7)	330 mm más 5,0 mm por cada kV en exceso de 50 kV

Otras	75[2]	--	75[6][7]	75 mm más 5,0 mm por cada kV en exceso de 8,7 kV[6][7]	280 mm más 5,0 mm por cada kV en exceso de 50 kV

Notas:

(1) En estructuras que soporten líneas de comunicación y eléctricas, en las que sus retenidas pasen a 300 mm o menos de los conductores eléctricos y de comunicación a la vez, dichas retenidas deben ser protegidas con una cubierta aislante adecuada en el tramo cercano al conductor eléctrico. Esto no es necesario si la retenida está efectivamente puesta a tierra, o tiene un aislador tipo retenida, localizado a un nivel inferior del conductor eléctrico más bajo y arriba del conductor de comunicación más alto.

(2) Los conductores de comunicación pueden sujetarse en soportes colocados en la base o a los lados de las crucetas, o en la superficie de postes.

(3) Esta separación solamente se aplica a conductores eléctricos colocados en la misma estructura debajo de conductores de comunicación. Cuando los conductores eléctricos estén arriba de los de comunicación, esta distancia puede reducirse a 75 mm, excepto para conductores eléctricos de 0 a 750 V, cuya separación puede ser reducida a 25 mm.

(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 1 000 m s.n.m. 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 75 mm.

(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 25 mm.

(8) En circuitos con conductor neutro efectivamente puesto a tierra, que cumpla con lo indicado en la Sección 922-4 (d), puede utilizarse la tensión 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 colocados en la misma cruceta. Los circuitos eléctricos con tensión eléctrica hasta de 50 kV entre conductores, pueden colocarse en la misma cruceta, con circuitos de tensión eléctrica inmediata superior o inferior, siempre que se cumpla con una o más de las condiciones siguientes:

a) Que los circuitos ocupen lados opuestos de la estructura.

b) En líneas construidas con crucetas voladas o soportadas en sus dos extremos, los circuitos deben estar separados por una distancia mínima requerida por el espacio para subir, estipulado en 922-19, para el circuito de tensión eléctrica mayor.

c) Los conductores de tensión eléctrica menor deben ocupar las posiciones más próximas a la estructura, y los de tensión eléctrica mayor las posiciones más distantes.

d) Uno de los dos circuitos de comunicación para la operación de líneas eléctricas y el otro un circuito eléctrico de menos de 8,7 kV, siempre que los dos se instalen de acuerdo con los incisos (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 separación vertical menor que la indicada en 922-13, cuando estén colocados en bastidores verticales o en ménsulas separadas colocadas verticalmente, que estén firmemente sujetos a un lado de la estructura y se cumpla con las siguientes condiciones:

a) La tensión eléctrica máxima 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) La separación vertical entre conductores no debe ser menor que la siguiente:

Longitud del claro (m)	Separación (cm)
Hasta 45	10
Más de 45 a 60	15
Más de 60 a 75	20
Más de 75 a 90	30

Excepción: Si los conductores tienen separadores intermedios adecuados, el espaciamiento vertical puede ser como mínimo de 10 cm en cualquier caso.

922-18. Separación de conductores fijados a edificios o puentes. Los conductores eléctricos desnudos que estén sujetos en forma permanente a edificios deben ser de tensión eléctrica máxima 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. Estos requisitos se aplican únicamente a las partes de las estructuras utilizadas por los trabajadores para subir.

a) Localización y dimensiones

1) Debe dejarse un espacio para subir a la estructura con las dimensiones horizontales especificadas en el inciso e) de esta Sección.

2) El espacio para subir se requiere solamente en un lado o esquina del soporte.

3) El espacio para subir debe considerarse verticalmente arriba y abajo de cada nivel de conductores, como se indica en los incisos (e) y (f) de esta Sección.

b) Partes de la estructura en el espacio para subir. Cuando las partes de la estructura estén en un lado o esquina del espacio para subir, no se considera que 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. Cuando los equipos eléctricos se localicen abajo de los conductores deben instalarse fuera del espacio para subir.

e) Espacio para subir entre conductores. El espacio para subir entre conductores debe tener las dimensiones horizontales indicadas en la Tabla 922-19(e). Estas dimensiones tienen el propósito de dejar un espacio para subir de 60 cm libre de obstáculos, para tensiones mayores a 3 kV los conductores desnudos o forrados deben protegerse temporalmente con cubiertas aislantes adecuadas a la tensión eléctrica existente. El espacio para subir debe dejarse longitudinal y transversalmente a la línea, y extenderse verticalmente a un mínimo 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 energizada.

f) Espacio para subir frente a tramos longitudinales de línea no soportados por crucetas. El ancho total del espacio para subir debe dejarse frente a los tramos longitudinales y extenderse verticalmente 1,0 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)

Conductores que limitan el espacio para subir		Separación horizontal en cm(4) en estructuras que soporten conductores:			
Tipo	**Tensión eléctrica(1)**	**Comunicación**	**Eléctricos**	**Eléctricos arriba de conductores de comunicación**	**Comunicación arriba de conductores eléctricos(2)**
Comunicación	Hasta 150V	Sin requisitos	--	(3)	Ningún requisito
	Más de 150V	60 recomendado	--	(3)	60 recomendado
Eléctricos aislados	Todas tensiones	--	--	(3)	Ningún requisito
Eléctricos aislados con mensajero desnudo	Todas tensiones	--	60	60	75
Eléctricos en línea abierta o conductores forrados	Hasta 750 V	--	60	60	75
	Más de 750V hasta 15 kV	--	75	75	75
	Más de15 kV hasta 28 kV	--	90	90	90
	Más de 28 kV hasta 38 kV	--	100	100	--
	Más de 38 kV hasta 50 kV	--	117	117	--
	Más de 50 kV hasta 73 kV	--	140	140	--
	Más de 73 kV	--	Más de 140(5)	--	--

Notas:
(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 para líneas de que se trate.
(5) Para tensiones mayores agregar 1 cm por kV en exceso de 73 kV.

922-20. Espacio para trabajar

a) Localización. Deben dejarse espacios para trabajar localizados a ambos lados del espacio para subir.

b) Dimensiones

1) A lo largo de la cruceta. El espacio para trabajar debe extenderse desde el espacio para subir hasta el más alejado de los conductores en la cruceta.

2) Perpendicular a la cruceta. El espacio para trabajar debe tener la misma dimensión que el espacio para subir (véase 922-19(e)). Esta dimensión debe medirse horizontalmente desde la cara de la cruceta.

3) Verticalmente. El espacio para trabajar debe tener una altura mínima indicada en la Sección 922-13, para la separación vertical de conductores soportados en diferentes niveles en la misma estructura.

c) Localización de conductores verticales y derivados respecto del espacio para trabajar. Los espacios para trabajar no deben obstruirse. Los conductores verticales o derivados deben colocarse al lado opuesto del espacio destinado para subir en la estructura; en caso de no ser posible, pueden colocarse en el mismo lado para subir, siempre que queden separados de la estructura por una distancia mínima equivalente al ancho del espacio para subir requerido para los conductores de mayor tensión eléctrica. Los conductores verticales canalizados o protegidos con cubiertas protectoras para usos eléctricos, pueden quedar colocados sobre el lado para subir de la estructura.

d) Localización de crucetas transversales respecto de los espacios para trabajar. Las crucetas transversales (Figura 922-20(d)) pueden usarse siempre que se mantenga el espacio para subir, definido en 922-19. Conservando los valores de la Tabla 922-13(a), ya sea incrementando el espacio entre las crucetas de línea o en su caso utilizando estructuras más altas.

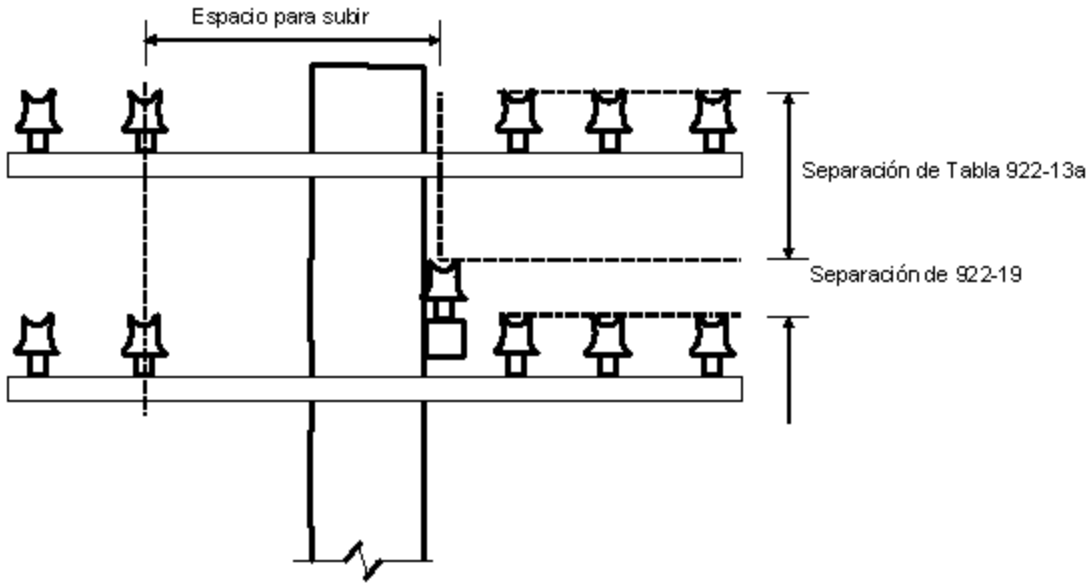


FIGURA 922-20(d).- Localización de crucetas y espacios para trabajar

1) Altura normal del espacio para trabajar. Debe dejarse el espacio lateral para trabajar de la altura indicada en la Tabla 922-13(a), entre los conductores derivados sujetos a la cruceta transversal y los conductores de línea. Esto puede realizarse incrementando el espacio entre las crucetas de línea.

2) Altura reducida del espacio para trabajar. Cuando 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 o entre equipo suministrador y conductores o equipos de comunicaciones.

a) La separación se refiere a las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica del equipo, soportes metálicos para cables aislados o conductores, así como brazos metálicos de soporte que estén sujetos a soportes metálicos o bien colocados a menos de 2,5 cm de tanques y bastidores de transformadores y mensajeros sin conexión efectiva a tierra.

b) Las separaciones, deben ser las indicadas en la Tabla 922-21.

TABLA 922-21.- Separación vertical entre conductores suministradores y equipo de comunicaciones o entre equipo suministrador y conductores o equipo de comunicaciones

Tensión eléctrica de suministro kV(1)	Separación vertical (m)
Conductores puestos a tierra, mensajeros y soportes	0,75
Hasta 8,7	1,00
Más de 8,7	1,0 + 0,01 por kV en exceso de 8,7 kV

Nota:

(1) Las tensiones eléctricas son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

922-22. Separación de conductores verticales y derivados a otros conductores y superficies en la misma estructura. Las separaciones entre conductores verticales y derivados a otros conductores o superficies en la misma estructura deben ser las que se indican en esta Sección.

1) Se permite colocar circuitos suministradores de la misma tensión eléctrica o de la inmediata superior en un mismo ducto, si los conductores son aislados.

2) Se permite colocar pares de conductores de comunicación sujetos directamente a estructuras o a mensajeros.

3) Se permite colocar directamente en la estructura conductores de conexión de puesta a tierra, conductores neutros, conductores aislados o canalizaciones eléctricas.

4) Los circuitos suministradores aislados de 600 V y que no excedan de 5 000 W pueden colocarse en el mismo circuito del cable de control con el cual están asociados.

a) Conductores eléctricos verticales y derivados

1) Separaciones en general. Las separaciones no deben ser menores que las especificadas en la Tabla 922-22(a) o en 922-15.

TABLA 922-22(a).- Separación de conductores eléctricos verticales y derivados con respecto a superficies, mensajeros y retenidas en la misma estructura, (cm) (1)

Separación de conductores verticales y derivados a:	Hasta 8,7 kV	Mayor de 8,7 kV hasta 50 kV	Mayor de50 kV (5)
Superficies de soportes	7,5 cm (2)(3)	7,5 cm más 0,5 cm por cada kV en exceso de 8,7 kV	27,5 cm más 0,51cm por cada kV en exceso de 50 kV
Mensajeros y retenidas	15 cm	15 cm más 1 cm por cada kV en exceso de 8,7 kV(4)	58,5 cm más 1 cm por cada kV en exceso de 50 kV(4)

Notas:

(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 1 000 m s.n.m.

2) Casos especiales. Se refieren solamente a los tramos de estructuras por donde suban trabajadores, cuando los conductores estén energizados.

1. Cables aislados y conductores de conexión de puesta a tierra. Los conductores verticales aislados y los conductores de conexión de puesta a tierra, pueden instalarse, sin protección aislante adicional, siempre y cuando el espacio para subir y los conductores de línea estén en el lado opuesto de la estructura.

2. Conductores para conectar lámparas de alumbrado público. Cuando se conecten luminarias de alumbrado público directamente a líneas eléctricas, en postes que se usen exclusivamente para estas líneas, puede hacerse dicha conexión bajando conductores en línea abierta, desde la cruceta del poste al extremo del luminario, 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 múltiples sujetos directamente a la superficie de la estructura o de la cruceta, y no debe sufrir abrasión en los puntos de sujeción.

Cada conductor de estos cables que no esté puesto a tierra efectivamente, o todo el cable en conjunto, debe tener una cubierta aislante para 600 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. Los cruces del mismo circuito deben interconectarse formando circuitos derivados radiales. Los cruzamientos de conductores deben hacerse sujetándose en la misma estructura; de no ser posible debe mantenerse la separación de acuerdo con los requisitos de esta Parte C.

922-31 Consideraciones. Las separaciones horizontal y vertical se aplican bajo las siguientes condiciones:

a) Las separaciones deben determinarse en el punto de mayor acercamiento entre los dos conductores.

b) Ambos conductores deben analizarse desde su posición de reposo hasta un desplazamiento ocasionado por una presión de viento de 29 kg/m^2, con flecha inicial y final a 16°C sin viento y con flecha inicial y final a 50°C sin viento. La presión de viento puede reducirse a 20 kg/m^2 en áreas protegidas por edificios u otros obstáculos. Cuando se usen aisladores de suspensión con movimiento libre el desplazamiento de los conductores debe incluir la inclinación de la cadena de aisladores.

Con objeto de poder determinar la posición relativa que resulte con la menor separación deben calcularse las separaciones entre conductores en sus diferentes posiciones, desde el reposo hasta su máximo desplazamiento.

c) La dirección supuesta del viento, debe ser aquella que produzca la separación más crítica.

d) No se requiere incrementar la flecha cuando la temperatura del conductor no exceda de 50ºC y los claros sean iguales o menores que los claros siguientes.

- 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 incrementarse 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 el resultado de la diferencia aritmética entre las flechas finales, calculadas para el claro en reposo y temperaturas en el conductor de 15°C y 50°C.

2) Para claros a nivel, cuando el cruzamiento no se localice a la mitad del claro del conductor superior, el incremento anterior puede reducirse multiplicando por los factores de la Tabla 922-31(e)(2).

TABLA 922-31(e)(2).- Distancia del punto de cruce a la estructura más cercana

Por ciento de la longitud del claro de cruce	Factor
5	0,19
10	0,36
15	0,51

20	0,64
25	0,75
30	0,84
35	0,91
40	0,96
45	0,99
50	1,00

NOTA:

Interpolar 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 conductores. Para tensiones eléctricas mayores, debe incrementarse 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.

922-33. Separación vertical. La separación vertical entre conductores que se crucen o adyacentes, soportados en diferentes estructuras, debe ser cuando menos la indicada en la Tabla 922-33.

Para líneas en el nivel superior e inferior con tensiones de 22 kV hasta 470 kV, la separación total es igual a la suma de 1,2 m (distancia para 22 kV de Tabla 922-33) mas 1,0 cm/kV por la suma de las diferencias de la tensión de cada línea en exceso de 22 kV.

Tabla 922-33.- Separación vertical entre conductores soportados en diferentes estructuras (m)[(1)]

			Conductores		Conductores suministradores			
			Neutro, guarda y retenidas[(2)]	Comunicaciones y mensajeros	Aislados		Línea abierta	
					0 a 750 V	Más de 750 V	0 a 750 V[(3)]	Más de 750V a 22kV
Conductores		Neutro, guarda y retenidas[(2)]	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,2
		Comunicaciones y mensajeros	0,6	0,6	0,6	1,2	1,2	1,8
Conductores suministradores	Aislados	0 a 750 V	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
		Más de 750 V	0,6	1,2	0,6	1,2	0,6	1,2
	Línea abierta	0 a 750 V[(3)]	0,6	1,2	0,6	0,6	0,6	1,2
		Más de 750 V a 22kV	1,2	1,8	0,6	1,2	1,2	1,2
	Trolebuses, trenes, sus retenidas y mensajeros [(3)]		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,8

Notas:

(1) as tensiones eléctricas son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna (o renglón) son los descritos en la sección 922-4(d)

(3) Los conductores suministradores de trolebuses y trenes de más de 750 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. Estos requisitos se refieren a la altura mínima que deben guardar los conductores desnudos y cables aislados de líneas aéreas, con respecto al suelo, al agua y a la parte superior de rieles, así como a la altura mínima de partes vivas de equipo sobre el suelo.

922-41 Alturas básicas para conductores. Las alturas básicas deben ser como mínimo las indicadas en la Tabla 922-41, y se aplican bajo las siguientes condiciones:

a) Temperatura en los conductores de 50°C.

b) Flecha final, en reposo.

922-42 Alturas adicionales para conductores. Las alturas que se indican en la Tabla 922-41, no deben incrementarse cuando los claros sean iguales o menores que los indicados en la Sección 922-31(d) y la temperatura del conductor no exceda de 50 °C.

a) Tensión 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.

Excepción: En cruzamientos sobre vías de ferrocarril en la Zona I, debe aplicarse a la altura un incremento de 1,5 cm por cada metro del claro en exceso de 75 m.

Los incrementos anteriores no requieren ser mayores que el resultado de la diferencia aritmética entre las flechas finales calculadas para el claro, en reposo y temperaturas en el conductor de 50°C y 15°C,.

922-43. Altura de partes vivas de equipo instalado en estructuras

a) Altura básica mínima. La altura mínima sobre el suelo, de partes vivas no protegidas de equipo, se indica en la Tabla 922-43.

b) Altura adicional. Para tensiones eléctricas mayores a 22 kV, la altura básica anterior debe incrementarse 1,0 cm por cada kV en exceso de 22.

TABLA 922-41.- Altura mínima de conductores sobre el suelo, agua o vías férreas (m)(1)

Superficie bajo los conductores	Cables para retenidas, mensajeros, guarda o neutros(2)	Conductores para comunicación		Conductores suministradores					
				Aislados		Línea abierta		Trolebuses, trenes eléctricos y sus mensajeros	
		Aislados	Desnudo	Hasta 750 V	Mayor de 750 V	Hasta 750 V	Mayor de 750 V a 22 kV	Hasta 750 V (4)	Mayor de 750 V a 22 kV
Vías férreas (excepto trenes eléctricos)	7,2	7,2	7,3	7,3	7,5	7,5	8,1	6,7	6,7
Con tránsito de vehículos(7) (8) o maquinaria agrícola	4,7	4,7	4,9	4,9	5,0	5,0	5,6	5,5	6,1
Sin tránsito de vehículos	2,9	2,9	3,6	3,6 (6)	3,8	3,8	4,4	4,9	5,5
Aguas sin navegación	4,0	4,0	4,4	4,4	4,6	4,6	5,2	--	--
Aguas navegables(9)	Incluyendo(10) ríos, lagos, presas y canales con un área sin obstrucción. Donde exista navegación con botes de vela aumentar 1,5 m								

a. Hasta 8 ha	5,3	5,3	5,5	5,5	5,6	5,6	6,2	--	--
b. Mayor a 8 hasta 80 ha	7,8	7,8	7,9	7,9	8,1	8,1	8,7	--	--
c. Mayor a 80 hasta 800 ha	9,6	9,6	32,0	32,0	9,9	9,9	10,5	--	--
d. Más de 800 ha	11,4	11,4	11,6	11,6	11,7	11,7	12,3	--	--

Notas:

(1) Las tensiones eléctricas son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.
(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna son los descritos en 922-4(d).
(4) En pasajes subterráneos, túneles o puentes, puede reducirse la altura sobre el piso o vías, indicada en esta columna.
(6) Esta altura puede reducirse a 3,0 m para los cables aislados con tensión eléctrica hasta de 150 V a tierra, localizados a la entrada de edificios.
(7) Para conductores de comunicación, aislados o los descritos en la nota 2, cuando crucen o su trayectoria sea a lo largo de callejones, entradas a 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) La altura de los conductores sobre el nivel del agua debe basarse en el más alto nivel histórico que haya alcanzado el agua. La altura sobre ríos y canales debe basarse en el área más grande que resulte de considerar una longitud de 1 600 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.

