

TERCERA SECCION

SECRETARIA DE ENERGIA

PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-SEDE-2018, Instalaciones Eléctricas (utilización). (Continúa en la Cuarta Sección).

(Viene de la Segunda Sección)

2) Transformador exterior. Cuando el transformador que alimenta la acometida esté ubicado en el exterior del edificio, se debe hacer al menos una conexión de puesta a tierra adicional desde el conductor puesto a tierra de la acometida hasta el electrodo de puesta a tierra, ya sea en el transformador o en cualquier otra parte fuera del edificio.

Excepción. La conexión adicional del conductor del electrodo de puesta a tierra no se debe hacer en sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia. El sistema debe cumplir con los requisitos de 250-36.

3) Edificios con doble alimentación. Para edificios con doble alimentación que tienen dos acometidas en una envolvente común o agrupadas en envolventes separadas y que emplean un enlace secundario, se permitirá una sola conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra al punto de enlace de los conductores puestos a tierra de cada fuente de alimentación.

4) Puente de unión principal como un conductor o barra. Cuando el puente de unión principal especificado en 250-28 es un alambre o una barra y está instalado desde la barra terminal del conductor puesto a tierra a la barra terminal del conductor de puesta a tierra de equipos o a la barra del equipo de acometida, se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se conecte a la terminal o barra al cual está conectado el puente de unión principal.

5) Conexiones de puesta a tierra del lado de la carga. No se debe conectar un conductor puesto a tierra a las partes metálicas que normalmente no transportan corriente del equipo, ni al conductor de puesta a tierra de equipos, ni se debe reconectar a tierra del lado carga del medio de desconexión de acometida, excepto si otra cosa es permitida en este Artículo.

NOTA: Ver 250-30 para sistemas derivados separados, 250-32 para conexiones en edificios o estructuras separadas y 250-142 para el uso del conductor del circuito puesto a tierra para poner a tierra equipos.

b) Puente de unión principal. Para un sistema puesto a tierra, se debe utilizar un puente de unión principal sin empalmes para conectar el (los) conductor(es) de puesta a tierra de equipos y la envolvente del medio de desconexión de acometida, al conductor puesto a tierra dentro de la envolvente, para cada medio de desconexión de acometida, de acuerdo a 250-28.

Excepción 1: Cuando más de un medio de desconexión de acometida está ubicado en un ensamble para uso como equipo de acometida, un puente de unión principal sin empalmes deberá unir el (los) conductor(es) puesto a tierra con la envolvente del ensamble

Excepción 2: Se permitirá la conexión de los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia, como se indica en 250-36 y 250-187.

c) Conductor puesto a tierra llevado al equipo de acometida. Cuando un sistema de corriente alterna operando a 1000 volts o menos está puesto a tierra en cualquier punto, el conductor puesto a tierra debe tenderse junto con los conductores de fase hasta cada medio de desconexión de acometida, y se debe conectar a cada terminal o barra del conductor puesto a tierra de cada medio de desconexión. Un puente de unión principal debe conectar el conductor puesto a tierra a cada envolvente de los medios de desconexión de cada acometida. El conductor puesto a tierra se debe instalar de acuerdo de (1) a (4) siguientes:

Excepción: Cuando más de un medio de desconexión de la acometida está localizado en un solo ensamble de equipo de acometida, se permitirá conectar el conductor puesto a tierra hasta la terminal o barra común del conductor puesto a tierra del ensamble. El ensamble debe incluir un puente de unión principal para conectar los conductores puestos a tierra a la envolvente del ensamble.

1) Tamaño del conductor puesto a tierra para una sola canalización o cable. El conductor puesto a tierra no debe ser menor que el especificado en la Tabla 250-102 (c)(1).

2) Conductores en paralelo en 2 o más canalizaciones o cables. Si los conductores de fase de acometida están instalados en paralelo en dos o más canalizaciones o cables, el conductor puesto a tierra también se deberá instalar en paralelo. El tamaño del conductor puesto a tierra en cada canalización o cable deberá estar basado en el área total de los conductores de fase en paralelo en las canalizaciones o cables, como se indica en (c)(1) anterior, pero no debe ser menor al tamaño 53.5 mm² (1/0 AWG).

NOTA: Ver 310-10(h) para los conductores puestos a tierra conectados en paralelo.

3) Acometida conectada en Delta. El conductor puesto a tierra de una acometida en delta, 3 fases, 3 hilos, deberá tener una ampacidad no menor que los conductores de fase.

4) Alta impedancia. El conductor puesto a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia debe ser puesto a tierra de acuerdo con 250-36.

d) Conductor del electrodo de puesta a tierra. Se deberá de utilizar un conductor del electrodo de puesta a tierra para conectar los conductores de puesta a tierra de equipos, las envolventes del equipo de acometida, y, cuando el sistema esté puesto a tierra, el conductor puesto a tierra de acometida al (los) electrodo(s) de puesta a tierra requeridos por la Parte C de este Artículo. El tamaño de este conductor debe estar de acuerdo con 250-66.