TABLA 922-43.- Altura sobre el suelo de partes vivas de equipo instalado en estructuras, (m)[(1)]

Superficie bajo las partes energizadas	Equipo efectivamente conectado a tierra	Equipos no puestos a tierra conectados a circuitos		Partes vivas rígidas no protegidas	
		Hasta 750 V	Mayor de 750 V a 22 kV	Hasta 750 V	Mayor de 750 V a 22 kV
1. Carreteras, calles, callejones y caminos vecinales, así como terrenos sujetos al paso de vehículos de cualquier tipo	4,6	4,9	5,5	4,9	5,5
2. Espacios no transitados por vehículos	4,45[(2)]	4,45	4,45	4,45	4,45

Notas:

(1) Las tensiones eléctricas son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.
(2) Esta altura puede reducirse a 3,0 m para las partes vivas y puntas de cables aislados como los descritos en la Sección 922-4(b)(2) y 922-4(b)(3), de hasta 150 V a tierra, localizadas a la entrada de edificios.

E. Separación de conductores a edificios, puentes y otras construcciones

922-51. Aplicación. Estos requisitos se refieren a la separación de los conductores desnudos y cables aislados de una línea, con respecto a edificios, puentes, estructuras de una segunda línea próxima u otras construcciones.

922-52. Consideraciones. Las separaciones básicas horizontal y vertical de edificios, construcciones o anuncios, se aplican bajo las siguientes condiciones;

a) Separación horizontal. Debe aplicarse con el conductor desplazado de su posición en reposo por un viento a una presión de 29 kg/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.

b) Separación vertical

1) Temperatura en los conductores de 50°C, con flecha final, sin deflexión por viento.

2) Claros básicos como se indica a continuación:

- Hasta de 75 m para la Zona de carga I (véase 922-82).

- Hasta de 100 m para todas las otras zonas.

c) Transición entre separaciones horizontal y vertical. Debe mantenerse la distancia resultante de proyectar como radio la separación vertical sobre la separación horizontal. Ver figura 922-54.

922-53. Separación de conductores a estructuras de otras líneas. Los conductores de una línea que pasen próximos a una estructura de una segunda línea, deben estar separados de cualquier parte de esta estructura por distancias mínimas siguientes:

a) Separación horizontal de 1,50 m para tensiones eléctricas hasta 50 kV a tierra.

b) Separación vertical de 1,40 m para tensiones eléctricas menores a 22 kV, y de 1,70 m para tensiones entre 22 kV y 50 kV a tierra.

Excepción: Cuando la tensión eléctrica no excede de 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 m y 0,90 m respectivamente medidas a 15°C sin deflexión por viento.

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 mínima de 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, debe ser la indicada en la Tabla 922-54.

c) Cuando la separación anterior no pueda lograrse, los conductores eléctricos deben protegerse, o aislarse para la tensión 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 a edificios y otras construcciones excepto puentes (m)(1)

Separaciones	Retenidas, mensajeros, cables de guarda y neutros(2)	Conductores de comunicación		Conductores suministradores				Partes vivas rígidas sin protección	
		Aislados	Sin aislar	Aislados		Línea abierta			
				De 0 a 750 V	Más de 750 V	De 0 a 750 V	Más de750 V a 22 kV	De 0 a 750 V	Más de 750 V a 22 kV
En edificios									
Horizontal									
A paredes	1,40	1,40	1,50	1,40	1,70(3)	1,70(3)	2,30(4)	1,50	2,00 (4)
A ventanas	1,40	1,40	1,50	1,40	1,70(3)	1,70(3)	2,30(4)	1,50	2,00

A balcones y áreas accesibles a personas (5)	1,40	1,40	1,50	1,40	1,70	1,70	2,30	1,50	2,00
Vertical									
Arriba o abajo de techos y salientes no accesibles a personas (5)	0,90	0,90	3,0	0,90	3,2	3,2	3,8	3,0	3,6
Balcones, arriba o abajo de techos y salientes accesibles a personas (5)	3,2	3,2	3,4	3,2	3,5	3,5	4,1	3,4	4,0
Sobre techos accesibles a automóviles	3,2	3,2	3,4	3,2	3,5	3,5	4,1	3,4	4,0
Sobre techos accesibles a vehículos para carga	4,7	4,7	4,9	4,7	5,0	5,0	5,6	4,9	5,5
Anuncios, chimeneas, antenas y tanques con agua									
Horizontal	0,90	0,90	1,50	0,90	1,70(3)	1,70(3)	2,30(4)	1,50	2,00(4)
Vertical (arriba o abajo)	0,90	0,90	1,70	0,90	1,80	1,80	2,45	1,70	2,30

Notas:

(1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos puestos a tierra y entre fases para circuitos no conectados a tierra.

(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna son los descritos en 922-4(d). Los cables eléctricos aislados son los descritos en la Sección 922-4(b)(1) de cualquier tensión, así como los descritos en la Sección 922-4(b)(2) y 922-4(b)(3), en tensiones de 0 a 750 V.

(3) Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1,0 m.

(4) 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 máximo debe ser de 50 m.

(5) Un techo, balcón o área es considerada accesible a personas, si el medio de acceso es a través de una puerta, rampa o escalera permanente.

(6) Ver figura 922-54

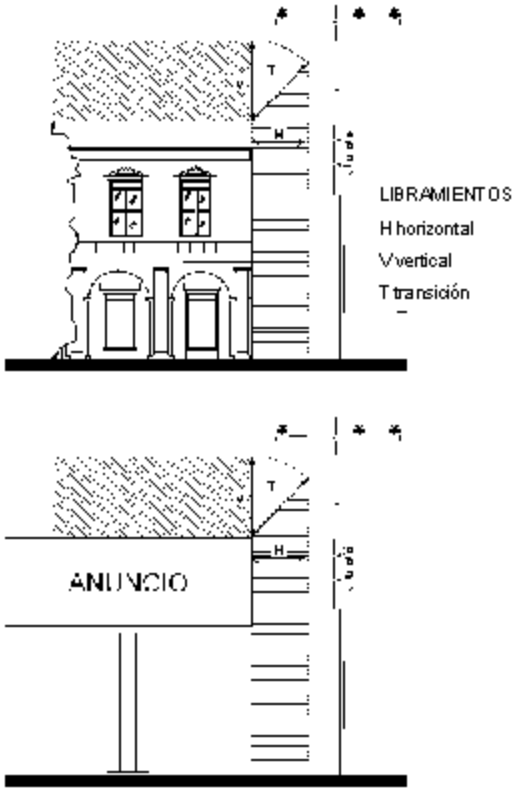


FIGURA 922-54

922-55. Separación de conductores a puentes

a) Separaciones básicas. Los conductores eléctricos que pasen abajo, arriba o cerca de un puente, deben tener separaciones vertical y horizontal no menores a las indicadas en la Tabla 922-55.

Excepción: Este requisito no se aplica a retenidas, mensajeros, cables de guarda, neutros como los descritos en 922-4(d) y cables aislados.

b) Protección de conductores alimentadores de trolebús ubicados abajo de puentes. Debe colocarse una protección aislante para evitar que en caso de que se zafe el trole del transporte haga contacto simultáneamente con el conductor alimentador y la estructura del puente.

TABLA 922-55.- Separación de conductores suministradores a puentes (m)(1)

Separaciones	Conductores de comunicación no aislados,	Conductores suministradores				Partes vivas rígidas no protegidas	
		Aislados		Línea abierta			
		0 a 750 V(2)	Más de 750 V	Hasta 750 V(2)	Más de 750 V a 22 kV	Hasta 750 V	Más de750 V a 22 kV
Separación sobre puentes(3)							
Fijos al puente	0,90	0,90	1,07	1,07	1,70	0,90	1,50
No fijos al puente	3,0	3,0	3,2	3,2	3,80	3,0	3,6
Separación lateral, abajo o dentro de la estructura del puente							
a. Partes del puente accesibles, incluyendo salientes y paredes.(3)							
Fijos al puente	0,90	0,90	1,07	1,07	1,70	0,90	1,50

No fijos al puente	1,50	1,50	1,70	1,70	2,30	1,50	2,00
b. Partes del puente(4) no accesibles							
Fijos al puente	0,90	0,90	1,07	1,07	1,70	0,90	1,50
No fijos al puente	1,20	1,20	1,40	1,40	2,00	1,20	1,80

Notas:
(1) Las tensiones eléctricas son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.
(2) Los cables aislados a que se refiere este renglón son los descritos en 922-4(b)(2) y (b)(3), y los conductores neutros son los descritos en (d) de la misma Sección.
(3) Cuando la línea esté sobre lugares transitados, ya sea encima o cerca del puente, se aplican también los requisitos indicados en 922-40.
(4) Los apoyos de puentes de acero, hechos sobre pilares de ladrillo, concreto o mampostería, que requieran acceso frecuente para inspección, deben considerarse como partes fácilmente accesibles.

922-56. Separaciones adicionales. Las separaciones adicionales son las indicadas a continuación:

a) Tensiones eléctricas mayores a 22 kV (a tierra). Para tensiones eléctricas entre 22 kV y 470 kV, las separaciones horizontal y vertical deben incrementarse 1,0 cm por cada kV en exceso de 22 kV.

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 de carga I), debe aplicarse a la separación vertical un incremento de 1,0 cm por cada m en exceso de 100 m (o 75 m en la Zona de carga I) del claro. Este incremento no requiere ser mayor que la diferencia aritmética entre las flechas finales calculadas para el claro del conductor sin deflexión por viento a 15°C y 50°C.

Excepción: Las separaciones no requieren incrementarse cuando los claros sean iguales o menores a 100 m (75m en la zona de carga I) y la temperatura del conductor no exceda de 50°C.

Para claros a nivel, cuando la separación no se localice a la mitad del claro, el incremento anterior puede reducirse multiplicando por los siguientes factores:

Distancia del punto de cruce a la estructura más cercana, en por ciento de la longitud del claro	Factor
5	0,19
10	0,36
15	0,51
20	0,64
25	0,75
30	0,84
35	0,91
40	0,96
45	0,99
50	1,00

Nota:
Interpólese para valores intermedios.

F. Distancia horizontal de estructuras a vías férreas, carreteras y agua

922-61. Aplicación. Estos requisitos se refieren a las distancias mínimas que deben guardar las estructuras de líneas aéreas, incluyendo sus retenidas y anclas, a vías férreas, carreteras y aguas navegables. Las distancias deben considerarse en forma horizontal y se establecen sólo desde el punto de vista de seguridad. Independientemente, deben observarse las disposiciones vigentes en materia de derechos de vía.

922-62. Distancias mínimas a vías férreas y carreteras. Cuando las líneas aéreas estén paralelas o crucen vías férreas o carreteras, las estructuras deben instalarse en el límite del derecho de vía del ferrocarril o carretera de que se

trate. En ningún caso la distancia desde cualquier parte de una estructura al riel más cercano, o al límite exterior del acotamiento más próximo, debe ser menor de 3,50 m.

922-63. Distancia horizontal a agua.

a) Aguas navegables Se recomienda que la distancia horizontal de las estructuras al límite más cercano de la zona de navegación de ríos, lagos y canales, sea mayor que la altura de las estructuras.

b) Aguas no navegables. Para ríos y arroyos las estructuras se deben de colocar a 20 m mínimo del límite máximo histórico que alcance el espejo del agua.

G. Derecho de vía

922-71. Aplicación. Estos requisitos aplican al derecho de vía o de paso, que deben tener las líneas aéreas en campo abierto y en zona urbana.

Los derechos de vía están reglamentados por la Ley Federal General de las Vías de Comunicación y las servidumbres de paso por el Código Civil de la Federación y/o de los estados.

El derecho de vía es una 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.

922-72. Distancia mínima horizontal de conductores al límite del derecho de vía. La distancia horizontal mínima del conductor más cercano al límite del derecho de vía de la línea, debe ser determinada de conformidad con lo indicado en 922-52, 922-54 y 922-56.

El ancho mínimo del derecho a vía será igual al doble de la suma de: la distancia del eje longitudinal de la línea al conductor extremo sin deflexión por viento, el desplazamiento lateral del conductor extremo por efecto del viento y la separación horizontal a que se refiere el párrafo anterior.

922-73. Vegetación dentro del derecho de vía de líneas.

Cuando se siembren árboles dentro del derecho de vía, deben ser de especies cuya altura de crecimiento se pueda mantener sin afectación a su aspecto y sin riesgo para el propio árbol y la línea existente.

a) La poda de árboles debe efectuarse antes de que represente un riesgo para los habitantes y la continuidad del servicio eléctrico. La responsabilidad de efectuar los trabajos de poda en áreas urbanas es de los municipios y en áreas rurales es de los propietarios de los predios. En caso de que se requiera, la empresa eléctrica suministradora puede efectuar la poda necesaria y/o conveniente. En ambos casos se debe cumplir con la normatividad aplicable vigente.

b) La brecha debe cumplir con la norma NOM-114-ECOL atendiendo los trámites requeridos por las autoridades correspondientes.

922-74. Instalaciones dentro del derecho de vía. Para la protección del público y para la operación confiable de las líneas aéreas de servicio público, dentro del área que ocupa el derecho de vía no deben existir anuncios, obstáculos ni construcciones de ninguna naturaleza.

De lo anterior se exceptúan los obstáculos en zonas urbanas que son necesarios para la prestación de los servicios públicos, como instalaciones eléctricas y de alumbrado, líneas de comunicación y de señalización, cumpliendo con las separaciones y requisitos de esta norma.

H. Cargas mecánicas en líneas aéreas

922-81. Disposiciones generales. Las líneas aéreas deben tener resistencia mecánica para soportar las cargas propias y las debidas a las condiciones meteorológicas a que estén sometidas, (ver 922-82), más los factores de sobrecarga establecidos en la Tabla 922-93. según el lugar en que se ubique cada línea, con los factores de sobrecarga adecuados. En cada caso deben investigarse y aplicarse las condiciones meteorológicas que prevalezcan en el área en que se localice la línea.

En aquellas regiones del país donde las líneas aéreas lleguen a estar sometidas a cargas mecánicas más severas que las aquí indicadas, por mayor espesor de hielo, menor temperatura o mayor velocidad del viento, las instalaciones deben proyectarse tomando en cuenta estas condiciones extras de carga, conservando los factores de seguridad para la sobrecarga correspondientes.

De no realizarse un análisis técnico detallado, que demuestre que pueden aplicarse cargas mecánicas menores, no deben reducirse las indicadas en esta Parte de la norma.

922-82. Zonas de cargas mecánicas. Con el propósito de establecer las cargas mínimas que deben considerarse para el cálculo mecánico de líneas aéreas, el país se ha dividido en seis zonas de carga que se indican en el mapa de la Figura 922-82 y se describen a continuación:

Zona I. Región Norte (Baja California Norte, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y parte de Sonora y Durango).

Zona II. Región Centro Norte (Aguascalientes, y parte de Zacatecas, Durango y San Luis Potosí).

Zona III. Región Centro Sur (Parte de Oaxaca y Chiapas).

Zona IV. Región Central (Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Morelos y parte de Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Michoacán, Hidalgo, Puebla, Veracruz y Guerrero).

Zona V. Región Costera (Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Colima, Tamaulipas, Tabasco, Campeche, Yucatán y parte de Quintana Roo, Sonora, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Veracruz).

Zona VI. Región Especial (Parte de Oaxaca, Tamaulipas, Veracruz y Quintana Roo).

Si una línea aérea cruza dos o más zonas de carga, debe soportar las cargas correspondientes a dichas zonas.

Ver 43.mp

FIGURA 922-82.- Cálculo de cargas mecánicas

922-83. Cálculo de cargas mecánicas. Las líneas aéreas deben cumplir con los valores de la siguiente tabla, que corresponden a condiciones meteorológicas mínimas de diseño para las diferentes zonas de carga mecánica (ver mapa de la Figura 922-82).

TABLA 922-83.- Condiciones meteorológicas para el cálculo de cargas mecánicas

Zona de carga mecánica	Temperatura Mínima (°C)	Velocidad de viento de diseño (km/h)	Espesor de la capa de hielo sobre (mm)	
			Cables	Componentes horizontales
I	-10	90	6	8
II	-10	90	-	-
III	-5	90	-	-
IV	-5	70	-	-
V	7	100	-	-
VI	5	105	-	-

Para altitudes mayores a 2 500 m, debe investigarse respecto a depósitos de hielo en cables y estructuras.

Para cualquiera de las zonas (excepto la Zona I), pueden considerarse los espesores de hielo de la Zona I, con una temperatura de -5°C.

El peso del hielo se considera de 913 kg/m^3

922-84. Presión de viento. La presión del viento sobre las líneas aéreas se debe calcular, según la superficie de que se trate, por medio de las siguientes ecuaciones:

a) Sobre conductores. Superficies de alambres y cables $P = 0{,}00482\ V^2$

b) Sobre estructuras. Se debe considerar que la ráfaga de viento cubre totalmente la estructura, aplicando un factor de 1,3 a la velocidad de diseño. Para estructuras metálicas (torres)), se debe aplicar adicionalmente un factor de arrastre de 1,6 a la presión de viento.

Las ecuaciones aplicables resultan:

Superficies cilíndricas (postes) $P = 0{,}00815\ V^2$

Superficies planas (torres) $P = 0{,}0130\ V^2$

Donde "P" es la presión de viento, en kg/m^2 del área resultante del producto del claro medio horizontal por el diámetro del conductor y "V" es la velocidad de viento de diseño, en km/h.

Al aplicar los valores de la velocidad de viento de diseño de la Tabla 922-83 a las ecuaciones resultan los valores de presión de viento para diseño de la Tabla 922-84.

Los valores de presión de viento de la Tabla 922-84, son válidos para líneas con estructuras de 30 m de altura máxima. Para alturas mayores, multiplicar los valores de presión de viento por el factor indicado en la Tabla 922-84(a).

TABLA 922-84.- Presiones de viento mínimas para diseño de estructura

Zona de Carga Mecánica	Velocidad de viento de diseño km/h	Presión del viento en kg/m^2, sobre superficies de:		
		Cables	Estructuras	
			Cilíndricas (postes)	De celosía (torres)
I, II y III	90	39	66	105
IV	70	24	40	64
V	100	48	81	130
VI	105	53	90	143

TABLA 922-84(a).- Factor de incremento de presión de viento por altura de estructura

Altura en m	Factor
30 o menos	1,00
50	1,08
75	1,18
100	1,28
150	1,49
Nota: Para valores intermedios de altura puede interpolarse linealmente.	

922-85. Cargas en los cables.

La carga total para calcular la tensión mecánica máxima de los cables, es igual al peso del cable más la fuerza producida por el viento actuando horizontalmente y en ángulo recto con la línea, a la temperatura y velocidad de viento indicadas en la Tabla 922-83.

En caso de existir carga de hielo en la zona, debe calcularse para una presión de viento de 20 kg/m² sobre conductores con hielo, debiéndose tomar la mayor tensión mecánica que resulte entre este valor y el resultante con la máxima velocidad de viento sin hielo.

922-86. Cargas en las estructuras y en sus soportes. Las cargas que actúan sobre las estructuras de las líneas soportes de los conductores, conductores y en cables de guarda, se calculan como sigue:

a) Carga vertical. La carga vertical sobre cimientos, postes, torres, crucetas, alfileres, aisladores y accesorios de sujeción de los conductores y cables de guarda, se debe considerar como el peso propio de éstos, más el de los conductores, cables de guarda y equipo que soporten (y, en su caso, carga de hielo), teniendo en cuenta además los efectos que pueden resultar por diferencias de nivel entre los soportes de los mismos.

La carga vertical sobre un soporte debida a los conductores o cables de guarda, se calculan multiplicando el claro vertical por el peso unitario del cable correspondiente.

b) Carga transversal de viento. La carga transversal sobre la estructura debida al viento sobre los conductores, y cables de guarda se calcula multiplicando el claro medio horizontal por el diámetro del conductor por la presión del viento.

La carga transversal sobre estructuras de celosía (torres) de sección transversal cuadrada o rectangular, debe calcularse en función del área expuesta de una cara, más 50% de la misma área expuesta. El porcentaje anterior puede substituirse por otro basado en cálculos más precisos, o por el que se determine mediante pruebas reales.

La carga transversal sobre postes debe calcularse considerando su área proyectada, perpendicular a la dirección del viento.

La carga transversal sobre estructuras de deflexión, es igual a la suma vectorial de las cargas transversales en los conductores y cables de guarda, originada por el cambio de dirección de la línea, más la carga debida a la acción del viento actuando perpendicularmente sobre todos los cables y sobre la estructura.

Para el cálculo más exacto de la carga debida a la acción del viento en estructuras de deflexión, debe considerarse la superficie proyectada de los cables perpendicular a la dirección del viento.

c) Carga longitudinal.

Para líneas aéreas hasta de 34,5 kV, no es necesario considerar carga longitudinal en los soportes entre tramos rectos de línea, excepto en el caso de estructuras de remate.

d) Carga longitudinal por ruptura de cables. Para líneas de tensiones eléctricas hasta de a 34,5 kV, no es necesario considerar la ruptura de conductores. En líneas con tensiones eléctricas mayores a 34,5 kV, deben considerarse las hipótesis siguientes:

1) Estructuras hasta con seis conductores y con uno o dos cables de guarda: considerar la ruptura de un cable de guarda o del conductor o conductores de una fase en la posición más desfavorable..

2) Estructuras con más de seis y hasta doce conductores y con dos cables de guarda: considerar la ruptura de un cable de guarda o de dos conductores de la fase en la posición más desfavorable.

En tramos rectos de línea con conductores soportados por aisladores de suspensión, la carga es igual a la tensión mecánica máxima del conductor o conductores rotos, multiplicada por un factor de 0,70 cuando existe un conductor por fase y de 0,50 cuando son dos o más conductores por fase. Cuando la ruptura ocurre en los cables de guarda en cualquier tipo de estructura, así como la de los conductores en las estructuras de remate o de deflexión, la carga es igual al 100% de la tensión mecánica máxima.

e) Aplicación simultánea de cargas. Para obtener la resistencia debida a la aplicación de cargas, debe considerarse lo siguiente:

1) Líneas de tensiones hasta de 34,5 kV

- Para calcular la resistencia transversal se debe considerar las cargas vertical y transversal actuando simultáneamente.

- Para calcular la resistencia longitudinal debe considerarse solamente la carga longitudinal.

2) Líneas de tensiones eléctricas mayores a 34,5 kV

- Para calcular la resistencia mecánica se deben considerar las cargas vertical, transversal y longitudinal actuando simultáneamente.

Excepción: En el caso de ruptura de cables en estructuras tipo H semiflexibles, donde deben considerarse solamente las cargas vertical y longitudinal actuando simultáneamente.

I. Clases de construcción en líneas aéreas

922-91. Disposiciones generales. Los materiales empleados en la construcción y mantenimiento de líneas, deben cumplir con los factores de sobrecarga y otros requisitos de 922-93 a 922-94, según el grado de resistencia mecánica requerida.

922-93. Requisitos de materiales y componentes. Los materiales empleados en las líneas aéreas, según la clase de construcción, deben cumplir con los requisitos de seguridad que se citan a continuación:

a) Conductores

1) Tamaño nominal mínimo. Los conductores eléctricos mínimos a utilizar, deben tener una resistencia nominal a la ruptura y un diámetro exterior equivalente a los conductores de cobre semiduro indicados a continuación en la Tabla 922-93(a)(1).

TABLA 922-93 (a)(1).- Tamaño nominal mínimo de conductores de cobre

Conductores:	Tamaño nominal mm^2 (AWG)	
	Clase A	Clase B
Eléctricos		
Línea abierta	13,3 (6)	8,37(8)
Acometidas de hasta 750 V a tierra	3,31 (12)	3,31 (12)
De comunicación en claros máximos de 50 m	5,26 (10)	3,31 (12)

Los conductores deben ser resistentes a la corrosión que pueda provocar el ambiente donde se instalen.

2) Flechas y tensiones. La tensión mecánica máxima del conductor no debe ser mayor que el 60% de su resistencia nominal a la ruptura, bajo las condiciones de cargas mecánicas indicadas en la Parte H de este Artículo, para la zona en que se instale.

Adicionalmente, la tensión inicial del conductor no debe exceder de 35% de la resistencia nominal a la ruptura del conductor y la tensión final no debe exceder de 25%; ambos a 15°C sin carga de viento y hielo.

3) Empalmes, derivaciones y accesorios de remate

a. Los empalmes sujetos a tensión mecánica deben tener igual o mayor resistencia mecánica que la del conductor en que se instale.

b. Las derivaciones no deben debilitar la resistencia mecánica de los conductores en el punto de conexión.

c. Los accesorios de remate y los herrajes de sujeción deben soportar la tensión máxima resultante de la aplicación de las cargas indicadas en la Parte H de este Artículo, multiplicadas por un factor de sobrecarga de 1,65.

b) Cables de guarda de acero galvanizado

1) Flechas y tensiones. La tensión mecánica del cable no debe ser mayor de 50% de su resistencia nominal a la ruptura, bajo las condiciones de carga mecánica indicadas en la parte H de este artículo para la zona donde se instale.

Adicionalmente, la tensión mecánica a 0°C sin carga de viento ni hielo, no debe exceder los porcentajes de la resistencia nominal a la ruptura del cable, siguientes:

TABLA 922-93b(1).- Tensión mecánica máxima del cable de acero a 0 °C sin carga de viento o hielo

Tensión	Alta resistencia mecánica	Extra - alta resistencia mecánica
inicial sin carga	25%	20%
final sin carga	25%	20%

2) Empalmes y accesorios de remate. Deben aplicarse lo indicado en las Secciones 922-93(a)(3a) y 922-93(a)(3c) anteriores.

c) Mensajeros. Los mensajeros deben ser cableados y su tensión mecánica máxima no debe ser mayor que el 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 establecidos y además no deben sufrir deformación permanente.

e) Crucetas. Deben resistir las cargas descritas en 922-86, con los factores de sobrecarga indicados en la Tabla 922-93. Además, deben cumplir con los requisitos siguientes:

1) Resistencia vertical. Deben resistir una carga adicional de 100 kg aplicada en su extremo más alejado. Para lograr esta disposición se puede hacer uso de tirantes u otros miembros auxiliares. Si las crucetas forman parte integral de las estructuras metálicas, deben aplicarse los factores de sobrecarga correspondientes a éstas.

2) Resistencia longitudinal. Deben resistir una tensión del conductor más alejado del centro del soporte (mínimo a 250 kg), con temperatura mínima y claros máximos a 70 m para tensiones eléctricas hasta de 34,5 kV. Para tensiones eléctricas mayores a 34,5 kV, deben resistir la carga longitudinal por ruptura de cables descrita en 922-86(d), con los factores de sobrecarga que se indican en la Tabla 922-93, aplicados a la tensión mecánica máxima de los cables.

3) Crucetas dobles. Deben usarse en estructuras para cruzamientos sobre ferrocarriles, cuando se usen aisladores tipo alfiler.

f) Postes y estructuras. Deben resistir las cargas especificadas en 922-86, con los factores de sobrecarga que se indican en la Tabla 922-93 y cumplir con los requisitos siguientes:

1) Postes de madera. Deben ser aprobados para el uso asignado.

2) Postes y estructuras de acero. El espesor de acero debe ser de 4,0 mm mínimo. Cuando la aleación del acero no contenga elementos que la hagan resistente a la corrosión, se debe proteger con una capa exterior de pintura o metal anticorrosivo.

3) Postes de concreto. Deben ser de concreto reforzado o concreto preesforzado.

g) Retenidas. Los factores de sobrecarga, se indican en la Tabla 922-93.

h) Cimentaciones. Las cargas que se indican en 922-86 multiplicadas por los factores de sobrecarga indicados en la Tabla 922-93, deben aplicarse a la estructura y las cimentaciones deben soportar las cargas que les transmite la estructura, además verificar la cimentación de acuerdo al tipo de suelo.

i) Pruebas. Las estructuras y sus componentes deben someterse a pruebas para verificar su resistencia mecánica y garantizar su buen funcionamiento.

TABLA 922-93.- Factores de sobrecarga mínimos para cada clase de construcción de líneas

Elemento de estructura	Esfuerzo mecánico	Tensión eléctrica o tipo estructura	Material	Factor de sobrecarga			
				Ruptura de cables			
				SI	NO	SI	NO
				Clase A		Clase B	
Crucetas	Sobrecarga vertical	(hasta 34,5 kV)	Madera	2,0		2,0	
		(hasta 34,5 kV)	Acero	1,5		1,3	
		(Más de 34,5 kV)	Madera	-		-	
			Acero	1,3		-	
	Sobrecarga transversal	General	Madera	1,0	2,5	-	2,0
			Concreto	1,0	2,0	-	1,7
			Acero	1,2	1,8	-	1,5
		Deflexiones y remates	Madera	1,0	2,0	-	1,7

			Concreto	1,0	1,8	-	1,5
			Acero	1,2	1,8	-	1,5
	Sobrecarga longitudinal	Más de 34,5	Acero	1,0	1,6	-	-
Postes y torres	Sobrecarga vertical		Madera	2,8	3	-	2
			Concreto	2,3	2,5	-	1,7
			Acero	1,2	1,3	-	1,1
	Sobrecarga transversal	General	Madera	1	2,5	-	2,0
			Concreto	1	2	-	1,7
			Acero	1,2	1,8	-	1,5
		Deflexiones y remates	Madera	1	2	-	1,7
			Concreto	1	1,8	-	1,5
			Acero	1,2	1,8	-	1,5
	Sobrecarga longitudinal	General	Madera	1	-	-	-
			Concreto	1	-	-	-
			Acero	1,2	-	-	-
		Deflexiones y remates	Madera	1	2	-	1,7
			Concreto	1	1,8	-	1,5
			Acero	1,2	1,6	-	-
Retenidas	Carga transversal	Suspensión		2,5		2,0	
		Deflexiones y remates		1,5		1,2	

Nota: Los factores para madera y concreto están basados en la resistencia a la ruptura y para el acero en su límite de fluencia.

922-94. Clase de construcción requerida para líneas aéreas. Debe ser la indicada en la Tabla 922-94 de acuerdo a la tensión eléctrica la línea y a los lugares por donde pase o cruce. Ver tabla 922-93 para la definición de las Clases A y B.

TABLA 922-94.- Clase de construcción requerida para líneas aéreas

Superficie o líneas en los niveles inferiores	**Líneas aéreas sobre terrenos o en los niveles superiores**

	Hasta 15 kV	Más de 15 kV hasta 34,5 kV		Más de 34,5 kV
	Zona urbana o rural	Zona urbana	Zona rural	Zona urbana o rural
Cruce sobre terrenos con				
Calles, carreteras, caminos y campo abierto	B	B	B	A
Carreteras principales, autopistas, vías férreas y aguas navegables	B	A	B	A
Cruce con líneas en niveles inferiores				
Líneas de comunicación	A	A	A	A
Líneas eléctricas				
Hasta 15kV	B	A	A	A
Más de15 kV hasta 34,5 kV	-	A	A	A
Más de 34,5 kV	-	-	-	A

Notas:

1. Las tensiones eléctricas son entre fases

2. En cruzamientos de líneas, la construcción de la línea superior debe ser igual o mayor a la de la línea inferior.

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 resistir las cargas transversal y longitudinal señaladas en la parte H de este Artículo, con el factor de sobrecarga que corresponda a la clase "A" de construcción. Para cumplir este requisito se pueden utilizar retenidas transversales y longitudinales opuestas a la vía.

c) Para mantener los cables en la posición correcta y/o proteger el poste se requiere instalar herrajes aprobados para este fin.

d) El cable de acero, herrajes y aisladores deben tener una resistencia mecánica igual o mayor que el cable de la retenida.

e) En lugares expuestos al tránsito de vehículos y peatones, el extremo anclado de todas las retenidas fijadas al piso, debe tener un resguardo visible y resistente al impacto de 2,0 m de longitud.

922-102. Aisladores para retenidas (en líneas de distribución)

a) Resistencia mecánica. Los aisladores para retenidas deben tener resistencia mecánica a la compresión igual o mayor que el cable de la retenida.

b) Tensión eléctrica de flameo. La tensión eléctrica de flameo en seco de los aisladores, debe ser como mínimo el doble de la tensión eléctrica nominal entre fases de la línea y la de flameo en húmedo, como mínimo igual a la tensión nominal.

c) Uso de aisladores en retenidas

1) Los aisladores deben instalarse a una altura menor de 2,50 m del nivel del piso.

2) Cuando una retenida no esté efectivamente conectada a tierra y pase cerca de conductores o partes descubiertas energizadas a más de 300 V, debe instalarse aislamiento en ambos lados de manera que el tramo de la retenida expuesto a contacto con dichos conductores o partes energizadas, quede aislado. Véase 922-9(c), referente a puesta a tierra de retenidas.

3) Para retenidas instaladas en líneas suministradoras abiertas de 0 a 300 V debe instalarse un aislador aprobado, o bien conectarse a tierra como se establece en 921-21(b).

922-105. Puesta a tierra

Para disposiciones de puesta a tierra, véase el Artículo 921.

ARTICULO 923-LINEAS SUBTERRANEA

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 el personal puede ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento de cables, accesorios y equipos.

Obra civil para instalaciones subterráneas : Es la combinación de ducto, bancos de ductos, registros, pozos, bóvedas y cimentación de subestaciones que forman la obra civil para instalaciones subterráneas.

Ducto: Canal cerrado (o tubo) que se utiliza para alojar uno o varios cables.

Empalme: Unión destinada a asegurar la continuidad eléctrica entre dos o más tramos de conductores, que se comporta eléctrica y mecánicamente como los conductores que une.

Equipo subterráneo: El diseñado y construido para quedar instalado dentro de pozos o bóvedas y el cual debe ser capaz de soportar las condiciones de operación.

Equipo sumergible: Aquel equipo hermético que por características de diseño, puede estar inmerso en cualquier tipo de agua en forma intermitente.

Equipo tipo pedestal: Aquel que está instalado sobre el nivel del terreno, en una base con cimentación adecuada y que forma parte de un sistema eléctrico subterráneo.

Línea subterránea: Aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico o de comunicación, colocados bajo el nivel del suelo, ya sea directamente enterrados, en ductos o bancos de ductos.

Pozo: Recinto subterráneo accesible desde el exterior al personal para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento de equipos, cables y sus accesorios.

Registro: Recinto subterráneo de dimensiones reducidas, donde está instalado equipo, cables y accesorios y el personal puede ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento.

Terminal de cable: Dispositivo que distribuye los esfuerzos dieléctricos del aislamiento en el extremo de un cable.

923-3. Cables subterráneos. Los requisitos mínimos que deben satisfacer los cables subterráneos en vía pública son los siguientes:

a) Diseño y construcción. El diseño, construcción y materiales de los cables subterráneos deben estar de acuerdo con la tensión 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 conectores del mismo metal u otro material adecuado para el propósito y las condiciones de uso, o por medio de soldadura, cuidando que ésta y los fundentes aplicados sean los adecuados.

Los conectores para unir las pantallas metálicas de cables en empalmes y terminales deben ser los adecuados para asegurar un buen contacto mecánico y eléctrico, usando el tamaño y material conveniente a fin de evitar pérdidas de energía por calentamientos. Estos conectores pueden ser del tipo para soldar o a presión. En el caso de conductores de tamaño nominal 8,37 mm^2 (8 AWG) y menores, la conexión puede hacerse trenzando adecuadamente los conductores o mediante un conector de tornillo adecuado.

d) Tensiones inducidas en la pantalla metálica. Se recomienda que las tensiones inducidas en condiciones normales de operación, no sean mayores de 55 V.

e) Instalación de cables en canalizaciones subterráneas

1) Todos los cables deben instalarse en ductos.

Excepción: Esto no es aplicable al conductor de puesta a tierra, el cual puede instalarse directamente enterrado.

2) Debe evitarse que los cables sean doblados con radios menores al mínimo señalado por el fabricante (en ningún caso este radio debe ser menor de 12 veces el diámetro externo del cable) durante su manejo, instalación y operación.

3) Las tensiones de jalado y las presiones sobre las paredes, que se presenten durante la instalación de los cables, no deben alcanzar valores que puedan dañar a los mismos. Deben limitarse a los recomendados por el fabricante.

4) Los ductos deben limpiarse previamente a la instalación de los cables.

5) Cuando se use lubricante durante el jalado de los cables, éste no debe afectar a los cables ni a los ductos.

6) En instalaciones verticales o con pendientes, los cables deben soportarse adecuadamente para evitar deslizamientos y deformaciones debido a su masa.

7) Los cables eléctricos y de comunicación no deben instalarse dentro del mismo conducto.

8) Cuando en un banco se instale más de un circuito debe analizarse la 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 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.

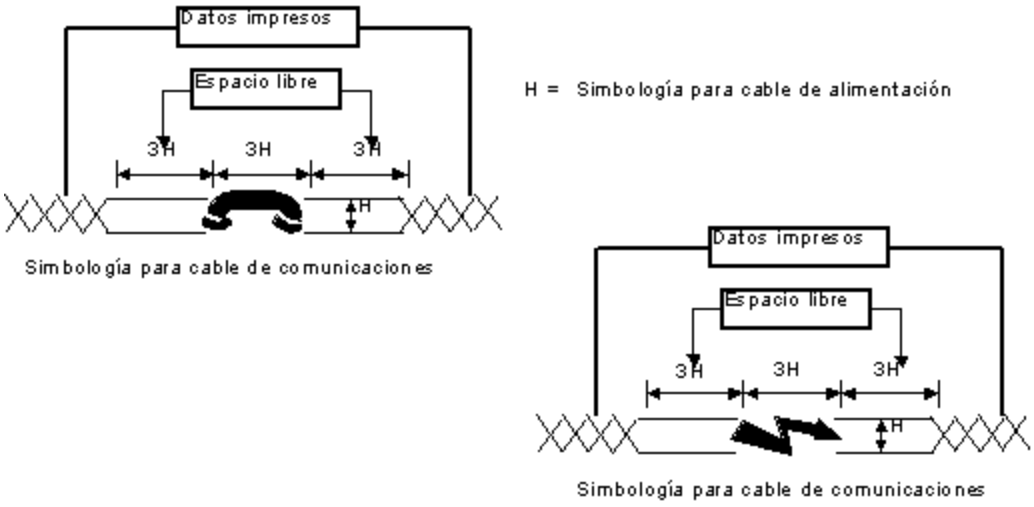


FIGURA 923-3(f)(2)

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 utilizados para alimentar energía solamente a equipos de comunicaciones, pueden considerarse como cable de comunicaciones bajo las condiciones siguientes: (los cables deben tener pantallas conductoras o pantallas que deben estar 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 mantenidos por persona o personas calificadas.

2) las terminales de los circuitos deben ser accesibles sólo a la persona o personas calificadas.

3) los circuitos de comunicación sacados de los cables, si no terminan en una estación repetidora u

oficina terminal, deben protegerse de manera que en el evento de una falla dentro del cable, la tensión 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 a una tierra común.

3) Los cables de conexión y de puesta a tierra deben ser de material resistente a la corrosión y adecuados al ambiente o bien estar protegidos de éste.

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. Sólo 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 deben cumplir con lo indicado 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 V a 22 000 V
Expuesto a tránsito de vehículos.	5,0	5,6
No expuesto a tránsito de vehículos.	3,8	4,4

Observaciones:

1. Para tensiones 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 conectores soldados, de presión o con cualquier otro medio que asegure una amplia superficie de contacto. Los conectores deben sellarse para evitar el ingreso de humedad hacia el cable. Los conectores y los conductores deben ser del mismo metal a menos que el accesorio sea adecuado para el propósito y las condiciones de uso.

7) Cuando se utilicen soldaduras fundentes o compuestos, éstos deben ser adecuados para tal uso y no deben dañar a los conductores o al equipo.

b) Soportes. Las terminales de los cables deben instalarse de forma que mantengan su posición de instalación. Cuando sea necesario, los cables deben soportarse de manera que no sufran daños por transferencia de esfuerzos mecánicos hacia las terminales, al equipo o a la estructura.

c) Identificación. Los cables o terminales, de las estructuras de transición deben estar permanentemente identificados por medio de placas o algún otro tipo de identificación.

d) Separación en gabinetes o bóvedas

1) Las terminales deben estar con una separación adecuada entre conductores y hacia tierra, de acuerdo con el tipo de terminal a utilizar.

2) En las partes vivas expuestas dentro de envolventes, 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 envolventes.

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 portafusibles deben diseñarse para soportar los efectos de condiciones normales, de emergencia y de falla que se presenten durante su operación.

3) Los equipos subterráneos que se instalen dentro de pozos y bóvedas deben ser del tipo sumergible. Asimismo, aquellos que sean susceptibles de un proceso de corrosión, deben tener una protección adecuada para evitar este problema.

4) Cuando se conecten o desconecten partes vivas utilizando herramientas, debe contarse con espacio suficiente a tierra o entre fases, o colocar barreras adecuadas.

5) Los interruptores deben tener indicado en forma visible y permanente:

(1) el diagrama unifilar de su operación;

(2) la posición de sus contactos y

(3) la dirección de operación de las palancas o mecanismo activador.

NOTA: La palanca o mecanismo de control de los interruptores debe operar en una dirección para abrir y en otra para cerrar con objeto de evitar confusiones.

6) El equipo que pueda ser operado a control remoto o en forma manual, debe tener un medio de bloqueo local que impida su operación, para evitar riesgos al trabajador.

7) Los equipos tipo pedestal deben estar cerrados con llave o provistos con un dispositivo para candado.

8) El acceso a partes vivas con tensiones 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 o bóvedas.

Los equipos de pozos 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 o bóvedas de tal forma que permitan la instalación, operación y mantenimiento de todas las partes de sus estructuras.

Los interruptores de operación manual o eléctrica deben accionarse en forma segura, esto puede realizarse con dispositivos auxiliares portátiles que se fijen temporalmente.

Los equipos no deben interferir con estructuras de drenaje.

Los equipos no deben obstaculizar la ventilación de estructuras o envolventes.

d) Instalación. Todos los equipos deben contar con dispositivos de suspensión adecuados a su masa, para facilitar su instalación y montaje.

Las partes vivas deben quedar instaladas, aisladas o protegidas, que se evite el contacto accidental de personas o del agua con el equipo.

Los dispositivos de operación, inspección y pruebas deben estar visibles y fácilmente accesibles cuando el equipo se encuentre instalado en su posición definitiva y sin tener que remover ninguna conexión permanente.

Las partes vivas deben aislarse o protegerse de la exposición a líquidos conductores u otros materiales que puedan presentarse en la estructura que contiene el equipo.

Cuando los controles de los equipos sean accesibles a personal no calificado, deben asegurarse con pernos, candados o sellos.

e) Conexión de puesta a tierra. Los tanques, envolventes y cubiertas metálicas de los equipos deben ser puestos a tierra como se indica en el Artículo 250.

f) Identificación. Los equipos instalados en pozos o bóvedas deben contar con placas o algún otro medio que los identifique permanentemente para su correcta instalación y operación.