Las conexiones de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia se deben hacer como se indica en 250-36.

e) Conexiones de puesta a tierra de un sistema no puesto a tierra. Un sistema de alambrado de un inmueble que está alimentado por una acometida de corriente alterna no puesta a tierra debe tener, en cada servicio, un conductor de electrodo de puesta a tierra conectado al (los) electrodo(s) de puesta a tierra requerido(s) por la Parte C de este Artículo.

El conductor del electrodo de puesta a tierra debe conectarse a la envolvente metálica de los conductores de acometida, en cualquier punto accesible desde el extremo de la carga de los conductores de acometida aérea, bajada de la acometida, conductores de acometida subterránea o acometida lateral hasta el medio de desconexión de la acometida.

250-26. Conductor que debe ser puesto a tierra – Sistemas de corriente alterna. Para sistemas de alambrado de inmuebles, el conductor que debe ser puesto a tierra debe ser como se especifica a continuación:

- (1) 1 fase, 2 hilos – un conductor.
- (2) 1 fase, 3 hilos – el conductor del neutro.
- (3) Sistemas polifásicos con un conductor común a todas las fases – el conductor del neutro.
- (4) Sistemas polifásicos en los que una fase está puesta a tierra – un conductor de fase.
- (5) Sistemas polifásicos en los que se usa una fase como en (2) – el conductor del neutro.

250-28. Puente de unión principal y puente de unión del sistema. Para un sistema puesto a tierra, los puentes de unión principal y los puentes de unión del sistema se deben instalar de la siguiente manera:

a) Material. Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema deben ser de cobre u otro material resistente a la corrosión. Un puente de unión principal y un puente de unión del sistema deberán ser un conductor, una barra, un tornillo o un conductor similar adecuado.

b) Construcción. Cuando un puente de unión principal o un puente de unión del sistema es solamente un tornillo, este tornillo se debe identificar con un acabado verde que sea visible una vez instalado el tornillo.

c) Fijación. Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema se deben conectar de la manera especificada en las disposiciones aplicables de 250-8.

d) Tamaño. Los tamaños de los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema se deben determinar según 250-28(d)(1) hasta (d)(3) siguientes.

1) General. Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema no deben tener un tamaño menor que el especificado en la Tabla 250-102(c)(1).

2) Puente de unión principal para acometidas con más de una envolvente. Cuando una acometida tiene más de una envolvente, el tamaño del puente de unión principal para cada envolvente se debe determinar según 250-28(d)(1), basado en el mayor conductor de fase de acometida que sirve a dicha envolvente.

3) Sistemas derivados separados con más de una envolvente. Cuando un sistema derivado separado alimenta a más de una envolvente, el tamaño del puente de unión del sistema para cada envolvente se debe determinar de acuerdo con (1) anterior, con base en el conductor de fase de mayor tamaño del alimentador

que sirve a esa envolvente, o se debe instalar un solo puente de unión del sistema en la fuente de alimentación, y los tamaños deben estar de acuerdo con lo indicado en (1) anterior, con base en el tamaño equivalente del mayor conductor de alimentación determinado por la suma mayor de las áreas de los conductores correspondientes para cada conjunto.

250-30. Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna derivados separados.

Además de cumplir con (a) para sistemas puestos a tierra y con (b) para sistemas no puestos a tierra, los sistemas derivados separados deben cumplir con 250-20, 250-21, 250-22 y 250-26, según corresponda. Los sistemas derivados separados múltiples que estén conectados en paralelo deben instalarse de acuerdo con lo establecido en esta sección.

NOTA 1: Una fuente alterna de energía de corriente alterna, como un generador en sitio, no es un sistema derivado separado si el conductor puesto a tierra está sólidamente interconectado al conductor puesto a tierra de acometida. Un ejemplo de esta situación es cuando el equipo de transferencia de la fuente alterna no incluye la acción de interrumpir también el conductor puesto a tierra y éste continúa conectado sólidamente al conductor puesto a tierra de acometida, cuando la fuente alterna está operando y alimentando la carga.

NOTA 2: Véase 445-13 para el tamaño mínimo de los conductores que llevan corriente de falla.

a) Sistemas puestos a tierra. Un sistema de corriente alterna derivado separado que está puesto a tierra, debe cumplir con lo que se establece en (1) hasta (8) siguientes. A menos que se permita algo diferente en este Artículo, un conductor puesto a tierra no se debe conectar a las partes metálicas del equipo que normalmente no transporta corriente, ni a los conductores de puesta a tierra de equipos, ni se deben reconectar a tierra en el lado carga del puente de unión del sistema.

NOTA: Ver 250-32 para las conexiones en edificios o estructuras separadas y 250-142 sobre el uso del conductor puesto a tierra del circuito para la puesta a tierra de equipos.

Excepción: Las conexiones de puesta a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una impedancia se deben hacer como se especifica en 250-36 o 250-187, lo que sea aplicable.