923-8. Instalación en túneles

a) 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).

Ver 45.bmp

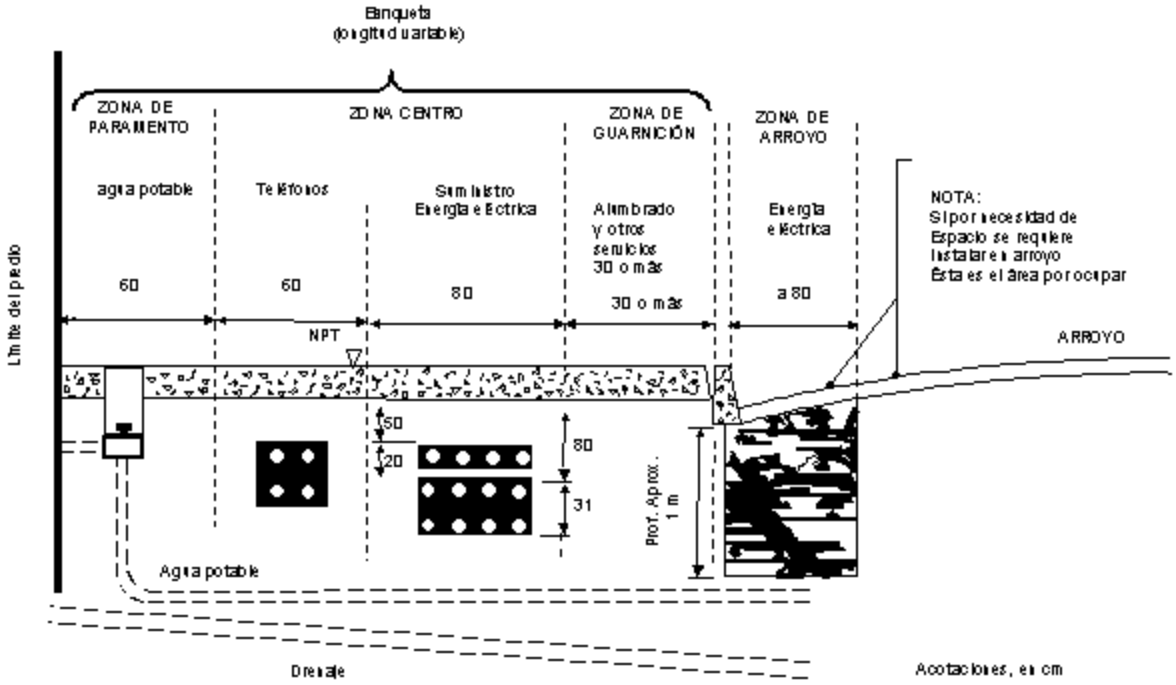


FIGURA 923-10(a)(3).- Zonificación recomendada de instalaciones en banqueta

b) Riesgos naturales del terreno. Debe evitarse en lo posible que la trayectoria de las canalizaciones subterráneas atraviese terrenos inestables (pantanosos, lodosos, entre otros) o altamente corrosivos. Si es necesario construir a través de estos terrenos, debe hacerse de tal manera que se evite o reduzca al mínimo el movimiento o la corrosión.

c) Autopistas y calles

1) Calles. Cuando los bancos de ductos deban enterrarse a lo largo de calles en donde no existan banquetas, debe utilizarse como trayectoria la guarnición, en su defecto utilizar el límite de predio.

2) Autopistas. Cuando los bancos deban enterrarse a lo largo de autopistas, éstos deben ubicarse dentro del derecho de vía a 1,0 m fuera del acotamiento, como se indica en la Figura 923-10(c).

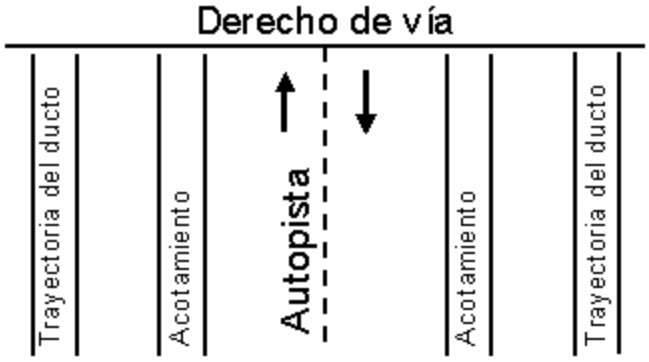


FIGURA 923-10(c).- Banco de ductos a lo largo de autopistas

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 submarino.

g) Cimentaciones. Las canalizaciones subterráneas no deben instalarse directamente abajo de cimentaciones de edificios o de tanques de almacenamiento. Cuando esto no sea posible, la estructura del banco de ductos debe diseñarse para prevenir la aplicación de cargas perjudiciales sobre los cables.

923-11. Profundidad. La Tabla 923-11 indica la profundidad mínima a la que deben instalarse los ductos o bancos de ductos, siempre que se cumplan los requisitos que se indican en 923-14(a)(3). Esta profundidad debe considerarse con respecto a la parte superior de los ductos o su recubrimiento.

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.	1,3

NOTAS:

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, 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

NOTAS:

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 conducto, 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 impacto 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 y bóvedas

a) Localización. La localización de los registros, pozos y bóvedas debe ser tal que su acceso desde el exterior, quede libre y sin interferir con otras instalaciones. Debe evitarse, en lo posible, que en carreteras queden localizados en la carpeta asfáltica y en vías de ferrocarril en el terraplén.

b) Protección. Cuando los registros, pozos y bóvedas estén con el acceso abierto, deben colocarse medios adecuados de protección y advertencia para evitar accidentes.

c) Desagüe. En los registros, pozos y bóvedas, cuando sea necesario debe instalarse un medio adecuado de desagüe. No debe existir comunicación con el sistema de drenaje.

d) Ventilación. Cuando los pozos, bóvedas y túneles tengan comunicación con galerías o áreas cerradas transitadas por personas, deben tener un sistema adecuado de ventilación hacia el exterior.

e) Detección de gases. Cuando se requiera entrar en algún pozo o bóveda, debe ventilarse previamente, si se sospecha que existen en el ambiente gases explosivos o tóxicos, debe determinarse y comprobarse mediante equipo adecuado si el ambiente es tolerable por el ser humano.

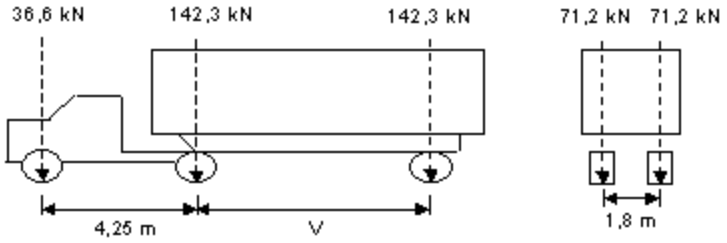
f) Obstrucción de accesos. Los accesos a registros, pozos o bóvedas no deben ser obstruidos por construcciones, estructuras, instalaciones provisionales, equipos semifijos o cualquier otra instalación.

923-16. Resistencia mecánica. Los registros, pozos y bóvedas deben estar diseñados y construidos para soportar todas las cargas estáticas y dinámicas que puedan actuar sobre su estructura.

Las cargas estáticas incluyen el peso propio de la estructura, el del equipo, el del agua sobre la cubierta interior, el del hielo y otras cargas que tengan influencia sobre la misma estructura.

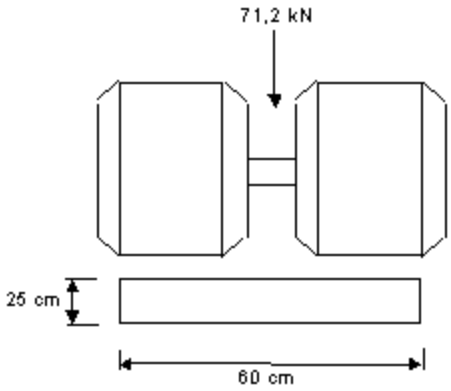
Las cargas dinámicas incluyen principalmente el peso de vehículos en movimiento y cargas por impacto que actúen sobre la estructura.

a) En las zonas de tránsito de vehículos debe tenerse en cuenta, para el cálculo, el vehículo más pesado que pueda transitar por el lugar y debe considerarse que su masa se reparte en cuatro ruedas, pero que sólo una de ellas transmite su carga a la cubierta y a la estructura del registro, pozo o bóveda, en un área vertical de 25 cm 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



Área de carga de una rueda

a) Masa y dimensiones de un vehículo

b) Area de carga de una rueda

NOTA: Como referencia, la carga dinámica que puede considerarse para el cálculo anterior, corresponde a un vehículo cuyo masa y dimensiones se indican en (a).

FIGURA 923-16.- Características del vehículo para determinar la carga dinámica

b) En zonas que no tienen tránsito de vehículos debe considerarse una carga dinámica mínima de 15 000 N/m^2 (15 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 cm 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 cm 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; o

(3) una escalera fija.

c) En bóvedas puede tenerse otro tipo de aberturas localizadas sobre el equipo, para facilitar su operación desde el exterior.

923-19. Tapas. Las tapas de los registros, pozos y bóvedas deben ser de masa y diseño para que asienten y cubran los accesos, así como para evitar que puedan ser fácilmente removidas sin herramientas. Cuando las tapas de bóvedas y pozos para acceso del personal sean ligeras, deben estar provistas de aditamentos para la colocación de candados.

Las tapas deben ser de un diseño tal que no puedan caer accidentalmente dentro de los registros, pozos o bóvedas. No deben tener protuberancias dentro de los pozos de visita suficientemente grandes para tener contacto con los cables o equipos.

Las tapas y sus soportes deben tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas que se mencionan en 923-16.

Las tapas deben ser de un material o contar con un recubrimiento adecuado a las condiciones térmicas, químicas, mecánicas y ambientales del lugar.

Las tapas deben ser antiderrapantes y tener una identificación visible desde el exterior que indique el tipo de instalación o la empresa a la que pertenecen.

En el caso de transformadores instalados en bóvedas, las tapas deben contar con una rejilla apropiada para permitir la ventilación. La separación del enrejado no debe permitir el paso de objetos que puedan dañar a los cables o equipos.

923-20. Puertas de acceso a túneles y bóvedas

a) Las puertas de acceso deben localizarse de forma que se provea un acceso seguro.

b) Las puertas de acceso del personal a las bóvedas no deben localizarse o abrir directamente sobre el equipo o cables. Las aperturas de otros tipos (no para acceso del personal) en las bóvedas, pueden ubicarse sobre el equipo para facilitar el trabajo, reemplazo o instalación del mismo.

c) Cuando las puertas de túneles y bóvedas dentro de edificios estén accesibles al público, deben estar cerradas con llave, a menos que persona autorizada impida la entrada al público.

d) Estas puertas deben diseñarse de forma que una persona pueda salir rápidamente, aun cuando la puerta esté cerrada desde el exterior.

923-21. Protección en áreas de trabajo

a) Tráfico de peatones y vehículos

1. Antes de iniciar cualquier trabajo que pueda poner en peligro al público o a los trabajadores, deben colocarse avisos preventivos o barreras normalizadas, o conos fosforescentes, de tal manera que sean perfectamente visibles al tráfico que se acerca al lugar de trabajo; en estos mismos casos, el personal de piso a cargo de estos trabajos debe usar chalecos de color fosforescente y debe poner en funcionamiento los faros giratorios del vehículo. Durante la noche adicionalmente deben utilizarse señales luminosas o reflejantes. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones de tráfico lo justifiquen, una persona debe dedicarse exclusivamente a advertir al tráfico sobre los riesgos existentes, utilizando banderolas rojas o señales luminosas según sea de día o de noche. Los preventivos mencionados deben estar a una distancia adecuada considerando la topografía y configuración de las vías de circulación en el área de trabajo, así como la velocidad de circulación.

2. Se recomienda que los avisos sean de la siguiente manera:

- En los "avisos de precaución" el fondo de color ámbar con señales y letreros de advertencia color negro.

- En los "avisos de peligro" el fondo de color blanco con señales y letreros de advertencia color rojo.

3. Durante el día, los hoyos, cepas, registros sin tapa u obstrucciones, deben identificarse con señales de peligro, tales como avisos preventivos y acordonamiento, conos fosforescentes o barreras. Durante la noche deben usarse señales luminosas o reflejantes. De ser necesario dejar desatendido temporalmente algún hoyo o cepa, debe colocarse una tapa provisional, para evitar accidentes al público.

4. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones del tráfico lo justifiquen, debe solicitarse el auxilio de las autoridades de tránsito competentes, para advertir al tráfico sobre los riesgos existentes.

b) Trabajadores

1. Cuando por razón de los trabajos se expongan partes energizadas o en movimiento, deben colocarse avisos preventivos y guardas, para advertir a los otros trabajadores en el área.

2. Cuando se trabaje en áreas con secciones múltiples muy semejantes, como es el caso de una sección de una subestación, la sección de trabajo debe marcarse en forma notoria, acordonándola o usando barreras, con avisos preventivos, a fin de evitar contactos accidentales con partes vivas tanto de la propia sección de trabajo como de secciones adyacentes.

c) Conductores

Todo trabajador que encuentre cables o alambres que representen peligro, debe informar de la situación peligrosa a su jefe inmediato, colocando avisos preventivos y debe quedarse a vigilar. De estar facultado y contar con los medios necesarios debe corregir la condición que representa peligro.

ARTICULO 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. En adición al medio de interrupción, 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 kVA

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 interruptores, etc.	270
Parte posterior de los tableros o áreas dentro de tableros "dúplex"	55
Pupitres de distribución o de trabajo	270
Cuarto de baterías	110
Pasillos y escaleras (medida al nivel del piso)	55
Alumbrado de emergencia, en cualquier área	11
Areas de maniobra	160
Areas de tránsito de personal y vehículos	110
General	22

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 TENSION ELECTRICA"

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 110-34.

d) El equipo de interruptores debe estar dispuesto de forma que los medios de control sean accesibles al operador.

924-10. Dispositivo general de protección contra sobrecorriente. Toda subestación debe tener en el lado primario, un dispositivo general de protección contra sobrecorriente para la tensión eléctrica y corriente del servicio, referentes a la corriente de interrupción y a la capacidad nominal o ajuste de disparo, respectivamente (Ver 230-206).

En subestaciones con dos o más transformadores, o en subestaciones receptoras con varias derivaciones para transformadores remotos u otras cargas, véase 240-100.

Excepción: En ampliaciones de subestaciones compactas aplicar la Excepción de 924-2.

924-11. Requisitos generales del sistema de protección del usuario. La protección del equipo eléctrico instalado en la subestación de un usuario no debe depender del sistema de protección del suministrador.

Las fallas por cortocircuito en la instalación del usuario no deben ocasionar la apertura de las líneas suministradoras, lo cual puede afectar el servicio a otros usuarios, para tal fin el usuario debe consultar con el suministrador con objeto de obtener la coordinación correspondiente.

924-12. Equipo a la intemperie o en lugares húmedos. En instalaciones a la intemperie o en lugares húmedos, el equipo debe estar diseñado y construido para operar satisfactoriamente bajo cualquier condición atmosférica existente.

924-13. Consideraciones ambientales

a) Las subestaciones con tensiones 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.

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 norma.

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.

924-24. Tarimas y tapetes aislantes

Estos medios de protección no deben usarse como substitutos de los resguardos indicados en las Secciones anteriores.

Las tarimas deben ser de material aislante sin partes metálicas, con superficie antiderrapante y con orillas biseladas. Los tapetes también deben ser de material aislante.

En subestaciones de tipo interior, las tarimas y tapetes deben instalarse cubriendo la parte frontal de los equipos de accionamiento manual, que operen a más de 1000 V entre conductores; su colocación no debe presentar obstáculo en la apertura de las puertas de los gabinetes.

Para subestaciones tipo pedestal o exteriores no se requieren tapetes o tarimas aislantes.

ARTICULO 930-ALUMBRADO PUBLICO

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.

Areas de oficinas.

Areas de hospitales.

Areas de terminales aéreas, terrestres y de transbordo.

Complejos residenciales

c. Baja

Centros comerciales pequeños.

Areas industriales.

Areas 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 de reflectancia del pavimento para el cálculo de luminancia de una vialidad, las cuales son mostradas en la Tabla 930-5(a).

TABLA 930-5(a).- Características de reflectancia 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 rampa T escenas tipo 4, 5 y 6	100 80 60	260 220 195	240 220 210	255 220 180
túnel de montaña escena tipo 7 escena tipo 8	100 80 80	240 200 180	260 220 190	270 230 200

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.- Porcentajes de aplicación de 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
Menos de 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 m-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 r										
Má 25										

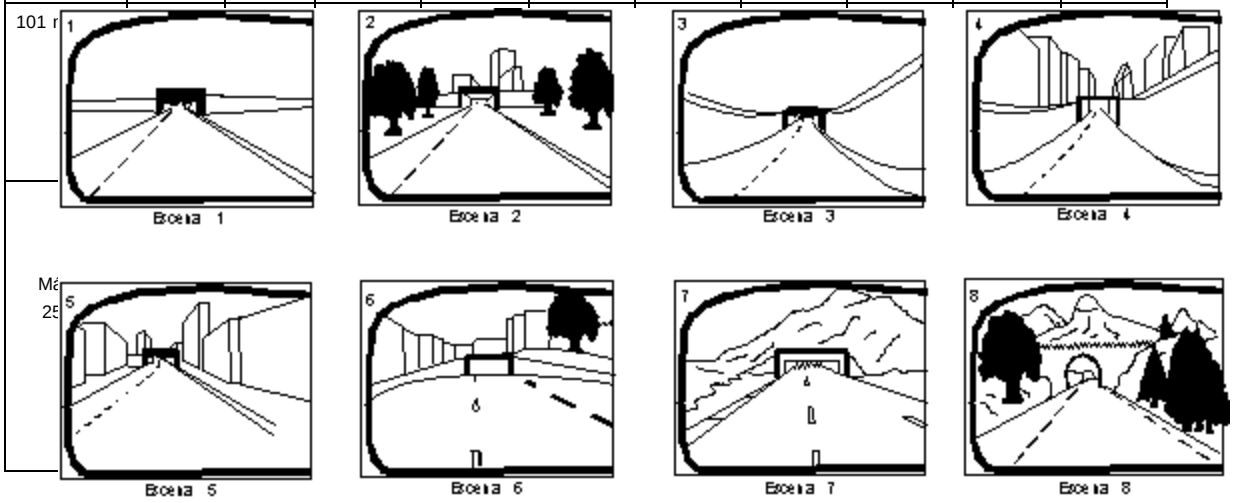


FIGURA 930-6(b)(1).- Tipos de escena indicados en la Tabla 930-6(b)(1)

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)

Distancia de frenado	Luminancia promedio en la superficie de la zona interior		
	Flujo de tráfico en número de vehículos		
	BAJO Menos de 2 400 promedio anual de tráfico diario	MEDIO Más de 2 400 y menos de 24 000 promedio anual de tráfico diario	PESADO Más de 24 000 promedio anual de tráfico diario
160 m	6 cd/m^2	8 cd/m^2	10 cd/m^2
100 m	4 cd/m^2	6 cd/m^2	8 cd/m^2
60 m	3 cd/m^2	4 cd/m^2	6 cd/m^2

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/m^2. 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	Area 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	Area 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 ($E_{prom}/E_{mín}$).

A. Especificaciones de los componentes

930-7. Luminarias. Las luminarias a instalarse deben 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 norma.

930-11. Aislamientos. Los aislamientos a emplear en las instalaciones de alumbrado público deben ser los previstos en esta norma.

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 de la 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 norma según lo establecido en el Artículo 240.

B. 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 clase 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 norma 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 d

4) La instala e hacer en tubo (conduit) metáli

c) Instalacio ontenidos en el Artículo 923 y a

1) Las cana . menos que se instalen a una d

2) Cuando e avimento.

3) Se deben es de cualquier tipo, principalm pores corrosivos o inflamables.

930-17. Mét de protección, conexión y deso r las labores de mantenimiento

Para proteg s de operación simultánea, de sticas, como se ejemplifica en l

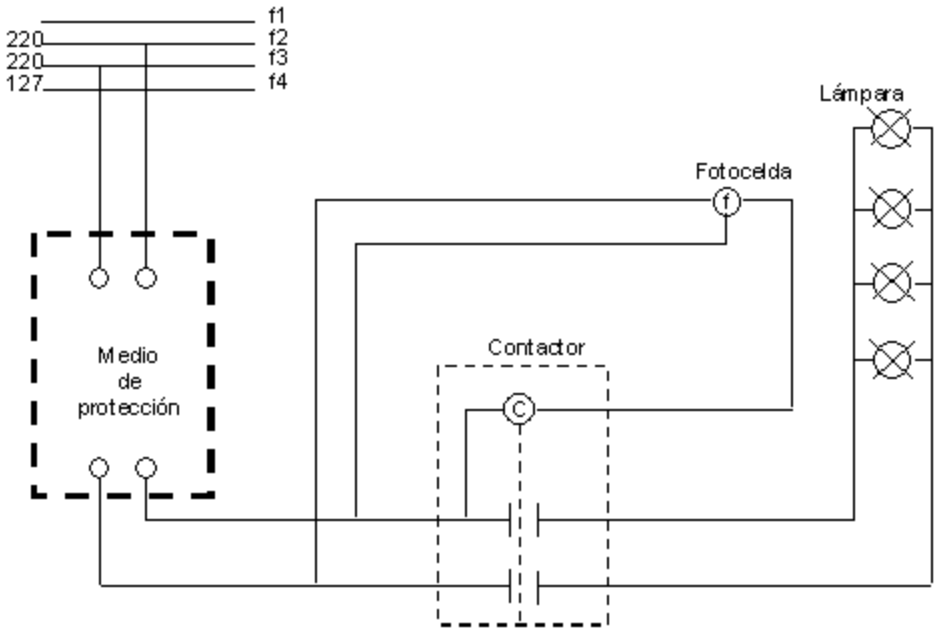


FIGURA 930-17

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 conectores 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 conectores 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.

4.10 TABLAS

CAPITULO 10

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 Sección 310-15(g) para la capacidad de conducción de corriente de 0 a 2 000 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 10-8 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 norma 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)

Designación	Diámetro interior mm	Area interior total mm^2	Area 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 artefactos

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 o designación**		**Diámetro Aprox. mm**	**Area Aprox. mm^2**
	mm^2	**AWG**		
RFH-2 FFH-2	0,824	18	3,45	9,44
	1,31	16	3,76	11,1
RH	2,08	14	4,14	13,5
	3,31	12	4,62	16,8

RHW-2, RHH RHW RH, RHH RHW RHW-2	2,08	14	4,90	18,9
	3,31	12	5,38	22,8
	5,26	10	5,99	28,2
	8,37	8	8,28	53,9
	13,3	6	9,25	67,2
	21,2	4	10,5	86,0
	26,7	3	11,2	98,1
	33,6	2	12,0	113
	42,4	1	14,8	172
	53,5	1/0	15,8	196
	67,4	2/0	16,97	226,13
	85,0	3/0	18	263
	107	4/0	19,8	307
	127	250	22,7	406
	152	300	24,1	457
	177	350	25,4	508
	203	400	26,6	557
	253	500	28,8	650
	304	600	31,6	783
	355	700	33,4	875
	380	750	34,2	921
	405	800	35,1	965
	456	900	36,7	1057
	507	1 000	38,2	1143
	633	1250	43,9	1515
	760	1500	47,0	1738

	887	1750	49,9	1959
	1 010	2 000	52,6	2175

TABLA 10-5 Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos (continuación 1)

Tipo	Tamaño o Designación		Diámetro aproximado mm	Area aproximada mm^2
	mm^2	AWG		
SF-2, SFF-2	0,824	18	3,07	7,42
	1,31	16	3,38	8,97
	2,08	14	3,76	11,1
SF-1, SFF-1	0,824	18	2,31	4,19
RFH-1, AF, XF, XFF	0,824	18	2,69	5,16
AF, TF, TFF, XF, XFF	1,31	16	3,00	7,03
AF, XF, XFF	2,08	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*	2,08	14	4,14	13,5
	3,31	12	4,62	16,8
	5,26	10	5,23	21,5
	8,37	8	6,76	35,9
TW, THHW, THHW-LS THW, THW-LS THW-2	2,08	14	3,38	8,97
	3,31	12	3,86	11,7
	5,6	10	4,47	15,7
	8,37	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
	21,2	4	8,94	62,8
	26,7	3	9,65	73,2
	33,6	2	10,5	86,0
	42,4	1	12,5	123
	53,5	1/0	13,5	143
	67,4	2/0	14,7	169
	85,0	3/0	16,0	201
	107	4/0	17,5	240
	127	250	19,4	297
	152	300	20,8	341
	177	350	22,1	384
	203	400	23,3	427
	253	500	25,5	510
	304	600	28,3	628
	355	700	30,1	710
	380	750	30,9	752
	405	800	31,8	792
	456	900	33,4	875
	507	1 000	34,8	954
	633	1250	39,1	1 200
	760	1500	42,2	1400
	887	1750	45,1	1598
	1 010	2 000	47,8	1795

TABLA 10-5 Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos (continuación 2)

Tipo	Tamaño o Designación	Diámetro aproximado mm	Area aproximada mm^2

	mm²	**AWG**		
TFN TFFN	0,824	18	2,13	3,55
	1,31	16	2,44	8,58
THHN THWN THWN-2	2,08	14	2,82	6,26
	3,31	12	3,30	8,58
	5,26	10	4,17	13,6
	8,37	8	5,49	23,6
	13,3	6	6,45	32,7
	21,2	4	8,23	53,2
	26,7	3	8,94	62,8
	33,6	2	9,75	74,7
	42,4	1	11,3	100
	53,5	1/0	12,3	120
	67,4	2/0	13,5	143
	85,0	3/0	14,8	173
	107	4/0	16,3	209
	127	250	18	256
	152	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 THWN THWN-2	177	350	20,8	338
	203	400	21,9	378
	253	500	24,1	456
	304	600	26,7	560
	355	700	28,	638
	380	750	29,4	677
	405	800	30,2	715
	456	900	31,8	794
	507	1 000	33,3	870

PF, PGFF, PGF, PFF PTF, PAF, PTFF, PAFF	0,824	18	2,18	3,74
	1,31	16	2,49	4,84
PF, PGFF, PGF, PFF, PTF PAF, PTFF, PAFF, TFE FEP, PFA, FEPB, PFAH	2,08	14	2,87	6,45
TFE, FEP PFA, FEPB PFAHI	3,31	12	3,35	8,84
	5,26	10	3,96	12,3
	8,37	8	5,23	21,5
	13,3	6	6,20	30,2
	21,2	4	7,42	43,3
	26,7	3	8,13	51,9
	33,6	2	8,94	62,8

TABLA 10-5 Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos (continuación 3)

Tipos: PAF, PFAH, TFE, Z, ZF, ZFF				
Tipo	**Tamaño o Designación**		**Diámetro aproximado mm**	**Area aproximada mm^2**
	mm^2	**AWG**		
TFE PFA PFAH, Z	42,4	1	10,7	90,3
	53,5	1/0	11,7	108
	67,4	2/0	12,9	131
	85,0	3/0	14,2	159
	107	4/0	15,7	194
ZF, ZFF	0,824	18	1,93	2,90
	1,31	16	2,24	3,94
Z, ZF, ZFF	2,08	14	2,62	5,35
	3,31	12	3,10	7,55
	5,26	10	3,96	12,3
	8,37	8	4,98	19,50
	13,3	6	5,94	27,7
	21,2	4	7,16	40,3

	26,7	3	8,38	55,2
	33,6	2	9,19	66,4
	42,4	1	10,21	81,9
Tipos: XHH, XHHW, XHHW-2, ZW				
XHH, ZW XHHW-2 XHH	2,08	14	3,38	8,97
	3,31	12	3,86	11,68
	5,26	10	4,47	15,68
	8,37	8	5,99	28,19
	13,3	6	6,96	38,06
	21,2	4	8,18	52,52
	26,7	3	8,89	62,06
	33,6	2	9,70	73,94
XHHW XHHW-2 XHH	42,4	1	11,23	98,97
	53,5	1/0	12,24	117,74
	67,4	2/0	13,41	141,29
	85,0	3/0	14,73	170,45
	107	4/0	16,21	206,26
	127	250	17,91	251,87
	152	300	19,30	292,64
	177	350	20,60	333,29
	203	400	21,79	373,03
	253	500	23,95	450,58
	304	600	26,75	561,87
	355	700	28,55	640,19
	380	750	29,41	679,48
	405	800	30,23	1362,71
	456	900	31,85	796,84

TABLA 10-5.- Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos (continuación 4)

Tipos: KF-1, KF-2, KFF-1, KFF-2, XHH, XHHW-2, ZW			
Tipo	**Tamaño o Designación**	**Diámetro aproximado mm**	**Area aproximada mm^2**

	mm²	AWG		
XHHW XHHW-2 XHH	507	1 000	33,3	872,19
	633	1250	37,6	1108
	760	1500	40,7	1300
	887	1750	43,6	1492
	1 010	2 000	46,3	1682
KF-2 KFF-2	0,824	18	1,60	2,00
	1,31	16	1,91	2,84
	2,08	14	2,29	4,13
	3,31	12	2,77	6,00
	5,26	10	3,38	8,97
KF-1 KFF-1	0,824	18	1,45	1,68
	1,31	16	1,75	2,39
	2,08	14	2,13	3,55
	3,31	12	2,62	5,35
	5,26	10	3,23	8,19

TABLA 10-8.- Propiedades de los conductores

Tamaño o designación		Conductores				Resistencia a la c.c. a 75°C		
		Alambres componentes		Dimensiones totales		Cobre		Aluminio
mm²	AWG kcmil	Cantidad	Diámetro mm	Diámetro Mm	Area mm²	Sin estañar W/km	Estañado W/km	W/km
0,824	18	1	1,02	1,02	0,82	25,5	26,5	
0,824	18	7	0,381	1,17	1,07	26,1	27,7	
1,31	16	1	1,29	1,29	1,31	16,0	16,7	
1,31	16	7	0,483	1,47	1,70	16,4	17,4	
2,08	14	1	1,63	1,63	2,08	10,1	10,5	
2,08	14	7	0,61	1,85	2,70	10,3	10,7	
3,31	12	1	2,05	2,05	3,32	6,33	6,59	
3,31	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	
8,37	8	1	3,26	3,26	8,37	2,51	2,58	
8,37	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
21,2	4	7	1,96	5,89	27,3	1,01	1,05	1,67
26,7	3	7	2,21	6,60	343	0,804	0,833	1,32

33,6	2	7	2,46	7,42	43,2	0,636	0,659	1,05
42,4	1	19	1,68	8,43	55,9	0,505	0,525	0,830
53,5	1/0	19	1,88	9,45	70,1	0,400	0,417	0,659
67,4	2/0	19	2,13	10,6	88,5	0,317	0,331	0,522
85,0	3/0	19	2,39	11,9	112	0,252	0,261	0,413
107	4/0	19	2,69	13,4	141	0,199	0,205	0,328
127	250	37	2,08	14,6	168	0,169	0,176	0,278
152	300	37	2,29	16,0	201	0,141	0,146	0,232
177	350	37	2,46	17,3	235	0,120	0,125	0,198
203	400	37	2,64	18,5	269	0,105	0,109	0,174
253	500	37	2,95	20,7	335	0,0846	0,0869	0,139
304	600	61	2,51	22,7	404	0,0702	0,0731	0,116
355	700	61	2,72	24,5	471	0,0604	0,0620	0,0994
380	750	61	2,82	25,3	505	0,0561	0,0577	0,0925
405	800	61	2,90	26,2	538	0,0528	0,0544	0,0869
456	900	61	3,10	27,8	606	0,0469	0,0482	0,0771
507	1 000	61	3,25	29,3	672	0,0423	0,0433	0,0695
633	1250	91	2,97	32,7	842	0,0338	0,0348	0,0544
760	1500	91	3,25	35,9	1010	0,0281	0,0289	0,0462
887	1750	127	2,97	38,8	1180	0,0241	0,0248	0,0397
1 010	2 000	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.

TABLA 11(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	$150/V_{máx}$	$1\,000/V_{máx}$	$1\,000/V_{máx}$	$1\,000/V_{máx}$	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 A	5,0xV$_{máx}$	00	0,005V$_{max}$	100	5,0xV$_{máx}$	100	100	100
		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 11(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$_{máx}$	1 000/V$_{máx}$	1 000/V$_{máx}$	1 000/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 A**	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 11(a) y 11(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 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.

TABLA 12(a).- Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente alterna para PLFA (circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada)

Fuente de alimentación		**Fuente de alimentación limitada inherentemente (No se requiere protección contra sobrecorriente)**			**Fuente de alimentación limitada inherentemente (No se requiere protección contra sobrecorriente)**		
Tensión del circuito V_{max} (voltios) (Véase la Nota 1)		0 hasta 20	Más de 20 y hasta 30*	Más de 30 y hasta 100	0 hasta 20	Más de 20 y hasta 100	Más de 100 y hasta 150
Limitaciones de potencia VA_{max} (voltamperios) (véase la Nota 1)		-	-	-	250 (véase la Nota 3)	250	N.A
Limitaciones de corriente I_{max} (amperios) (Véase la Nota 1)		8,0	8,0	$150/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	1,0
Protección máxima contra sobrecorriente (amperios)		-	-	-	5,0	$100/V_{máx}$	1,0
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperios)	$5,0 \times V_{máx}$	100	100	$5,0 \times V_{máx}$	100	100
	Corriente (amperios)	5,0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$	5,0	$100/V_{máx}$	$100/V_{máx}$

NOTA - * Estos intervalos de tensión presentados son para ca. sinusoidal en lugares interiores o en donde no es probable que ocurra un contacto en mojado. Para corrientes no sinusoidales o condiciones de contacto en mojado, v

TABLA 12(b).- Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente continua para PLFA (circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada)

Fuente de alimentación	**Fuente de alimentación limitada inherentemente (No se requiere protección contra sobrecorriente)**				**Fuente de alimentación limitada inherentemente (No se requiere protección contra sobrecorriente)**		
Tensión del circuito V_{max} (voltios) (Véase la Nota 1)	0 hasta 20	Más de 20 y hasta 30	Más de 30 y hasta 100	Más de 100 y hasta 250	0 hasta 20	Más de 20 y hasta 100	Más de 100 y hasta 150
Limitaciones de potencia VA_{max} (voltamperios) (véase la Nota 1)	-	-	-	-	250 (véase la Nota 3)	250	N.A
Limitaciones de corriente I_{max} (amperios) (Véase la Nota 1)	8,0	8,0	$150/V_{máx}$	0,030	$1000/V_{máx}$	$1000/V_{máx}$	1,0
Protección máxima contra sobrecorriente (amperios)	-	-	-	-	5,0	$100/V_{máx}$	1,0

Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperios)	5,0 x $V_{máx}$	100	100	0,030 x $V_{máx}$	5,0 x $V_{máx}$	100	100
	Corriente (amperios)	5,0	100/$V_{máx}$	100/$V_{máx}$	0,030	5,0	100/$V_{máx}$	100/$V_{máx}$

NOTAS A LAS TABLAS 12(a) y 12(b)

1 $V_{máx}$, $I_{máx}$ y $VA_{máx}$, se determinan como sigue:

$V_{máx}$= tensión máxima de salida, independiente de la carga y con la entrada nominal aplicada.

$I_{máx}$ =corriente máxima de salida para cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente, si se usa, conectado en derivación (cortocircuito). Cuando hay un transformador que limita la corriente de salida, los límites a Imáx se aplican después de 1 minuto de operación. Cuando se use una impedancia de limitación de corriente, certificada para ese fin, en combinación con un transformador de potencia no limitada o una fuente de almacenamiento de energía como por ejemplo una batería, para limitar la corriente de salida, los límites $I_{máx}$ se aplican después de 5 segundos.

$VA_{máx}$ = salida máxima en voltamperios después de 1 minuto de operación, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente, si está instalado, conectado en derivación (cortocircuito). Para determinar $I_{máx}$ y $VA_{máx}$ no se debe conectar en derivación (cortocircuitar) la impedancia de limitación de corriente.

2 Si la fuente de alimentación es un transformador, $VA_{máx}$ es 350 o menos, cuando $V_{máx}$ es igual o menor a 15 V.

APENDICE A (NORMATIVO)

TABLAS ADICIONALES DE CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE

TABLA A-310-1.- Capacidad de conducción de corriente (A) para dos o tres conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales, con un recubrimiento general (cable multiconductor) en una canalización al aire libre para una temperatura ambiente de 30°C.

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)					
		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
mm^2	AWG o kcmil	TIPOS TW* UF	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, ZW	TIPOS THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW	TIPOS RHW*, THHW*, THW, THWN, XHHW	TIPOS THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		Cobre			Aluminio o Aluminio recubierto de cobre		
2,08	14	16*	18*	21*	---	---	---
3,31	12	20*	24*	27*	16*	18*	21*
5,26	10	27*	33*	36*	21*	25*	28*
8,37	8	36	43	48	28	33	37
13,3	6	48	58	65	38	45	51
21,2	4	66	79	89	51	61	69
26,7	3	76	90	102	59	70	79
33,6	2	88	105	119	69	83	93
42,4	1	102	121	137	80	95	106
53,5	1/0	121	145	163	94	113	127
67,4	2/0	138	166	186	108	129	146
85,0	3/0	158	189	214	124	147	167
107	4/0	187	223	253	147	176	197

127	250	205	245	276	160	192	217
152	300	234	281	317	185	221	250
177	350	255	305	345	202	242	273
203	400	274	328	371	218	261	295
253	500	315	378	427	254	303	342
304	600	343	413	468	279	335	378
355	700	376	452	514	310	371	420
380	750	387	466	529	321	384	435
405	800	397	479	543	331	397	450
456	900	415	500	570	350	421	477
507	1 000	448	542	617	382	460	521
FACTORES DE CORRECCION							
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					
21-25		1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04
26-30		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
31-35		0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96
36-40		0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91
41-45		0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87
46-50		0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82
51-55		0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76
56-60		---	0,58	0,71	---	0,58	0,71
61-70		---	0,33	0,58	---	0,33	0,58
71-80		---	---	0,41	---	---	0,41

*A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar 15 A para 2,08 mm^2 (14 AWG); 20 A para 3,31 mm^2 (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm^2 (10 AWG), 15 A para los de aluminio o aluminio recubierto de cobre para 3,31 mm^2 (12 AWG) y 25 A para 5,26 mm^2 (10 AWG).

TABLA A-310-2.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible en dos o tres conductores sencillos aislados de 0 a 2 000 V nominales en un cable soportado por un mensajero para una temperatura ambiente de 40 °C

Tamaño o Designación		Temperatura nominal del conductor (véase la Tabla 310-13)			
		75°C	90°C	75°C	90°C
mm^2	AWG o kcmils	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, BM-AL	Tipos RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2,
		Cobre		Aluminio	
8,37	8	57	66	--	--
13,3	6	76	89	59	69
21,2	4	101	117	78	91
26,7	3	118	138	92	107
33,6	2	135	158	106	123
42,4	1	158	185	123	144
53,5	1/0	183	214	143	167
67,4	2/0	212	247	165	193
85,0	3/0	245	287	192	224
107	4/0	287	335	224	262

127	250	320	374	251	292
152	300	359	419	282	328
177	350	397	464	312	364
203	400	430	503	339	395
253	500	496	580	392	458
304	600	553	647	440	514
355	700	610	714	488	570
380	750	638	747	512	598
405	800	660	773	532	622
456	900	704	826	572	669
507	1,000	748	879	612	716
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:			
21-25		1,20	1,14	1,20	1,14
26-30		1,13	1,10	1,13	1,10
31-35		1,07	1,05	1,07	1,05
36-40		1,00	1,00	1,00	1,00
41-45		0,93	0,95	0,93	0,95
46-50		0,85	0,89	0,85	0,89
51-55		0,76	0,84	0,76	0,84
56-60		0,65	0,77	0,65	0,77
61-70		0,38	0,63	0,38	0,63
71-80		---	0,45	---	0,45

TABLA A-310-3.- Capacidad de conducción de corriente (A) permisible para cables multiconductores 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 o Designación		Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)							
mm^2	AWG o kcmils	60°C	75°C	85°C	90°C	60°C	75°C	85°C	90°C
		Cobre				Aluminio o aluminio recubierto de cobre			
0,824	18	---	---	---	11*	---	---	---	---
1,31	16	---	---	---	16*	---	---	---	---
2,08	14	18*	21*	24*	25*	---	---	---	---
3,31	12	21*	28*	30*	32*	18*	21*	24*	25*
5,26	10	28*	36*	41*	43*	21*	28*	30*	32*
8,37	8	39	50	56	59	30	39	44	46
13,3	6	52	68	75	79	41	53	59	61
21,2	4	69	89	100	104	54	70	78	81
26,7	3	81	104	116	121	63	81	91	95
33,6	2	92	118	132	138	72	92	103	108
42,4	1	107	138	154	161	84	108	120	126
53,5	1/0	124	160	178	186	97	125	139	145
67,4	2/0	143	184	206	215	111	144	160	168
85,0	3/0	165	213	238	249	129	166	185	194
107	4/0	190	245	274	287	149	192	214	224

127	250	212	274	305	320	166	214	239	250
152	300	237	306	341	357	186	240	268	280
177	350	261	337	377	394	205	265	296	309
203	400	281	363	406	425	222	287	317	334
253	500	321	416	465	487	255	330	368	385
304	600	354	459	513	538	284	368	410	429
355	700	387	502	562	589	306	405	462	473
380	750	404	523	586	615	328	424	473	495
405	800	415	539	604	633	339	439	490	513
456	900	438	570	639	670	362	469	514	548
507	1,000	461	601	674	707	385	499	558	584
Factores de corrección									
Temp. ambiente en °C	Para temperatura distinta de 40°C, multiplicar los valores anteriores por el factor correspondiente de los siguientes:								
21-25	1,32	1,20	1,15	1,14	1,32	1,20	1,15	1,14	
26-30	1,22	1,13	1,11	1,10	1,22	1,13	1,11	1,10	
31-35	1,12	1,07	1,05	1,05	1,12	1,07	1,05	1,05	
36-40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
41-45	0,87	0,93	0,94	0,95	0,87	0,93	0,94	0,95	
46-50	0,71	0,85	0,88	0,89	0,71	0,85	0,88	0,89	
51-55	0,50	0,76	0,82	0,84	0,50	0,76	0,82	0,84	
56-60	---	0,65	0,75	0,77	---	0,65	0,75	0,77	
61-70	---	0,38	0,58	0,63	---	0,38	0,58	0,63	
71-80	---	---	0,33	0,44	---	---	0,33	0,44	

* Si no se permite específicamente otra cosa en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los tipos de conductores marcados con (*) n conductores de cobre no debe superar 15 A para 2,08 mm^2 (14 AWG), 20 A para 3,31 mm^2 (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm^2 (10 AWG); y para conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre no debe superar 15 A para 3,31 mm^2 (12 AWG) y 25 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%

5 LINEAMIENTOS PARA LA APLICACION DE LAS ESPECIFICACIONES EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)

5.1 OBJETIVO

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

Las disposiciones establecidas en las especificaciones de esta norma no deben considerarse como guía de diseño de instalaciones ni como un manual de instrucciones para personas no-calificadas (véase definición de persona calificada en el Artículo 100 del Capítulo 4.1). Se considera que para hacer un uso apropiado de estas especificaciones, es necesario recibir capacitación y tener experiencia suficiente en el manejo de las instalaciones eléctricas.