1) Puente de unión del sistema. El puente de unión del sistema sin empalmes debe cumplir con 250-28(a) a (d). Esta conexión se debe hacer en cualquier punto en el sistema derivado separado, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión del sistema o dispositivo de protección contra sobrecorriente, o se debe hacer en la fuente de un sistema derivado separado que no tenga medio de desconexión ni dispositivos de sobrecorriente, de acuerdo con (a) o (b) siguientes. El puente de unión del sistema debe estar dentro de la envolvente donde se origina. Si la fuente está ubicada fuera del edificio o estructura que alimenta, un puente de unión del sistema debe instalarse en la conexión al electrodo de puesta a tierra en cumplimiento con 250-30(c).

Excepción 1: Para sistemas instalados de acuerdo con 450-6 se permitirá una sola conexión del puente de unión del sistema al punto de unión de los conductores puestos a tierra del circuito desde cada fuente de alimentación.

Excepción 2: Si un edificio o estructura es alimentado por un alimentador de un sistema derivado separado exterior, se permitirá un puente de unión del sistema tanto en la fuente como en el primer medio de desconexión, cuando al hacerlo así no se establece una trayectoria paralela para el conductor puesto a tierra. Si el conductor puesto a tierra se usa de esta manera, su tamaño no debe ser menor al especificado para el puente de unión del sistema, pero no se exigirá que sea mayor que el del conductor de fase. Para los propósitos de esta excepción, no se considera que la conexión a través de la tierra provea una trayectoria paralela.

Excepción 3: El tamaño del puente de unión del sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y que se deriva de un transformador con una capacidad no mayor de 1000 voltamperes, no debe ser menor a los conductores de fase derivados y tampoco debe ser menor a 2.08 mm² (14 AWG) de cobre.

- a. Instalado en la fuente. El puente de unión del sistema debe conectar el conductor puesto a tierra al puente de unión del lado fuente y a la envolvente metálica que normalmente no transporta corriente.
- b. Instalado en el primer medio de desconexión. El puente de unión del sistema debe conectar el conductor puesto a tierra al puente de unión del lado fuente, a la envolvente del medio de desconexión y los conductores de puesta a tierra de equipos.

2) Puente de unión del lado fuente de la alimentación. Si la fuente de un sistema derivado separado y el primer medio de desconexión están ubicados en envolventes separadas, se deberá instalar un puente de unión del lado fuente de la alimentación junto con los conductores del circuito desde la envolvente de la fuente de alimentación al primer medio de desconexión. No se requerirá que el puente de unión del lado fuente sea de mayor tamaño que los conductores derivados de fase. Se permite que el puente de unión del lado fuente sea del tipo canalización metálica no flexible, o del tipo de alambre o tipo barra como se indica a continuación:

- a. El puente de unión del lado fuente del alimentador debe cumplir con 250-102(c), basado en el tamaño de los conductores de fase derivados.
- b. El puente de unión del lado fuente del alimentador del tipo barra debe tener un área no menor que el puente de unión del lado fuente del alimentador del tipo conductor como se determina en 250-102(c).

Excepción: No debe requerirse un puente de unión del lado de la alimentación entre envolventes, para instalaciones que se hagan en cumplimiento con lo establecido en 250-30(a)(1), excepción 2.

3) Conductor puesto a tierra. Si se instala un conductor puesto a tierra y la conexión del puente de unión del sistema no está ubicado en la fuente, se deberá aplicar (a) hasta (d) siguientes.

- a. Tamaño del conductor puesto a tierra para una sola canalización. El conductor puesto a tierra no debe ser menor al especificado en la Tabla 250-102(c)(1).
- b. Conductores en paralelo en dos o más canalizaciones. Si los conductores de fase de la acometida están instalados en paralelo en dos o más canalizaciones, el conductor puesto a tierra también se deberá instalar en paralelo. El tamaño del conductor puesto a tierra en cada canalización deberá estar basado en el área total de los conductores de fase en paralelo en las canalizaciones, como se indica en el inciso 3) a. inmediato anterior, pero no debe ser menor al tamaño 53.5 mm² (1/0 AWG).

NOTA: Ver 310-10(h) para los conductores puestos a tierra en paralelo.

- c. Sistema conectado en Delta. El conductor puesto a tierra de un sistema conectado en delta, 3 fases, 3 hilos, deberá tener una ampacidad no menor que los conductores de fase.
- d. Sistema puesto a tierra a través de una impedancia. El conductor puesto a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una impedancia debe ser instalado de acuerdo con 250-36 o 250-187 como sea aplicable.

(4) Electrodo de puesta a tierra. El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o de la estructura se debe utilizar como electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado. Si se encuentra en el exterior, el electrodo de puesta a tierra debe estar de acuerdo con 250-30(c).

Excepción: Si un sistema derivado separado se origina en equipos identificados como adecuados para su uso como equipo de acometida, el electrodo de puesta a tierra usado para el equipo de acometida o alimentador se permitirá utilizarlo como electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado.

NOTA 1: Ver 250-104(d) para los requisitos de unión utilizando la tubería metálica interior para agua en el área servida por sistemas derivados separados.

NOTA 2: Ver 250-50 y 250-58 para los requerimientos de unión de todos los electrodos si están ubicados en el mismo edificio o estructura.