5.2 CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIFICACIONES DE LA NOM

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

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

El Capítulo 9, incluye disposiciones para instalaciones 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 del tubo (conduit) y de los factores de ocupación por los conductores. Se incluyen los Apéndices A, B, C y D. El Apéndice A es de carácter normativo mientras que los Apéndices B, C y D son de carácter informativo.

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

Ejemplo:

ARTICULO 210 CIRCUITOS DERIVADOS

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

Ejemplo:

ARTICULO 210 CIRCUITOS DERIVADOS

A. Disposiciones generales

B. Clasificación de los circuitos derivados

C. Salidas necesarias

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

Ejemplo de Sección:

210-4. Circuitos derivados multiconductores

Ejemplo de Subsección:

220-3(c)(1)

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

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

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

5.3 DISPOSICIONES OBLIGATORIAS Y NOTAS ACLARATORIAS

Las disposiciones de carácter obligatorio indicadas en esta NOM, son aquellas que identifican acciones exigidas o prohibidas específicamente y se caracterizan por el uso del término "debe" o "no debe", o por el tiempo gramatical en futuro. Las notas 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 INTERPRETACION FORMAL

La autoridad competente para resolver controversias en la interpretación de esta NOM es la Secretaría de Energía a través de la Dirección general de distribución y abastecimiento de energía eléctrica y recursos nucleares conforme a sus atribuciones.

Nota: Véase el Artículo 100 del Capítulo 4.1 para la definición de Autoridad Competente.

6 CUMPLIMIENTO

6.1 CUMPLIMIENTO

Para asegurar el cumplimiento con lo establecido en el Título 3, "Principios Fundamentales", de esta Norma Oficial Mexicana, las instalaciones eléctricas deben cumplir con lo previsto en el Título 4 "Especificaciones" y conforme a lo

dispuesto en el Procedimiento para la evaluación de la conformidad de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE Instalaciones Eléctricas (Utilización) (véase título 2 Referencias).

7 VIGILANCIA

La Secretaría de Energía, a través de la Dirección general de distribución y abastecimiento de energía eléctrica y recursos nucleares conforme a sus atribuciones, es la autoridad encargada de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

8 BIBLIOGRAFIA

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento.

NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización).

IEC 60364 Parte 1 “Alcance, objetivo y principios fundamentales”.

NFPA 70, 1999 Código Nacional Eléctrico, Edición en español.

IEEE, 1997 National Electrical Safety Code (NESC), C2-1997

9 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta Norma Oficial Mexicana es equivalente con la parte 1 de la Norma Internacional IEC 60364, Electrical Installations of buildings Part 1: Scope, object and fundamental principles, en lo referente a los principios fundamentales de seguridad. El título 4 de la presente NOM, no concuerda con la serie de normas de la IEC 60364, por las siguientes razones aplicables a parte de la infraestructura técnica del país:

El sistema de suministro de energía eléctrica en México, considerando las configuraciones eléctricas para este fin, así como los valores de tensión eléctrica nominal de uso común en México, establecidos en la NMX-J-098-ANCE-1999, Sistemas eléctricos de potencia - Suministro - Tensiones Eléctricas Normalizadas.

Esta NOM está basada en Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX), que se listan en el apéndice B1 (informativo), considerando las prácticas industriales así como la infraestructura e ingeniería de uso común en México.

Asimismo, esta NOM concuerda con la norma oficial mexicana NOM-063-SCFI-2001, Productos eléctricos-Conductores-Requisitos de seguridad.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 14 de octubre de 2003.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, **Rubén Flores García**.- Rúbrica.

APENDICE B1 (Informativo)

B.1.1 LISTA DE NORMAS OFICIALES Y NORMAS MEXICANAS

NORMA	Título	Sección
NOM-022-STPS	Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene	500-3 (c)
NOM-197-SSA1-2000	“Que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada	517
NOM-178-SSA1-1998	Que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios	
NOM-146-SSA1-1996	Salud ambiental. Responsabilidades sanitarias en establecimientos de diagnóstico médico con rayos x	517-64
NOM-156-SSA1-1997	Salud ambiental. Requisitos técnicos para instalaciones de diagnóstico médico con rayos x	517-64
NOM-157-SSA1-1997	Salud ambiental. Seguridad radiológica en el diagnóstico médico con rayos x	517-64
NOM-170-SSA1-1998	Para la práctica de anestesiología	517-64

NOM-158-SSA1-1996	Salud ambiental. Especificaciones técnicas para equipos de diagnóstico médico con rayos x	517-64
NOM-010-SECRE		514-2(b)
NMX-J-163-ANCE-2003	Artefactos eléctricos - Configuraciones	550-5 550-23 555-3
NMX-J-472-ANCE-1998	Conductores - determinación de la cantidad de gas ácido halogenado generado durante la combustión controlada de materiales poliméricos tomados de cables eléctricos - método de prueba	725-71(a)
NMX-J-498-ANCE-2000	Conductores - Determinación de la resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos colocados en charola vertical - método de prueba.	725-71(b)
NRF-011-CFE-2002	Sistema de tierras para plantas y subestaciones	921-25
NOM-007-ENER-1995	Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales	
NOM-013-ENER-1996	Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y exteriores de edificios	

B1.2 LISTADO DE NORMAS DE PRODUCTOS ELECTRICOS

NORMA	TITULO
NOM-003-SCFI-1993	REQUISITOS DE SEGURIDAD EN APARATOS ELECTRODOMESTICOS Y SIMILARES
NOM-058-SCFI-1994	PRODUCTOS ELECTRICOS -REQUISITOS DE SEGURIDAD PARA BALASTROS PARA LAMPARAS DE DESCARGA ELECTRICA EN GAS.
NOM-063-SCFI-2001	PRODUCTOS ELECTRICOS-CONDUCTORES-REQUISITOS DE SEGURIDAD.
NOM-064-SCFI-1995	APARATOS ELECTRICOS-REQUISITOS DE SEGURIDAD EN LUMINARIOS PARA USO EN INTERIORES Y EXTERIORES.
NOM-073-SCFI-1995	EFICIENCIA ENERGETICA DE ACONDICIONADORES DE AIRE TIPO CUARTO-LIMITES - METODOS DE PRUEBA Y MARCADO.
NOM-011-ENER-1996	EFICIENCIA ENERGETICA DE ACONDICIONADORES DE AIRE TIPO CENTRAL.
NOM-014-ENER-1997	EFICIENCIA ENERGETICA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA MONOFASICOS, DE INDUCCION, TIPO JAULA DE ARDILLA DE USO GENERAL, EN POTENCIA NOMINAL DE 0,180 kW A 1,500 kW - LIMITES - METODOS DE PRUEBA Y MARCADO.
NOM-016-ENER-1998	EFICIENCIA ENERGETICA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA TRIFASICOS, DE INDUCCION, TIPO JAULA DE ARDILLA DE USO GENERAL, EN POTENCIA NOMINAL DE 0,746 kW A 149,2 kW-LIMITES-METODOS DE PRUEBA Y MARCADO.
NMX-J-002-ANCE-2001	CONDUCTORES-ALAMBRES DE COBRE DURO PARA USOS ELECTRICOS-ESPECIFICACIONES.
NMX-J-008-ANCE-2001	CONDUCTORES-ALAMBRES DE COBRE ESTAÑADO SUAVE O RECOCIDO PARA USOS ELECTRICOS-ESPECIFICACIONES.
NMX-J-009/248/1-ANCE-2001	PRODUCTOS ELECTRICOS-FUSIBLES-FUSIBLES PARA BAJA TENSION, PARTE 1: REQUISITOS GENERALES.
NMX-J-009/248/7-ANCE-2000	PRODUCTOS ELECTRICOS - FUSIBLES-FUSIBLES PARA BAJA TENSION, PARTE 7: FUSIBLES RENOVABLES LETRA H-ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA.

NMX-J-009/248/11-ANCE-2000	PRODUCTOS ELECTRICOS-FUSIBLES - FUSIBLES PARA BAJA TENSION, PARTE 11: FUSIBLES TIPO TAPON-ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA.
NMX-J-010-1996-ANCE	CONDUCTORES-CONDUCTORES CON AISLAMIENTO TERMOPLASTICO A BASE DE POLICLORURO DE VINILO PARA INSTALACIONES HASTA 600 V-ESPECIFICACIONES.
NMX-J-012-ANCE-2002	CONDUCTORES - CABLE DE COBRE CON CABLEADO CONCENTRICO PARA USOS ELECTRICOS-ESPECIFICACIONES.
NMX-J-024-1995-ANCE	ARTEFACTOS ELECTRICOS - PORTALAMPARAS ROSCADOS TIPO EDISON - ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA.
NMX-J-028-ANCE-2001	CONDUCTORES-CABLES CONCENTRICOS TIPO ESPIRAL PARA ACOMETIDA AEREA A BAJA TENSION, HASTA 600 V-ESPECIFICACIONES.
NMX-J-036-ANCE-2001	CONDUCTORES-ALAMBRE DE COBRE SUAVE PARA USOS ELECTRICOS-ESPECIFICACIONES.
NMX-J-058-ANCE-2001	CONDUCTORES-CABLE DE ALUMINIO CON CABLEADO CONCENTRICO Y ALMA DE ACERO (ACSR)-ESPECIFICACIONES.
NMX-J-059-1995-ANCE	CONDUCTORES - CABLE DE COBRE CON CABLEADO CONCENTRICO COMPACTO, PARA USOS ELECTRICOS- ESPECIFICACIONES.
NMX-J-116-1996-ANCE	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION TIPO POSTE Y TIPO SUBESTACION-ESPECIFICACIONES.
NMX-J-285-1996-ANCE	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION TIPO PEDESTAL MONOFASICO Y TRIFASICO PARA DISTRIBUCION SUBTERRANEA.
NMX-J-429-ANCE2002	CONDUCTORES-ALAMBRES, CABLES Y CORDONES CON AISLAMIENTO DE PVC 80ºC, 90ºC Y 105º C, PARA USOS ELECTRONICOS - ESPECIFICACIONES.
NMX-J-436-ANCE-2002	CONDUCTORES-CORDONES FLEXIBLES PARA USO RUDO Y EXTRARRUDO, HASTA 600 V-ESPECIFICACIONES.
NMX-J-508-1994-ANCE	ARTEFACTOS ELECTRICOS-REQUISITOS DE SEGURIDAD EN ARTEFACTOS ELECTRICOS-ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA.
NMX-J-511-1997-ANCE	CHAROLAS METALICAS PARA CABLES (SISTEMAS DE SOPORTES METALICOS PARA CABLES).
NMX-J-554-ANCE-2002	ROSCAS PARA TUBO (CONDUIT) Y SUS ACCESORIOS

APENDICE B2 (Informativo)

FUENTES BIBLIOGRAFICAS

B2.1 LISTADO DE NORMAS INTERNACIONALES

NORMA	Título	Sección
ISO 965/1: 1980	Metric Screw Threads	500-3 505-3
ISO 965/3: 1980	Metric Screw Threads	

IEC 79-0- 1983	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 0: General Requirements Y Amendment No.1(1987), and Amendment No. 2(1991)	505-4 505-5 505-7 505-8 505-9 505-10
IEC 79-1 –1990 y Amendment No.1(1993)	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Part 1- Construction and Verification Test of Flame Proof Enclosures of Electrical Apparatus	
IEC 79-2 –1983	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 2: Electrical Apparatus, Type of Protection "p"	
IEC 79- 13 -1982	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 13: Construction and Use of Rooms or Buildings Protected by Pressurization	
IEC 79-11-1991	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 11: Intrinsic Safety "i"	
IEC 79-3-1990	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 3: Spark-Test Apparatus for Intrinsically-safe Circuits	
IEC 79-15- 1987	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Part 15 - Electrical Apparatus with Type of Protection "n"	
IEC 79-6- 1995	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Part 6- Oil- Immersion "o"	
IEC 79-7- 1990, Amendment No. 1 (1991) y Amendment No. 2 - (1993)	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres- Part 7: Increased Safety "e"	
IEC 79-18- 1992	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 18: Encapsulation "m,"	
IEC 79-5- 1967	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 5: Powder Filling, Type of Protection "q,".	
IEC 79-10- 1995	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Classification of Hazardous Areas	
IEC 79-14 - 1996	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 14: Electrical Installations in Explosive Gas Atmospheres (Other than Mines),	
IEC 79-16- 1990	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres - Part 16: Artificial Ventilation for the Protection of Analyzer(s) Houses	
IEC 79-1A- 1975, Amendment No.1 (1993)	Construction and Verification Tests of Flameproof Enclosures of Electrical Apparatus	
IEC 79-3 (1990)	Spark-Test Apparatus for Intrinsically-Safe Circuits	
IEC 79-12 (1978)	Classification of Mixtures of Gases or Vapors with Air According To their Maximum Experimental Safe Gaps and Minimum Igniting Currents	
IEC 79-20-1996	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Data for Flammable Gases and Vapors, Relating to the use of Electrical Apparatus	

B2.2 LISTADO DE NORMAS EXTRANJERAS

NORMA	Título	Sección
ANSI C2-1997	National Electrical Safety Code	110-31(b)(1) 225-18 225-19 500-5(b)(3) 830-10
NFPA 20 - 1996	Standard for the installation of centrifugal fire pumps,	240-3 (a) 517-30(a)
ANSI/IEEE 142-1991	Recommended practice for grounded of industrial and commercial power systems	250-27 (c)
NFPA 30-2000	Flammable and Combustible Liquids Code	500-3(c) 500-7(b) 505-5 513-1 515-1, 515-2 Tabla 515-2 515-16
NFPA 32-1996	Standard for Drycleaning Plants	500-3 (c)
NFPA 33-2000	Standard for Spray Application Using Flammable or Combustible Materials	500-3 (c) 516-1
NFPA 34-2000	Standard for Dipping and Coating Processes Using Flammable or Combustible Liquids	500-3 (c) 516-1
NFPA 35-1995	Standard for the Manufacture of Organic Coatings	500-3 (c)
NFPA 36-1997	Standard for Solvent Extraction Plants	500-3 (c)
NFPA 45-1996	Standard on Fire Protection for Laboratories using Chemicals	500-3 (c)
NFPA 50A-1994	Standard for Gaseous Hydrogen Systems at Consumer Sites	500-3 (c)
NFPA 50B-1994	Standard for Liquefied Hydrogen Systems at Consumer Sites	500-3 (c)
NFPA 58-1998	Liquefied Petroleum Gas Code	500-3 (c) 500-7(b)
NFPA 59- 1998	Standard for the Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases at Utility Gas Plants	500-3 (c)
NFPA 77-1993	Recommended Practice on Static Electricity	500-3 (c) 505-5
NFPA 497-1997	Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas	500-3 (c) 500-5(a)(4) 505-8 800-31
NFPA 499-1997	Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas	500-3 (c)
NFPA 780-1997	Standard for the Installation of Lightning Protection Systems	500-3 (c) 505-5
NFPA 820-1995	Standard for Fire Protection in Wastewater Treatment and Collection Facilities	500-3 (c)
ANSI/API RP 500-1997	Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 and Division 2	500-3 (c) 505-5 505-10
ANSI/ISA-S12.10-1988	Area Classification in Hazardous (Classified) Dust Locations	500-3 (c)
API RP 2003-1991	Protection Against Ignitions Arising Out of Static Lightning and Stray Currents	500-3 (c) 505-5
ANSI/API RP 14F-1991	Recommended Practice for Design and Installation of Electrical Systems for Offshore Production Platforms	500-3 (c) 505-5
ANSI/UL 1203-1994	Explosionproof and Dust-Ignitionproof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations	500-4 (a) 500-4 (b) 502-1
ANSI/ISA S12.12-1994	Nonincendive Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2 and Class III, Divisions 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations.	500-4(c) 500-4(f)(1) 500-4(h)

UL 1604-1994	Electrical Equipment for Use in Class I and II, Division 2 and Class III Hazardous (Classified) Locations	500-4(c) 500-4(f)(2)
NFPA 496-1998	Standard for Purged Pressurized Enclosure for Electrical Equipment	500-4(d) 501-3(a) 501-5(a)(2) 501-5(b) 505-4(b)
ANSI/UL 913-1997	Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, and III, Division 1, Hazardous Locations	500-4(e) 505-4(c)
ANSI/UL 698-1995	Industrial Control Equipment for Use In Hazardous (Classified) Locations	500-4(g)
NFPA 325-1994	Guide to Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases, and Volatile Solids	500-5(a)(4) 500-5(e) 505-8 513-1
ANSI/ASHRAE 15-1992	Safety Code for Mechanical Refrigeration	500-5(a)(4)
ANSI/CGA G2.1-1989	Safety Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia.	500-5(a)(4)
ASTM D 3175-89	Standard Test Method for Volatile Material in the Analisis Sample for Coal and Coke	500-5(b)(2)
NFPA 499-1997	Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas	500-5(b)(3) 500-5(e) 500-5(f)
NFPA 505-1996	Fire Safety Standard for Powered Industrial Trucks Including Type Designations, Areas of Use, Conversions, Maintenance, and Operation	503-1 625-1
ANSI/UL 913-1997	Standard for Safety, Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, and III, Division 1, Hazardous (Classified) Locations	504-2
ISA S12.0.01- 1997	Electrical Apparatus for use in Class I, Zone 0, 1 Hazardous (Classified) Locations General Requirements	505-4
ANSI/UL 2279,1997	Electrical Equipment for use In Class I, Zone 0, 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations	505-4
ISA S12.22.01-1996	Electrical Apparatus for use in Class I, Zone 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations, Type of Protection -Flameproof "d"	505-4(a)
ISA S12.26.01-1996	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations, Type of Protection - Oil-Immersion "o"	505-4(e)
ISA S12.16.01-1996	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations, Type of Protection - Increased Safety "e,"	505-4(f)
ISA S12.23.01-1996	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations Type of Protection - Encapsulation "m,"	505-4(g)
ISA S12.25.01-1996	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations Type of Protection - Powder Filling "q,"	505-4(h)
API RP 505-1996	Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2	505-5 505-9 505-10
ISA S12.24.01-1997	Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Classification of Hazardous (Classified) Locations	505-5 505-9 505-10
NFPA 88 A-1995	Standard for Parking Structures	511-2
NFPA 88 B-1997	Standard for Repair Garages	511-2
NFPA 409-1995	Standard on Aircraft hangars	513-1
NFPA 30 A-2000	Automotive and Marine Service Station Code	514-5(c)
NFPA 91-1999	Standard for Exhaust Systems for Air Conveying of Materials	516-1

NFPA 99-1999	Standard Health Care Facilities	517-2 517-25 517-30(b) 517-32(c)(2) 571-32(g) 517-33 517-40(c) 517-42 517-42(c)(2) 571-45 700-1 701-1
NFPA 101-2000	Life Safety Code	517-2 517-1 517-32(a),(b),(c) 571-40(a) 571-41(b) 517-42(a),(b),(c) 540-10 700-9 700-12
ASHRAE	Handbook of fundamentals (Indicado en el Capítulo 24)	517-34 571-43-(b)(1)
NFPA 40-2000	Standard for the Storage and Handling of Cellulose Nitrate Motion Picture Film	530-1 540-1
ASAE EP 473-1997	Equipotential Planes in Animal Containment Areas, American Society of Agricultural Engineers	547-9
SAE J1128-1995	GXL, HDT y SXL	551-10 552-10(b)
SAE J1127-1995	SGT y SGR	551-10 552-10(b)
NFPA 501C-1996	Standard on Recreational Vehicles, for generator compartment construction requirements	551-30(d)
NFPA 302-1994	Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft	555-2 555-3
NFPA 303-1995	Fire Protection Standard for Marinas and Boatyards	555-3 555-7 555-10
NFPA 30A-1996	Automotive and Marine Service Station Code	555-10
NFPA 110-1999	Standard for Emergency and Standby Power Systems	700-1 700-7 701-1 701-8
ANSI/IEEE 446-1995	Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications	701-1
NFPA 70E-1995	Standard for Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces	710-1
NFPA 72-1996	National Fire Alarm Code	760-1
ANSI/EIA/TIA 568-A-1995	Commercial Building Telecommunications, Wiring Standard	725-7 760-8 770-8 800-6 830-7

ANSI/EIA/TIA 569-1990	Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces	725-7 760-8 770-8 800-6 830-7
ANSI/EIA/TIA 570-1991	Residential and Light Commercial Telecommunications Wiring Standard	725-7 760-8 770-8 800-6 830-7
ANSI/UL 1666-1997	Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts	760-31(d) 760-31(e) 760-71(e) 800-51 (b) 770-51(b) 820-51(b) 830-5(a)
UL 2024	Standard for Optical Fiber Raceways	770-6 800-4
UL 1459-1995	Standard for Safety, Telephone Equipment	800-4
UL 1863-1995	Standard for Safety, Communications Circuit Accessories	800-4
UL 497A-1996	Standard for Secondary Protectors for Communications Circuits	800-32

APENDICE C (Informativo)

TABLAS DE OCUPACION EN TUBO (CONDUIT) DE CONDUCTORES Y CABLES DEL MISMO TAMAÑO NOMINAL

TABLA C1.- Número máximo de conductores y cables de artefactos en tubo (conduit) metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm									
			16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
	mm^2	AWG kcmil										

RH	2,08	14	6	10	16	28	39	64	112	169	221	282
	3,31	12	4	8	13	23	31	51	90	136	177	227
RHH	2,08	14	4	7	11	20	27	46	80	120	157	201
RHW, RHW-2	3,31	12	3	6	9	17	23	38	66	100	131	167
RH,	5,26	10	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
RHH,	8,37	8	1	2	4	7	9	16	28	42	55	70
RHW,	13,3	6	1	1	3	5	8	13	22	34	44	56
RHW-2	21,2	4	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	26,7	3	1	1	1	4	5	9	15	23	30	38
	33,6	2	1	1	1	3	4	7	13	20	26	33
	42,4	1	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	53,5	1/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	67,4	2/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
	85,0	3/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	152	300	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	203	400	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	253	500	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0		1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
							0					

TW	2,08	14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
THW	3,31	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	8,37	8	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
RHH*	2,08	14	6	10	16	28	39	64	112	169	221	282
RHW*												
RHW-2*												
RHH*	3,31	12	4	8	13	23	31	51	90	136	177	227
RHW*	5,26	10	3	6	10	18	24	40	70	106	138	177
RHW-2*												
TW	8,37	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	21,2	4	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
THW-2	26,7	3	1	1	3	5	7	12	20	31	40	52
	33,6	2	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	42,4	1	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	53,5	1/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	67,4	2/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	85,0	3/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	6	9	12	16
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	177	350	0	0	0	1	1	1	4	6	7	10
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

*Los cables RHH, RHW y RHW-2, sin recubrimiento externo.