5) Conductor del electrodo de puesta a tierra, sistema derivado separado único. El conductor del electrodo de puesta a tierra, para un sistema derivado separado único, debe estar dimensionado de acuerdo con 250-66 para los conductores derivados de fase. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe usar para conectar el conductor puesto a tierra del sistema derivado al electrodo de puesta a tierra, como se especifica en (a)(4) o como se permite en 250-68(c)(1) y (2). Esta conexión se debe hacer en el mismo punto en el sistema derivado separado en donde el puente de unión del sistema está conectado.

Excepción 1: Si el puente de unión del sistema que se especifica en (a)(1) es un conductor o una barra, se permitirá conectar el conductor del electrodo de puesta a tierra a la terminal, barra, o barra principal de puesta a tierra de equipos, siempre que la terminal, barra, o barra principal de puesta a tierra de equipos tenga el tamaño suficiente para el sistema derivado separado.

Excepción 2: Si la fuente de un sistema derivado separado está ubicada dentro de un equipo adecuado para uso como equipo de acometida, el conductor del electrodo de puesta a tierra de equipos del alimentador o de acometida al electrodo de puesta a tierra se permitirá como conductor del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado, siempre y cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra tenga el tamaño suficiente para el sistema derivado separado. Si la barra interna de puesta a tierra de equipos no es menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra requerido para el sistema derivado separado se debe permitir que la conexión del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado se haga en la barra.

Excepción 3: No se exigirá un conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 o Clase 3, y que se deriva de un transformador con una capacidad no mayor de 1000 voltamperes, siempre y cuando el conductor puesto a tierra esté unido al chasis o la envolvente del transformador por un puente, dimensionado de acuerdo con (a)(1), Excepción 3 de esta sección y que el

chasis o la envolvente del transformador estén puestos a tierra por uno de los medios especificados en 250-134.

6) Conductor del electrodo de puesta a tierra, múltiples sistemas derivados separados. Se permitirá un conductor del electrodo de puesta a tierra común para varios sistemas derivados separados. Si un conductor del electrodo de puesta a tierra está instalado, se debe utilizar para conectar el conductor puesto a tierra de los sistemas derivados separados al electrodo de puesta a tierra como se especifica en (a)(4) de esta sección. Deberá instalarse una derivación del conductor del electrodo de puesta a tierra de cada sistema derivado separado al conductor común del electrodo de puesta a tierra. Cada conductor derivado conectará al conductor puesto a tierra del sistema derivado separado, al conductor común del electrodo de puesta a tierra.

Esta conexión se debe hacer en el mismo punto del sistema derivado separado donde está instalado el puente de unión del sistema.

Excepción 1: Si el puente de unión del sistema que se especifica en (a)(1) es un conductor o una barra principal, se permitirá que se conecte al conductor derivado del electrodo de puesta a tierra a la terminal, barra o barra principal de puesta a tierra de equipos, siempre que la terminal, barra, o barra principal de puesta a tierra de equipos tenga el tamaño suficiente para el sistema derivado separado.

Excepción 2: No se exigirá un conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y que se derive de un transformador con una capacidad de no más de 1000 voltamperes, siempre y cuando el conductor puesto a tierra del sistema esté unido al chasis o a la envolvente del transformador por un puente dimensionado de acuerdo con (a)(1), Excepción 3 anterior, y el chasis o envolvente del transformador estén puestos a tierra por uno de los medios especificados en 250-134.

- a. Conductor del electrodo de puesta a tierra común. Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra común sea uno de los siguientes:
 - (1) Un conductor no menor al tamaño 85 mm² (3/0 AWG) de cobre o de tamaño 250 kcmil de aluminio.
 - (2) Una tubería metálica de agua que cumpla con la sección 250-68(c)(1)
 - (3) El acero estructural del edificio o estructura que cumpla con 250-68(c)(2) o que esté conectado al sistema de electrodos de puesta a tierra por un conductor de tamaño no menor a 85 mm² (3/0 AWG) de cobre o de tamaño no menor a 250 kcmil de aluminio.
- b. Tamaño del conductor derivado. El tamaño de cada conductor derivado debe estar de acuerdo con 250-66, basado en los conductores derivados de fase del sistema derivado separado que alimenta.

Excepción: Si la fuente de un sistema derivado separado está ubicada dentro de un equipo adecuado para uso como equipo de acometida, el conductor del electrodo de puesta a tierra desde el equipo de acometida o del alimentador hasta el electrodo de puesta a tierra, se permitirá como conductor del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado, si el conductor del electrodo de puesta a tierra tiene un tamaño suficiente para el sistema derivado separado. Si la barra colectora interna de puesta a tierra de equipos dentro del equipo no es menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra requerido para el sistema derivado separado se permitirá que la conexión del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado se haga en la barra.

- c. Conexiones. Todas las conexiones de las derivaciones, al conductor del electrodo de puesta a tierra común, se deben hacer en un lugar accesible mediante uno de los siguientes métodos:
 - (1) Un conector aprobado como equipo para puesta a tierra y unión.
 - (2) Conexiones aprobadas para barras principales de aluminio o cobre no menores que 6 milímetros de espesor x 50 milímetros de ancho y el largo suficiente para acomodar el número de terminales necesario para su instalación. Si se utilizan barras principales de aluminio, la instalación debe cumplir con lo indicado en 250-64(a).
 - (3) Por proceso de soldadura exotérmica.