THHN	2,08	14	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608
THWN	3,31	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
	8,37	8	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161
	13,3	6	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116
	21,2	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	71
	26,7	3	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	33,6	2	1	1	3	5	7	11	20	30	40	51
	42,4	1	1	1	1	4	5	8	15	22	29	37
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	7	12	19	25	32
	67,4	2/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	127	250	0	0	1	1	1	3	6	9	11	15
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11
	203	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
FEP	2,08	14	12	21	34	60	81	134	234	354	462	590
FEPB	3,31	12	9	15	25	43	59	98	171	258	337	430
PFA	5,26	10	6	11	18	31	42	70	122	185	241	309
PFAH	8,37	8	3	6	10	18	24	40	70	106	138	177
TFE	13,3	6	2	4	7	12	17	28	50	75	98	126
	21,2	4	1	3	5	9	12	20	35	53	69	88
	26,7	3	1	2	4	7	10	16	29	44	57	73
	33,6	2	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
PFA	42,4	1	1	1	2	4	6	9	16	25	33	42
PFAH	53,5	1/0	1	1	1	3	5	8	14	21	27	35
TFE	67,4	2/0	0	1	1	3	4	6	11	17	22	29
TFE, Z	85,0	3/0	0	1	1	2	3	5	9	14	18	24
	1070	4/0	0		1	1	2	4	8	11	15	19
				1								

Z	2,08	14	14	25	41	72	98	161	282	426	556	711
	3,31	12	10	18	29	51	69	114	200	302	394	504
	5,26	10	6	11	18	31	42	70	122	185	241	309
	8,37	8	4	7	11	20	27	44	77	117	153	195
	13,3	6	3	5	8	14	19	31	54	82	107	137
	21,2	4	1	3	5	9	13	21	37	56	74	94
	26,7	3	1	2	4	7	9	15	27	41	54	69
	33,6	2	1	1	3	6	8	13	22	34	45	57
	42,4	1	1	1	2	4	6	10	18	28	36	46
XHH	2,08	14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
XHHW	3,31	12	6	11	19	33	45	74	129	195	255	326
XHHW-2	5,26	10	5	8	14	24	33	55	96	145	190	243
ZW	8,37	8	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
	13,3	6	1	3	6	10	14	22	39	60	78	100
	21,2	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	72
	26,7	3	1	1	3	6	8	14	24	36	48	61
	33,6	2	1	1	3	5	7	11	20	31	40	51
XHH	42,4	1	1	1	1	4	5	8	15	23	30	38
XHHW	53,5	1/0	1	1	1	3	4	7	13	19	25	32
XHHW-2	67,4	2/0	0	1	1	2	3	6	10	16	21	27
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	127	250	0	0	1	1	1	3	6	9	12	15
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	7	9	11
	203	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Letras de tipo	**Tamaño o Designación del cable:**		**Diámetro nominal en mm**					
			16	**21**	**27**	**35**	**41**	**53**
	mm^2	**AWG kcmil**						

FFH-2, RFH, RFHH-3	0,824	18	8	14	24	41	56	92
	1,31	16	7	12	20	34	47	78
SF-2, SFF-2	0,824	18	10	18	30	52	71	116
	1,31	16	8	15	25	43	58	96
	2,08	14	7	12	20	34	47	78
SF-1, SFF-1	0,824	18	18	33	53	92	125	206
AF, RFH-1, RFHH-2, TF, TFF	0,824	18	14	24	39	68	92	152
XF, XFF								
AF, RFHH-2, TF, TFF								
	1,31	16	11	19	31	55	74	123
XF, XFF								
	2,08	14	8	15	25	43	58	96
AF, XF, XFF								
	0,824	18	22	38	63	108	148	244
TFN, TFFN	1,31	16	17	29	48	83	113	186
	0,824	18	21	36	59	103	140	231
PF, PFF, PGF, PGFF	1,31	16	16	28	46	79	108	179
PAF, PTF, PTFF, PAFF	2,08	14	12	21	34	60	81	134
	0,8235	18	27	47	77	133	181	298
ZF, ZFF, ZHF, ZHF,	1,307	16	20	35	56	98	133	220
HF, HFF	2,082	14	14	25	41	72	98	161
	0,824	18	39	69	111	193	262	433
KF-2, KFF-2	1,31	16	27	48	78	136	185	305
	2,08	14	19	33	54	93	127	209
	3,31	12	13	23	37	64	87	144
	5,26	10	8	15	25	43	58	96
	0,824	18						
KF-1, KFF-1	1,31	16	46	82	133	230	313	516
	2,08	14	33	57	93	161	220	362
	3,31	12	22	38	63	108	148	244
	5,26	10	14	25	41	72	98	161
			9	16	27	47	64	105
	3,31	12						
AX, XF, XFF	5,26	10	4	8	13	23	31	51
			3	6	10	18	24	40

TABLA C1A.- Número máximo de conductores compactos en tubo (conduit) metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm									
			16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
	mm^2	AWG kcmil										

THW,	8,37	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	21,2	4	1	2	4	6	9	15	26	40	52	67
	33,6	2	1	1	3	5	7	11	19	29	38	49
	42,4	1	1	1	1	3	4	8	13	21	27	34
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	7	12	18	23	30
	67,4	2/0	0	1	1	2	3	5	10	15	20	25
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	21
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	203	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
THHN	8,37	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
THWN	13,3	6	2	4	7	13	18	29	52	78	102	130
THWN-2	21,2	4	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	33,6	2	1	1	3	6	8	13	23	34	45	58
	42,4	1	1	1	2	4	6	10	17	26	34	43
	53,5	1/0	1	1	1	3	5	8	14	22	29	37
	67,4	2/0	1	1	1	3	4	7	12	18	24	30
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	6	10	15	20	25
	107	4/0	0	1	1	1	3	5	8	12	16	21
	127	250	0	1	1	1	1	4	6	10	13	16
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	177	350	0	0	1	1	1	3	5	7	10	12
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11
	253	500	0	0	0	1	1	1	4	5	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	380	750	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4

XHHW	8,37	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
	21,2	4	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	33,6	2	1	1	3	6	8	13	23	34	45	58
	42,4	1	1	1	2	4	6	10	17	26	34	43
	53,5	1/0	1	1	1	3	5	8	14	22	29	37
	67,4	2/0	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	6	10	15	20	25
	107	4/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	21
	127	250	0	1	1	1	2	4	7	10	13	17
	152	300	0	0	1	1	1	3	6	9	11	14
	177	350	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	7	9	11
	253	500	0	0	0	1	1	1	4	6	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	380	750	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5

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 artefactos en tubo (conduit) no metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10)

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm					
	mm^2	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53

RH	2,08	14	4	8	15	27	37	61
	3,31	12	3	7	12	21	29	49
RHH, RHW	2,08	14	3	6	10	19	26	43
RHW-2	3,31	12	2	5	9	16	22	36
RH, RHH, RHW	5,26	10	1	4	7	13	17	29
RHW-2	8,37	8	1	1	3	6	9	15
	13,3	6	1	1	3	5	7	12
	21,2	4	1	1	2	4	6	9
	26,7	3	1	1	1	3	5	8
	33,6	2	0	1	1	3	4	7
	42,4	1	0	1	1	1	3	5
	53,5	1/0	0	0	1	1	2	4
	67,4	2/0	0	0	1	1	1	3
	85,0	3/0	0	0	1	1	1	3
	107	4/0	0	0	1	1	1	2
	127	250	0	0	0	1	1	1
	152	300	0	0	0	1	1	1
	177	350	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	0	1
	405	800	0	0	0	0	0	1
	456	900	0	0	0	0	0	1
	507	1 000	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0
	760	1500	0	0	0	0	0	0
	887	1750	0	0	0	0	0	0
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0
TW	2,08	14	7	13	22	40	55	92
THW	3,31	12	5	10	17	31	42	71
THHW	5,26	10	4	7	13	23	32	52
THW-2	8,37	8	1	4	7	13	17	29

RHH*, RHW* RHW-2*	2,08	14	4	8	15	27	37	61
RHH*, RHW*	3,31	12	3	7	12	21	29	49
RHW-2*, TW	5,26	10	2	5	9	17	23	38
THW, THHW	8,37	8	1	3	5	10	14	23
THW-2	13,3	6	1	2	4	7	10	17
	21,2	4	1	1	3	5	8	13
	26,7	3	1	1	2	5	7	11
	33,6	2	1	1	2	4	6	9
	42,4	1	0	1	1	3	4	6
	53,5	1/0	0	1	1	2	3	5
	67,4	2/0	0	1	1	1	3	5
	85,0	3/0	0	0	1	1	2	4
	107	4/0	0	0	1	1	1	3
	127	250	0	0	1	1	1	2
	152	300	0	0	0	1	1	2
	177	350	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	1
	507	1 000	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0
	887	1750	0	0	0	0	0	0
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0

* Los cables RHH, RHW, y RHW-2, sin recubrimiento externo.

Letras de tipo	**Tamaño o Designación del cable:**		**Diámetro nominal en mm**					
	mm^2	**AWG kcmil**	**16**	**21**	**27**	**35**	**41**	**53**
THHN, THWN	2,08	14	10	18	32	58	80	132
THWN-2	3,31	12	7	13	23	42	58	96
	5,26	10	4	8	15	26	36	60
	8,37	8	2	5	8	15	21	35
	13,3	6	1	3	6	11	15	25
	21,2	4	1	1	4	7	9	15
	26,7	3	1	1	3	5	8	13
	33,6	2	1	1	2	5	6	11
	42,4	1	1	1	1	3	5	8

	53,5	1/0	0	1	1	3	4	7
	67,4	2/0	0	1	1	2	3	5
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	4
	107	4/0	0	0	1	1	2	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	
	177	350	0	0	0	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	2
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	1	1
	507	1 000	0	0	0	0	0	1
								1
FEP, FEPB	2,08	14	10	18	31	56	77	
PFA, PFAH	3,31	12	7	13	23	41	56	128
TFE	5,26	10	5	9	16	29	40	93
	8,37	8	3	5	9	17	23	67
	13,3	6	1	4	6	12	16	38
	21,2	4	1	2	4	8	11	27
	26,7	3	1	1	4	7	9	19
	33,6	2	1	1	3	5	8	16
								13
PFA, PFAH	42,4	1	1	1	1	4	5	
TFE								9

PFA, PFAH	53,5	1/0	0	1	1	3	4	7
TFE, Z	67,4	2/0	0	1	1	2	4	6
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	1	1	1	2	4
Z	2,08	14	12	22	38	68	93	154
	3,31	12	8	15	27	48	66	109
	5,26	10	5	9	16	29	40	67
	8,37	8	3	6	10	18	25	42
	13,3	6	1	4	7	13	18	30
	21,2	4	1	3	5	9	12	20
	26,7	3	1	1	3	6	9	15
	33,6	2	1	1	3	5	7	12
	42,4	1	1	1	2	4	6	10
XHH, XHHW	2,08	14	7	13	22	40	55	92
XHHW-2, ZW	3,31	12	5	10	17	31	42	71
	5,26	10	4	7	13	23	32	52
	8,37	8	1	4	7	13	17	29
	13,3	6	1	3	5	9	13	21
	21,2	4	1	1	4	7	9	15
	26,7	3	1	1	3	6	8	13
	33,6	2	1	1	2	5	6	11
XHH, XHHW	42,4	1	1	1	1	3	5	8
XHHW-2	53,5	1/0	0	1	1	3	4	7
	67,4	2/0	0	1	1	2	3	6
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	2	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	1	1
	507	1 000	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0

FFH-2, RFH-2	0,824	18	6	12	21	39	53	88
RFHH-3	1,31	16	5	10	18	32	45	74
SF-2, SFF-2	0,824	18	8	15	27	49	67	111
	1,31	16	7	13	22	40	55	92
	2,08	14	5	10	18	32	45	74
SF-1, SFF-1	0,824	18	15	28	48	86	119	197
AF, RFH-1	0,824	18	11	20	35	64	88	145
RFHH-2, TF, TFF								
XF, XFF								
AF, RFHH-2, TF	1,31	16	9	16	29	51	71	117
TFF, XF, XFF								
AF, XF, XFF	2,08	14	7	13	22	40	55	92
TFN, TFFN	0,824	18	18	33	57	102	141	233
	1,31	16	13	25	43	78	107	178
PF, PFF, PGF	0,824	18	17	31	54	97	133	221
PGFF, PAF, PTF	1,31	16	13	24	42	75	103	171
PTFF, PAFF	2,08	14	10	18	31	56	77	128
ZF, ZFF, ZHF, HF	0,824	18	22	40	70	125	172	285
HFF	1,31	16	16	29	51	92	127	210
	2,08	14	12	22	38	68	93	154
F-1, KFF-1	0,824	18	31	58	101	182	250	413
	1,31	16	22	41	71	128	176	291
	2,08	14	15	28	49	88	121	200
	3,31	12	10	19	33	60	83	138
	5,26	10	7	13	22	40	55	92
KF-1, KFF-1	0,824	18	38	69	121	217	298	493
	1,31	16	26	49	85	152	209	346
	2,08	14	18	33	57	102	141	233
	3,31	12	12	22	38	68	93	154
	5,26	10	7	14	24	44	61	101
AF, XF, XFF	3,31	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 o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm					
	mm^2	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53

THW, THW-2	8,37	8	2	4	8	14	19	32
THHW	13,3	6	1	2	4	8	11	19
	21,2	4	1	1	3	6	8	14
	33,6	2	1	1	2	4	6	10
	42,4	1	0	1	1	3	4	7
	53,5	1/0	0	1	1	3	4	6
	67,4	2/0	0	1	1	2	3	5
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	4
	107	4/0	0	0	1	1	2	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	2
	177	350	0	0	0	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	507	1 000	0	0	0	0	0	1
THHN, THWN	8,37	8	---	---	---	---	---	---
THWN-2	13,3	6	1	4	7	12	17	28
	21,2	4	1	2	4	7	10	17
	33,6	2	1	1	3	5	7	12
	42,4	1	1	1	2	4	5	9
	53,5	1/0	0	1	1	3	5	8
	67,4	2/0	0	1	1	3	4	6
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	5
	107	4/0	0	1	1	1	2	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	2
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	1	1	1
	380	750	0	0	0	1	1	1
	507	1 000	0	0	0	0	1	1
XHHW, XHHW-2	8,37	8	2	4	8	14	19	32
	13,3	6	1	3	6	10	14	24
	21,2	4	1	2	4	7	10	17
	33,6	2	1	1	3	5	7	12
	42,4	1	1	1	2	4	5	9
	53,5	1/0	1	1	1	3	5	8
	67,4	2/0	0	1	1	3	4	7
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	5
	107	4/0	0	1	1	1	3	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	1	1	1	3
	203	400	0	0	1	1	1	2
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	1	1	1
	380	750	0	0	0	1	1	1
	507	1 000	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 o Designación del cable:	Diámetro nominal en mm

	mm²	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
RH	2,08	14	6	10	15	24	35	62	94	135	184	240
	3,31	12	5	8	12	19	28	50	75	108	148	193
RHH, RHW	2,08	14	4	7	11	17	25	44	67	96	131	171
RHW-2	3,31	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	8,37	8	1	2	4	6	9	15	23	34	46	60
	13,3	6	1	1	3	5	7	12	19	27	37	48
	21,2	4	1	1	2	4	5	10	14	21	29	37
	26,7	3	1	1	1	3	5	8	13	18	25	33
	33,6	2	1	1	1	3	4	7	11	16	22	28
	42,4	1	0	1	1	1	2	5	7	10	14	19
	53,5	1/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	67,4	2/0	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	85,0	3/0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	152	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	203	400	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	253	500	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
TW	2,08	14	9	15	23	36	53	94	141	203	277	361
THW	3,31	12	7	11	18	28	41	72	108	156	212	277
THHW	5,26	10	5	8	13	21	30	54	81	116	158	207
THW-2	8,37	8	3	5	7	11	17	30	45	64	88	115

RHH*, RHW* RHW-2*	2,08	14	6	10	15	24	35	62	94	135	184	240
RHH*, RHW*	3,31	12	5	8	12	19	28	50	75	108	148	193
RHW-2*	5,26	10	4	6	10	15	22	39	59	85	115	151
THHW, THW,	8,37	8	1	4	6	9	13	23	35	51	69	90
THW-2	13,3	6	1	3	4	7	10	18	27	39	53	69
	21,2	4	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51
	26,7	3	1	1	3	4	6	11	17	25	34	44
	33,6	2	1	1	2	4	5	10	14	21	29	37
	42,4	1	1	1	1	2	4	7	10	15	20	26
	53,5	1/0	0	1	1	1	3	6	9	12	17	22
	67,4	2/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	19
	85,0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	152	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

* Los cables RHH, RHW y RHW-2, sin recubrimiento externo.

Letras de tipo	**Tamaño o Designación del cable:**		**Diámetro nominal en mm**									
	mm^2	**AWG kcmil**	**16**	**21**	**27**	**35**	**41**	**53**	**63**	**78**	**91**	**103**

THHN	2,08	14	13	22	33	52	76	134	202	291	396	518
THWN	3,31	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
	8,37	8	3	6	9	14	20	35	53	77	105	137
	13,3	6	2	4	6	10	14	25	38	55	76	99
	21,2	4	1	2	4	6	9	16	24	34	46	61
	26,7	3	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51
	33,6	2	1	1	3	4	6	11	17	24	33	43
	42,4	1	1	1	1	3	4	8	12	18	24	32
	53,5	1/0	1	1	1	2	4	7	10	15	20	27
	67,4	2/0	0	1	1	1	3	6	9	12	17	22
	85,0	3/0	0	1	1	1	2	5	7	10	14	18
	107	4/0	0	1	1	1	1	4	6	8	12	15
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
FEP, FEPB	2,08	14	12	21	32	51	74	130	196	282	385	502
PFA, PFAH	3,31	12	9	15	24	37	54	95	1453	206	281	367
TFE	5,26	10	6	11	17	26	39	68	103	148	201	263
	8,37	8	4	6	10	15	22	39	59	85	115	151
	13,3	6	2	4	7	11	16	28	42	60	82	107
	21,2	4	1	3	5	7	11	19	29	42	57	75
	26,7	3	1	2	4	6	9	16	24	35	48	62
	33,6	2	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51
PFA, PFAH TFE	42,4	1	1	1	2	3	5	9	14	20	27	36

PFA, PFAH	53,5	1/0	1	1	1	3	4	8	11	17	23	30
TFE, Z	67,4	2/0	1	1	1	2	3	6	9	14	19	24
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	11	15	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16
Z	2,08	14	15	25	39	61	89	157	236	340	463	605
	3,31	12	11	18	28	43	63	111	168	241	329	429
	5,26	10	6	11	17	26	39	68	103	148	201	263
	8,37	8	4	7	11	17	24	43	65	93	127	166
	13,3	6	3	5	7	12	17	30	45	65	89	117
	21,2	4	1	3	5	8	12	21	31	45	61	80
	26,7	3	1	2	4	6	8	15	23	33	45	58
	33,6	2	1	1	3	5	7	12	19	27	37	49
	42,4	1	1	1	2	4	6	10	15	22	30	39
XHH	2,08	14	9	15	23	36	53	94	141	203	277	361
XHHW	3,31	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	8,37	8	3	5	7	11	17	30	45	64	88	115
	13,3	6	1	3	5	8	12	22	33	48	65	85
	21,2	4	1	2	4	6	9	16	24	34	47	61
	26,7	3	1	1	3	5	7	13	20	29	40	52
	33,6	2	1	1	3	4	6	11	17	24	33	44
XHH	42,4	1	1	1	1	3	5	8	13	18	25	32
XHHW	53,5	1/0	1	1	1	2	4	7	10	15	21	27
XHHW-2	67,4	2/0	0	1	1	2	3	6	9	13	17	23
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	19
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Letras de tipo	**Tamaño o Designación del cable:**		**Diámetro nominal en mm**					
	mm^2	**AWG kcmil**	**16**	**21**	**27**	**35**	**41**	**53**

FFH-2, RFH-2,	0,824	18	8	14	22	35	51	90
RFHH-3	1,31	16	7	12	19	29	43	76
SF-2, SFF-2	0,824	18	11	18	28	44	64	113
	1,31	16	9	15	23	36	53	94
	2,08	14	7	12	19	29	43	76
SF-1, SFF-1	0,824	18	19	32	50	78	114	201
AF, RFH-1, RFHH-2,	0,824	18	14	24	37	58	84	148
TF, TFF, XF, XFF								
AF, XF, XFF	1,31	16	11	19	30	47	68	120
TFN, TFFN	2,08	14	9	15	23	36	53	94
PF, PFF, PGF, PGFF	0,824	18	23	38	59	93	135	237
PAF, PTF, PTFF	1,31	16	17	29	45	71	103	181
PAFF								
ZF, ZFF, ZHF, HF, HFF	0,824	18	22	36	56	88	128	225
	1,31	16	17	28	43	68	99	174
	2,08	14	12	21	32	51	74	130
KF-2, KFF-2	0,824	18	28	47	72	113	165	290
	1,31	16	20	35	53	83	121	214
	2,08	14	15	25	39	61	89	157
KF-1, KFF-1	0,824	18	41	68	105	164	239	421
	1,31	16	28	48	74	116	168	297
	2,08	14	19	33	51	80	116	204
	3,31	12	13	23	35	55	80	140
	5,26	10	9	15	23	36	53	94
AF, XF, XFF	0,824	18	48	82	125	196	285	503
	1,31	16	34	57	88	138	200	353
	2,08	14	23	38	59	93	135	237
	3,31	12	15	25	39	61	89	157
	5,26	10	10	16	25	40	58	103
	3,31	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 o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm									
	mm^2	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103

THW	8,37	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	21,2	4	1	2	3	5	8	15	22	32	43	57
	33,6	2	1	1	2	4	6	11	16	23	32	42
	42,4	1	1	1	1	3	4	7	11	16	22	29
	53,5	1/0	1	1	1	2	3	6	10	14	19	25
	67,4	2/0	0	1	1	1	3	5	8	12	16	21
	85,0	3/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	107	4/0	0	1	1	1	1	4	6	8	11	15
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
THHN	8,37	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
THWN	13,3	6	3	4	7	11	16	29	43	62	85	111
THWN-2	21,2	4	1	3	4	7	10	18	27	38	52	69
	33,6	2	1	1	3	5	7	13	19	28	38	49
	42,4	1	1	1	2	3	5	9	14	21	28	37
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	8	12	17	24	31
	67,4	2/0	1	1	1	2	4	6	10	14	20	26
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	12	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	127	250	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4

XHHW	8,37	8	3	5	8	13	19	33	50	71	97	127
XHHW-2	13,3	6	2	4	6	9	14	24	37	53	72	95
	21,2	4	1	3	4	7	10	18	27	38	52	69
	33,6	2	1	1	3	5	7	13	19	28	38	49
	42,4	1	1	1	2	3	5	9	14	21	28	37
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	8	12	17	24	31
	67,4	2/0	1	1	1	2	4	7	10	15	20	26
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	12	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	127	250	0	1	1	1	1	4	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	5	7	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	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 o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm									
	mm^2	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103

RH	2,08	14	6	11	18	31	42	69	98	151	202	261
	3,31	12	5	9	14	25	34	56	79	122	163	209
RHH, RHW	2,08	14	4	8	13	22	30	49	70	108	144	186
THW-2	3,31	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,	8,37	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
	21,2	4	1	1	3	5	6	11	15	23	31	41
	26,7	3	1	1	2	4	6	9	13	21	28	36
	33,6	2	1	1	1	3	5	8	11	18	24	31
	42,4	1	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	53,5	1/0	0	1	1	1	3	4	6	10	14	18
	67,4	2/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	85,0	3/0	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11
	127	250	0	0	1	1	1	1	3	5	6	8
	152	300	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	177		0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	203	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	253	400	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	304	500	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	355	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	380	700	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	405	750	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	456	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	507	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	760	1 250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1 500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1 010	1 750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
		2 000										
TW	2,08		10	17	27	47	64	104	147	228	304	392
THW	3,31	14	7	13	21	36	49	80	113	175	234	301
THHW	5,26	12	5	9	15	27	36	59	84	130	174	224
THW-2	8,37	10	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
		8										

RHH*, RHW* RHW-2*	2,08	14	6	11	18	31	42	69	98	151	202	261
RHH*,RHW*	3,31	12	5	9	14	25	34	56	79	122	163	209
RHW-2	5,26	10	4	7	11	19	26	43	61	95	127	163
THW-2*	8,37	8	2	4	7	12	16	26	37	57	76	98
THHW, THW	13,3	6	1	3	5	9	12	20	28	43	58	75
	21,2	4	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56
	26,7	3	1	1	3	6	8	13	18	28	37	48
	33,6	2	1	1	3	5	6	11	15	23	31	41
	42,4	1	1	1	1	3	4	7	11	16	22	28
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	24
	67,4	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	85,0	3/0	0	1	1	1	3	4	6	10	13	17
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	5	8	11	14
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	633	1 250	0	0	0		0	1	1	1	1	3
	760	1 500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1 750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1 010	2 000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
						0						

THHN	2,08	14	14	24	39	68	91	149	211	326	436	562
THWN	3,31	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
	8,37	8	3	6	10	18	24	39	56	86	115	149
	13,3	6	2	4	7	13	17	28	40	62	83	107
	21,2	4	1	3	4	8	10	17	25	38	51	66
	26,7	3	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56
	33,6	2	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47
	42,4	1	1	1	2	4	5	9	13	20	27	35
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	8	11	17	23	29
	67,4	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	190	24
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380		0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	405	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
		1 000										
FEP, FEPB	2,08		13	23	38	66	89	145	205	317	423	545
PFA, PFAH	3,31	14	10	17	28	48	65	106	150	231	309	398
TFE	5,26	12	7	12	20	34	46	76	107	166	221	285
	8,37	10	4	7	11	19	26	43	61	95	127	163
	13,3	8	3	5	8	14	19	31	44	67	90	116
	21,2	6	1	3	5	10	13	21	30	47	63	81
	26,7	4	1	3	4	8	11	18	25	39	52	68
	33,6	3	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56
		2										
PFA, PFAH	42,4		1	1	2	4	6	10	14	22	30	39
TFE		1										

PFA, PFAH	53,5	1/0	1	1	1	4	5	8	12	19	25	32
TFE, Z	67,4	2/0	1	1	1	3	4	7	10	15	21	27
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18
Z	2,08	14	16	28	46	79	107	175	247	381	510	657
	3,31	12	11	20	32	56	76	124	175	271	262	466
	5,26	10	7	12	20	34	46	76	107	166	221	285
	8,37	8	4	7	12	21	29	48	68	105	140	180
	13,3	6	3	5	9	15	20	33	47	73	98	127
	21,2	4	1	3	6	10	14	23	33	50	67	87
	26,7	3	1	2	4	7	10	17	24	37	49	63
	33,6	2	1	1	3	6	8	14	20	30	41	53
	42,4	1	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43
XHH,	2,08	14	10	17	27	47	64	104	147	228	304	392
XHHW	3,31	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	8,37	8	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
	13,3	6	1	4	6	11	15	24	35	53	71	92
	21,2	4	1	3	4	8	11	18	25	39	52	67
	26,7	3	1	2	4	7	9	15	21	33	44	56
	33,6	2	1	1	3	5	7	12	18	27	37	47
XHH	42,4	1	1	1	2	4	5	9	13	20	27	35
XHHW,	53,5	1/0	1	1	1	3	5	8	11	17	23	30
XHHW-2	67,4	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	25
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1 010	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

FFH-2, RFH-2	0,824	18	9	16	26	45	61	100
RFHH-3	1,31	16	8	13	22	38	51	84
SF-2, SFF-2	0,824	18	12	20	33	57	77	126
	1,31	16	10	17	27	47	64	104
	2,08	14	8	13	22	38	51	84
SF-1, SFF-1	0,824	18	21	36	59	101	137	223
AF, RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0,824	18	15	26	43	75	101	165
AF, RFH-2, TF, TFF, XF, XFF	1,31	16	12	21	35	60	81	133
AF, XF, XFF	2,08	14	10	17	27	47	64	104
TFN, TFFN	0,824	18	25	42	69	119	161	264
	1,31	16	19	32	53	91	123	201
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0,824	18	23	40	66	113	153	250
	1,31	16	18	31	51	87	118	193
	2,08	14	13	23	38	66	89	145
ZF, ZFF, ZHF, HF, HFF	0,824	18	30	52	85	146	197	322
	1,31	16	22	38	63	108	145	238
	2,08	14	16	28	46	79	107	175
KF-2, KFF-2	0,824	18	44	75	123	212	287	468
	1,31	16	31	53	87	149	202	330
	2,08	14	21	36	60	103	139	227
	3,31	12	14	25	41	70	95	156
	5,26	10	10	17	27	47	64	104
KF-1, KFF-1	0,824	18	52	90	147	253	342	558
	1,31	16	37	63	103	178	240	392
	2,08	14	25	42	69	119	161	264
	3,31	12	16	28	46	79	107	175
	5,26	10	10	18	30	52	70	114
AF, XF, XFF	3,31	12	5	9	14	25	34	56
	5,26	10	4	7	11	19	26	43

TABLA C4A.- Número máximo de conductores compactos en tubo (conduit) metálico tipo semipesado (según la Tabla 1 del Capítulo 10)

Letras de tipo	Tamaño o Designación del cable:		Diámetro nominal en mm									
	mm^2	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53	63	78	91	103

THW, THW-2	8,37	8	3	6	9	16	22	37	52	80	107	138
	13,3	6	1	3	6	10	13	22	31	48	64	82
	21,2	4	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62
	33,6	2	1	1	3	5	7	12	17	26	35	45
	42,4	1	1	1	1	4	5	8	12	18	25	32
	53,5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27
	67,4	2/0	0	1	1	3	4	6	9	13	18	23
	85,0	3/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	8,37	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
THHW	13,3	6	3	5	8	14	19	32	45	70	93	120
THHN,	21,2	4	1	3	5	9	12	20	28	43	58	74
THWN,	33,6	2	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53
THWN-2	42,4	1	1	1	3	5	6	10	15	23	31	40
	53,5	1/0	1	1	2	4	5	9	13	20	26	34
	67,4	2/0	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28
	85,0	3/0	0	1	1	3	4	6	9	14	18	24
	107	4/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	19
	127	250	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	7	9	11
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	253	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

XHHW	8,37	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
	21,2	4	1	3	5	9	8	20	28	43	58	74
	33,6	2	1	1	3	6	6	14	20	31	41	53
	42,4	1	1	1	3	5	5	10	15	23	31	40
	53,5	1/0	1	1	2	4	4	9	13	20	26	34
	67,4	2/0	1	1	1	3	4	7	11	17	22	29
	85,0	3/0	0	1	1	3	3	6	9	14	18	24
	107	4/0	0	1	1	2	2	5	7	11	15	20
	127	250	0	1	1	1	1	4	6	9	12	16
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	203	400	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	253	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	507	1 000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

APENDICE D (Informativo)
GRADOS DE PROTECCION PROPORCIONADOS POR LOS ENVOLVENTES
D.1 Clasificación Norteamericana

tipo 1: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado y para proporcionar un grado de protección contra la suciedad.

tipo 2: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, y para proporcionar un grado de protección contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos.

tipo 3: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y tolvanera; y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 3R: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 3S: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y tolvaneras; y en el cual el mecanismo externo sigue operable cuando se forman capas de hielo.

tipo 4: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, tolvaneras, salpicaduras de agua y chorro directo de agua y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 4X: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, tolvaneras, salpicaduras de agua, chorro directo de agua y corrosión y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 5: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, acumulación de polvo del ambiente, pelusa, fibras y partículas flotantes y contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos.

tipo 6: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, chorro directo de agua y la entrada de agua durante inmersión temporal ocasional a una profundidad limitada y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 6P: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, chorro directo de agua, corrosión y la entrada de agua durante inmersión prolongada a una profundidad limitada y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 12: envolventes (gabinetes) construidos (sin discos desprendibles) para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, el polvo del ambiente, pelusa, fibras, partículas flotantes, contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos; y contra salpicaduras ligeras y escurrimientos de aceite y refrigerantes no corrosivos.

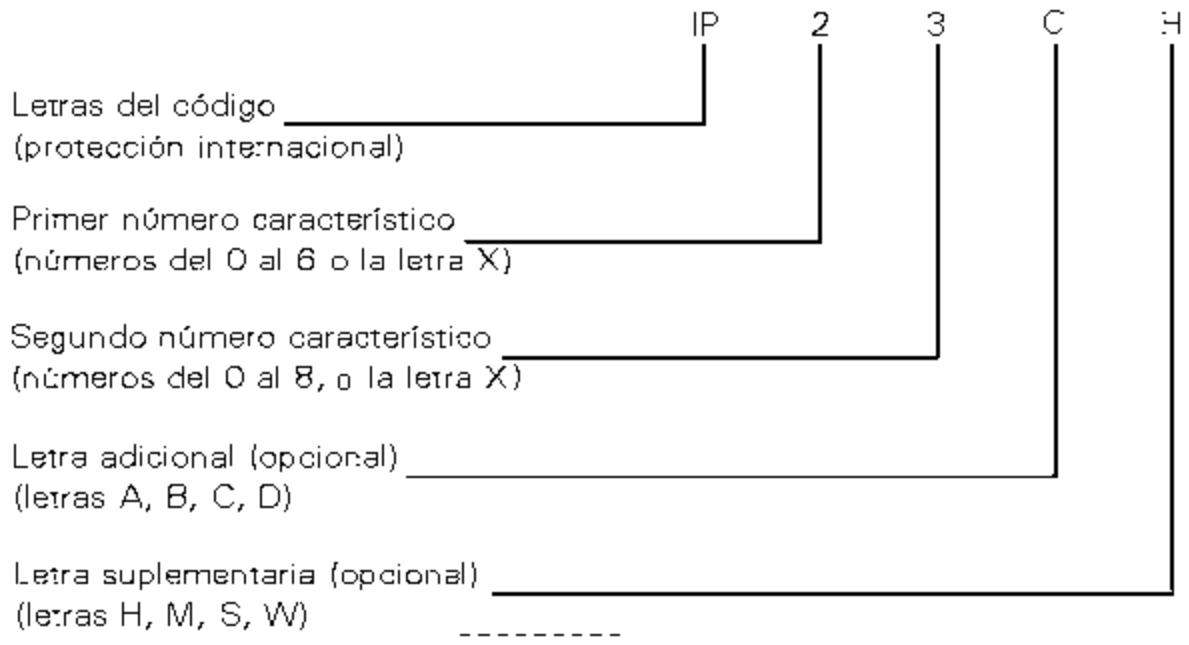
tipo 12K: envolventes (gabinetes) construidos (con discos desprendibles) para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, el polvo del ambiente, pelusa, fibras, partículas flotantes, contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos; y contra salpicaduras ligeras y escurrimientos de aceite y refrigerantes no corrosivos.

tipo 13: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, el polvo del ambiente, pelusa, fibras, partículas flotantes; y contra el rociado, salpicaduras y escurrimientos de agua, aceite y refrigerantes no corrosivos.

D.2 Clasificación IEC

código IP: un sistema codificado para indicar los grados de protección proporcionados por un envolvente contra el acceso a partes peligrosas, ingreso de objetos extraños sólidos, ingreso de agua y para proporcionar información adicional en relación con dicha protección.

Distribución del código IP



D.2.1 Ejemplos del uso de letras en el código IP

Los ejemplos siguientes sirven para explicar el uso y arreglo de letras en el código IP.

IP44 - Sin letras, sin opciones;

IPX5 - Omitir el primer número característico;

IP2X - Omitir el segundo número característico;

IP20C - Usar letra adicional;

IPXXC - Omitir ambos números característicos, utilizar letra adicional;

IPX1C - Omitir el primer número característico, utilizar letra adicional;

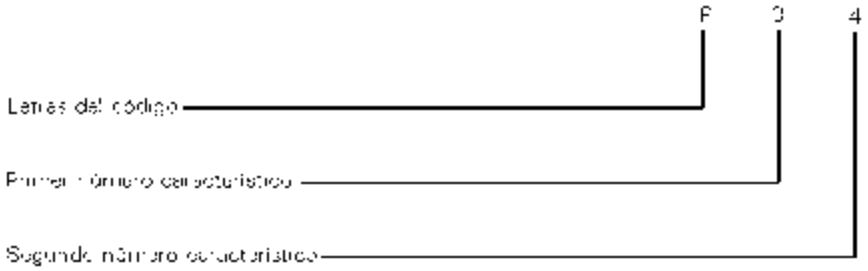
IP3XD - Omitir el segundo número característico, utilizar letra adicional;

IP23S - Utilizar letra suplementaria;

IP21CM - Utilizar letra adicional y letra suplementaria;

IPX5/IPX7 - Dando dos diferentes grados de protección por un envolvente contra chorros de agua e inmersión temporal para aplicación “dual”.

D.2.2 Código IP que no utiliza letras opcionales



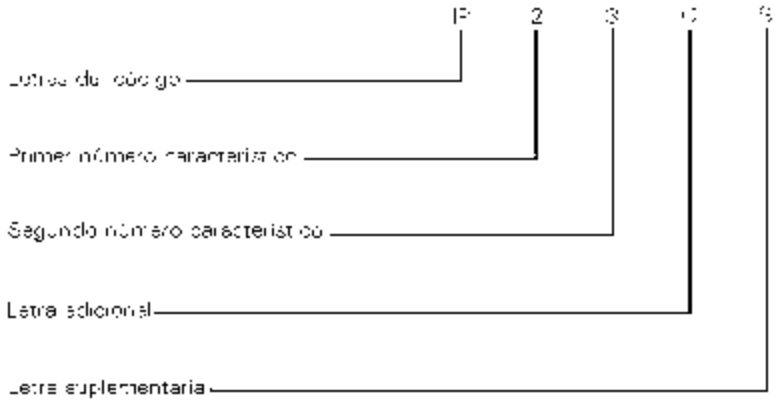
Un envolvente con esta designación (código IP)

(3) - protege a personas que manejan herramientas con un diámetro de 2,5 mm y mayor, contra el acceso a partes peligrosas;

- protege al equipo dentro del envolvente contra el ingreso de objetos extraños sólidos que tienen un diámetro de 2,5 mm y mayor;

(4) - protege al equipo dentro del envolvente contra efectos perjudiciales debidos a las salpicaduras de agua contra el envolvente desde cualquier dirección.

D.2.3 Código IP que utiliza letras opcionales



Un envolvente con esta designación (código IP)

(2) - protege a las personas contra el acceso a partes peligrosas con los dedos;

- protege el equipo dentro del envolvente contra el ingreso de objetos extraños sólidos que tienen un diámetro mayor o igual a 12,5 mm;

(3) - protege el equipo dentro del envolvente contra efectos perjudiciales ocasionados por el rocío de agua contra el envolvente;

(C) - protege contra el acceso a partes peligrosas a personas que manejan herramientas, con un diámetro mayor o igual a 2,5 mm y una longitud que no excede de 100 mm (la herramienta puede penetrar en el envolvente a toda su longitud):

(S) - se prueba para la protección contra efectos perjudiciales ocasionados por el ingreso de agua cuando todas las partes del equipo están estacionarias.

10 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 instalaciones que se inicien en fecha posterior a su entrada en vigor, incluyendo ampliaciones o modificaciones a instalaciones existentes.

TERCERO.- Las especificaciones de seguridad relativas a la instalación eléctrica, que no afecten la estructura e integridad de la construcción, elaboradas bajo los requerimientos de las normas NOM-001-SEMP-1994 y NOM-001-SEDE-1999, deberán ajustarse de conformidad al presente proyecto cuando se publique como norma definitiva, de acuerdo a la periodicidad y al alcance del Procedimiento de la Evaluación de la Conformidad (PEC) de esta norma.

CUARTO.- En todo momento deberán cumplir los elementos siguientes, para la seguridad de las instalaciones.

- Uso de energía sea el contratado.

- Tiempo de ajuste de las instalaciones.

- A partir de esta fecha las nuevas instalaciones deben ajustarse a la nueva norma.

- Seguridad con los componentes

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 20 de abril de 2005.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, **Rubén Filemón Flores García**.- Rúbrica.