Los conductores derivados se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra común de manera tal que el conductor del electrodo de puesta a tierra común permanezca sin empalmes o uniones.

7) Instalación. La instalación de todos los conductores del electrodo de puesta a tierra debe cumplir con lo indicado en 250-64(a), (b), (c) y (e).

8) Unión. El acero estructural y la tubería metálica se deben conectar al conductor puesto a tierra de un sistema derivado separado, según se indica en 250-104(d).

b) Sistemas no puestos a tierra. El equipo de un sistema derivado separado no puesto a tierra debe ser puesto a tierra y unido como se especifica en (1) hasta (3) siguientes.

1) Conductor del electrodo de puesta a tierra. Se debe usar un conductor del electrodo de puesta a tierra, dimensionado de acuerdo con 250-66 para el conductor derivado de fase más grande o conjuntos de conductores de fase derivados, para conectar las envolventes metálicas del sistema derivado al electrodo de puesta a tierra como se especifica en (a)(5) o (a)(6) de esta sección, como sea aplicable. Esta conexión se debe hacer en cualquier punto en el sistema derivado separado, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión del sistema. Si la fuente está localizada fuera del edificio o estructura que alimenta, la conexión del electrodo de puesta a tierra se debe hacer de acuerdo con el inciso (c) siguiente.

2) Electrodo de puesta a tierra. Excepto como se permite en 250-34 para generadores portátiles y montados en vehículos, el electrodo de puesta a tierra debe cumplir con lo dispuesto en (a)(4) de esta sección.

3) Trayectoria de la unión y del conductor. Se debe instalar un puente de unión del lado fuente desde la fuente de un sistema derivado separado hasta el primer medio de desconexión de acuerdo con (a)(2) de esta sección.

c) Fuente en el exterior. Si la fuente de un sistema derivado separado se encuentra en el exterior del edificio o estructura que alimenta, se debe hacer una conexión del electrodo de puesta a tierra en la fuente a uno o más electrodos de puesta a tierra de acuerdo con 250-50. Adicionalmente, la instalación debe cumplir con el inciso (a) para sistemas puestos a tierra o con el inciso (b) para sistemas no puestos a tierra.

Excepción: La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia debe cumplir con 250-36 o 250-187, como sea aplicable.

250-32. Edificios o estructuras alimentadas por alimentadores o por circuitos derivados.

a) Electrodo de puesta a tierra. Los edificios o estructuras alimentadas por alimentadores o circuitos derivados deben tener un electrodo de puesta a tierra o un sistema de electrodos de puesta a tierra, instalado de acuerdo con la Parte C del Artículo 250. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar de acuerdo con (b) o (c) de esta sección. Cuando no existan electrodos de puesta a tierra, se debe instalar el electrodo de puesta a tierra requerido en 250-50.

Excepción: No se exigirá un electrodo de puesta a tierra cuando un solo circuito derivado, incluyendo un circuito derivado multiconductor, alimenta al edificio o estructura y el circuito derivado incluye un conductor de puesta a tierra de equipos para poner a tierra las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente.

b) Sistemas puestos a tierra.

1) Alimentado por un circuito alimentador o derivado. Un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se describe en 250-118, se debe llevar con los conductores de la alimentación y ser conectado al medio de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra de equipos se debe usar para la puesta a tierra o la unión de equipos, estructuras o envolventes que se requiere que estén puestos a tierra o estén unidos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe estar dimensionado según 250-122. Ningún conductor puesto a tierra ya instalado se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos ni a los electrodos de puesta a tierra.

Excepción 1: Para instalaciones hechas cumpliendo ediciones anteriores de esta NOM, se permitirá que el conductor puesto a tierra que vaya junto con la alimentación del edificio o de la estructura sirva como trayectoria de retorno de falla a tierra si se siguen cumpliendo todos los requisitos que se indican a continuación:

- (1) Un conductor de puesta a tierra de equipos no va con la alimentación del edificio o estructura.
- (2) No existan trayectorias metálicas continuas unidas al sistema de puesta a tierra en cada edificio o estructura considerada.
- (3) No ha sido instalada la protección contra falla a tierra del equipo en el lado fuente del alimentador.

Si el conductor puesto a tierra se usa para la puesta a tierra de acuerdo con las disposiciones de esta excepción, el tamaño del conductor puesto a tierra no debe ser menor que el mayor de cualquiera de los siguientes:

- (1) El tamaño requerido por 220-61.
- (2) El tamaño requerido por 250-122.

Excepción 2: Si los puentes de unión del sistema se instalan de acuerdo con lo establecido en la sección 250-30(a)(1), Excepción 2, el conductor del circuito puesto a tierra del alimentador en el edificio o estructura alimentado debe estar conectado a los conductores de puesta a tierra del equipo, al conductor del electrodo de puesta a tierra y a la envolvente del primer medio de desconexión

2) Alimentado por un sistema derivado separado.

- a. Con protección contra sobrecorriente. Si se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con (b)(1) de esta sección.
- b. Sin protección contra sobrecorriente. Si no se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con 250-30(a). Si se instala el puente de unión del lado del alimentador, se debe conectar a los medios de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra.

c) Sistemas no puestos a tierra.

1) Alimentado por un alimentador o circuito derivado. Un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se describe en 250-118, se debe llevar con los conductores de la alimentación y estar conectado al medio de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra. Los electrodos de puesta a tierra también se deben conectar a los medios de desconexión del edificio o estructura.

2) Alimentado por un sistema derivado separado.

- a. Con protección contra sobrecorriente. Si se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con (c)(1) de esta sección.
- b. Sin protección contra sobrecorriente. Si no se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con 250-30(b). Si se instala el puente de unión del lado fuente del alimentador, se debe conectar a los medios de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra.

d) Medios de desconexión ubicados en edificios o estructuras separadas, en el mismo predio.

Cuando uno o más medios de desconexión alimentan uno o más edificios o estructuras adicionales que se encuentran bajo la misma administración, y cuando estos medios de desconexión se encuentran alejados de estos edificios o estructuras de acuerdo con las disposiciones de 225-32, Excepciones 1 y 2, 700-12(b)(6), 701-12(b)(5) o 702-12, se deben cumplir todas las condiciones siguientes:

- (1) No se debe hacer la conexión del conductor puesto a tierra al electrodo de puesta a tierra, a las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente, ni al conductor de puesta a tierra de equipos en un edificio o estructura separada.
- (2) Si se lleva un conductor de puesta a tierra de equipos, para la unión y puesta a tierra de las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente, sistemas de tubería metálica interior y estructura metálica de los edificios o estructuras, junto con los conductores del circuito hasta un edificio o estructura separada y está conectado al electrodo de puesta a tierra existente requerido en la Parte C de este Artículo, o en caso de que no haya electrodos, se debe instalar el electrodo de puesta a tierra exigido en la Parte C de este Artículo, cuando un edificio o estructura separada esté alimentada por más de un circuito derivado.
- (3) La conexión entre el conductor de puesta a tierra de equipos y el electrodo de puesta a tierra, en un edificio o estructura separada, se debe hacer en una caja de conexiones, en un tablero de alumbrado y control o en una envolvente similar, localizado inmediatamente adentro o afuera del edificio o estructura separada.

e) Conductor del electrodo de puesta a tierra. El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra al electrodo de puesta a tierra no debe ser menor al indicado en 250-66, basado en el conductor de fase de la alimentación de mayor tamaño. La instalación debe cumplir con la Parte C de este Artículo.

250-34. Generadores portátiles y montados en vehículos.

a) Generadores portátiles. No se exigirá que el chasis de un generador portátil esté conectado a un electrodo de puesta a tierra, tal como se define en 250-52 para un sistema alimentado por el generador, bajo las siguientes condiciones:

- (1) El generador alimenta solamente equipo montado en el generador o equipo conectado con cordón y clavija, a través de contactos montados sobre el generador, o ambos, y.
- (2) Las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente y las terminales del conductor de puesta a tierra de equipos de los contactos están conectados a la carcasa del generador.

b) Generadores montados en vehículos. No se exigirá que el chasis de un vehículo esté conectado a un electrodo de puesta a tierra, tal como se define en 250-52 para un sistema alimentado por un generador montado en ese vehículo, bajo las siguientes condiciones:

- (1) La carcasa del generador está unido al chasis del vehículo, y.
- (2) El generador alimenta solamente equipo ubicado sobre el vehículo o equipo conectado con cordón y clavija a través de contactos montados en el vehículo, o ambos, o en el generador, y
- (3) Las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente y las terminales del conductor de puesta a tierra de equipos en los contactos, están conectados al bastidor del generador.

c) Unión de conductores puestos a tierra. Un conductor del sistema que requiera ser puesto tierra de acuerdo con 250-26, se debe conectar a la carcasa del generador, cuando el generador es un componente de un sistema derivado separado.

NOTA: Para la puesta a tierra de generadores portátiles que alimentan sistemas de alambrado fijos, ver 250-30.

250-35. Generadores instalados permanentemente. Se debe instalar un conductor que proporcione una trayectoria eficaz para la corriente de falla a tierra, con los conductores de alimentación desde un generador instalado permanentemente, hasta el primer medio de desconexión, de acuerdo con (a) o (b) siguientes.

a) Sistema derivado separado. Cuando el generador se instala como un sistema derivado separado, se deben aplicar los requisitos de 250-30.

b) Sistema derivado no separado. Cuando el generador no se instala como un sistema derivado separado, y el dispositivo de protección contra sobrecorriente no es una parte integral del ensamble del generador, se debe instalar un puente de unión del lado fuente entre la terminal de puesta a tierra de equipos en el generador y la terminal, barra o barra principal de puesta a tierra de equipos de los medios de desconexión. El tamaño del conductor debe estar de acuerdo con 250-102(c), basado en el tamaño de los conductores de salida del generador.

250-36. Sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia. Se permitirán sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia, por lo general una resistencia, la cual limita la corriente de falla a tierra a un valor bajo, para sistemas de corriente alterna trifásicos de 480 a 1000 volts, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personal calificado atenderá a la instalación.
- (2) Hay detectores de tierra instalados en el sistema.
- (3) No se alimentan cargas de línea a neutro.

Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia deben cumplir las disposiciones de (a) hasta (g).

a) Ubicación. La impedancia de puesta a tierra se debe instalar entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el punto neutro del sistema. Si no hay un punto neutro disponible, la impedancia de puesta a tierra se debe instalar entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el punto neutro derivado de un transformador de puesta a tierra.

b) Aislamiento y ampacidad del conductor. El conductor puesto a tierra del sistema desde el punto neutro del transformador o del generador hasta el punto de conexión a la impedancia de puesta a tierra, debe estar totalmente aislado.

El conductor puesto a tierra del sistema debe tener una ampacidad no menor al valor de la corriente máxima nominal de la impedancia de puesta a tierra, pero en ningún caso el conductor puesto a tierra del sistema debe ser menor que el tamaño 8.37 mm² (8 AWG) de cobre o el 13.3 mm² (6 AWG) de aluminio o aluminio revestido de cobre.

c) Conexión de puesta a tierra del sistema. El sistema no debe ser puesto a tierra, excepto a través de la impedancia de puesta a tierra.

NOTA: La impedancia normalmente es seleccionada para limitar la corriente de falla a tierra a un valor ligeramente superior o igual a la corriente de carga capacitiva del sistema. Este valor de impedancia también limitará las sobretensiones transitorias a valores seguros.

d) Trayectoria del conductor. Se permitirá que el conductor que conecta el punto neutro del transformador o del generador a la impedancia de puesta a tierra esté instalado en una canalización diferente

a la de los conductores de fase. No se exigirá llevar este conductor con los conductores de fase hasta el primer medio de desconexión del sistema o del dispositivo de sobrecorriente.

e) Puente de unión del equipo. El puente de unión del equipo (la conexión entre los conductores de puesta a tierra de equipos y la impedancia de puesta a tierra) debe ser un conductor sin empalmes, llevado desde el primer medio de desconexión del sistema o del dispositivo de sobrecorriente, hasta el lado puesto a tierra de la impedancia de puesta a tierra.

f) Ubicación de la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra. Para acometidas o sistemas derivados separados, el conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar conectado en cualquier punto, desde el lado puesto a tierra de la impedancia de puesta a tierra a la conexión de puesta a tierra de equipos en el equipo de acometida o en el primer medio de desconexión del sistema de un sistema derivado separado.

g) Tamaño del puente unión del equipo. El tamaño del conductor del puente de unión del equipo debe estar de acuerdo con (1) o (2) siguientes:

- (1) Si la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se hace en la impedancia de puesta a tierra, el tamaño del puente de unión del equipo debe estar de acuerdo con 250-66, basado en el tamaño de los conductores de acometida o los conductores derivados de fase para un sistema derivado separado.
- (2) Si el conductor del electrodo de puesta a tierra está conectado en el primer medio de desconexión del sistema o en el primer dispositivo de sobrecorriente, el tamaño del puente de unión del equipo debe ser dimensionado de igual manera que el conductor neutro, tal como se indica en (b) anterior.

250-46. Separación de los conductores de bajada de los pararrayos. Las canalizaciones, envolventes, estructuras y partes metálicas de equipo eléctrico que no transporten normalmente corriente eléctrica, se deben mantener alejadas 1.80 metros como mínimo de los conductores de bajada de los electrodos de puesta a tierra de los pararrayos o deben unirse cuando la distancia a los conductores de bajada sea inferior a 1.80 metros.

Parte C. Sistema de electrodos de puesta a tierra y conductor del electrodo de puesta a tierra

250-50. Sistema de electrodos de puesta a tierra. Todos los electrodos de puesta a tierra que se describen en 250-52(a)(1) hasta (a)(7), que estén presentes en cada edificio o estructura alimentada, se deben unir entre sí para formar el sistema de electrodos de puesta a tierra. Cuando no existe ninguno de estos electrodos de puesta a tierra, se debe instalar y usar uno o más de los electrodos de puesta a tierra especificados en 250-52(a)(4) hasta (a)(8). En ningún caso, el valor de resistencia a tierra del sistema de electrodos de puesta a tierra debe ser mayor que 25 ohms.

NOTA: En el terreno o edificio pueden existir electrodos de puesta a tierra o sistemas de tierra para equipos de cómputo, pararrayos, telefonía, comunicaciones, subestaciones o acometida, apartarrayos, entre otros, y todos han de conectarse entre sí.

Excepción: No se exigirá que los electrodos recubiertos de concreto en los edificios o estructuras existentes sean parte del sistema de electrodos de puesta a tierra, cuando las varillas de acero de refuerzo no estén accesibles sin dañar el concreto.

250-52. Electrodos de puesta a tierra.

a) Electrodos permitidos para puesta a tierra.

1) Tubería metálica subterránea para agua. Una tubería metálica subterránea para agua, que está en contacto directo con la tierra 3.00 metros o más (incluido el ademe metálico del pozo unido a la tubería) y eléctricamente continua (o convertida en eléctricamente continua al hacer la unión alrededor de las juntas aislantes o de la tubería aislante) hasta los puntos de conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y a los conductores o puentes de unión, si se instalan.

(2) Estructura(s) de soporte metálico dentro del suelo. Una o más estructuras metálicas de soporte dentro del suelo en contacto directo con la tierra verticalmente enterradas 3.0 metros o más, con o sin revestimiento de concreto. Si en un edificio o en una estructura hay múltiples estructuras metálicas de soporte dentro del suelo, se permite unir solamente una al sistema de electrodos de puesta a tierra.

NOTA: las estructuras de soporte dentro del suelo incluyen, pero no están limitadas a: pilotes, ademe y otras estructuras metálicas.

3) Electrodo recubierto en concreto. Un electrodo recubierto en concreto debe consistir de al menos 6.00 metros de lo indicado en (1) o (2):

- (1) Una o más barras o varillas de refuerzo de acero desnudas o galvanizadas con zinc u otro recubrimiento eléctricamente conductor, de no menos de 13 milímetros de diámetro e instaladas en una longitud continua de 6.00 metros, o por varias piezas conectadas entre sí por conductores de amarre de acero, por soldadura exotérmica, soldadura autógena o eléctrica, u otros medios efectivos para crear una longitud de 6.00 metros o mayor; o
- (2) Conductor desnudo de cobre tamaño no menor que 21.2 mm² (4 AWG).

Los componentes metálicos deberán estar recubiertos de concreto con espesor mínimo de 5 centímetros y deberán estar ubicados horizontalmente dentro de una porción del concreto de la cimentación o de las zapatas que estén en contacto directo con la tierra. Si hay varios electrodos recubiertos de concreto en un edificio o estructura, se permitirá la unión de sólo uno de ellos en el sistema de electrodos de puesta a tierra.

NOTA: No se considera "en contacto directo" con la tierra el concreto instalado con aislamiento, barreras de vapor, películas aislantes o similares, que separen el concreto de la tierra.

4) Anillo de puesta a tierra. Un anillo de puesta a tierra en contacto directo con la tierra, que rodea el edificio o estructura, con una longitud mínima 6.00 metros de conductor de cobre desnudo de tamaño 33.6 mm² (2 AWG) o mayor.

5) Electrodos de varilla y tubería. Los electrodos de varilla y tubería no deben tener menos de 2.44 metros de longitud y deben estar compuestos de los siguientes materiales:

- a. Los electrodos de puesta a tierra de tubería o tubo conduit no deben ser menores de la designación 21 (tamaño comercial de ¾) y, si son de acero, su superficie exterior debe ser galvanizada o debe tener otro recubrimiento metálico para protección contra la corrosión.
- b. Los electrodos de puesta a tierra tipo varilla de acero inoxidable o de acero recubierto con cobre o zinc deben tener como mínimo 16 milímetros de diámetro.

6) Otros electrodos. Se permitirán otros electrodos de puesta a tierra aprobados.

7) Electrodos de placa. Cada electrodo de placa debe tener como mínimo 0.20 m² de superficie expuesta al suelo. Los electrodos de placas de hierro o acero, desnudos con cubiertas eléctricamente conductoras, deben tener un espesor mínimo 6.40 milímetros. Los electrodos sólidos de metal no ferroso, no recubiertos, deben tener como mínimo 1.52 milímetros de espesor.

8) Otros sistemas o estructuras metálicas subterráneas locales. Otros sistemas o estructuras subterráneas metálicas locales, tales como sistemas de tuberías, tanques subterráneos y el ademe metálico de pozos subterráneos que no están unidos a una tubería metálica para agua.

b) No permitido para su uso como electrodos de puesta a tierra. Los siguientes sistemas y materiales no se deben utilizar como electrodos de puesta a tierra:

- (1) Sistemas de tubería metálica subterránea para gas.
- (2) Aluminio.
- (3) Las estructuras y el acero de refuerzo estructural descritos en 680-26(b)(1) y (b)(2).

NOTA: Ver 250-104(b) para los requisitos de unión con la tubería para gas.

250-53. Instalación del sistema de electrodo de puesta a tierra.

a) Electrodos de varilla, tubería y placa. Los electrodos de varilla, tubería y placa deben cumplir con los requerimientos siguientes.

1) Abajo del nivel permanente de humedad. Si es factible, los electrodos de varilla, tubería y placa se deben instalar por debajo del nivel de humedad permanente. Los electrodos de varilla, tubería y placa deben estar libres de recubrimientos no conductivos como pintura o esmalte.

2) Electrodos adicionales requeridos. Un sólo electrodo de varilla, tubería o placa deberá complementarse por un electrodo adicional del tipo especificado en 250-52(a)(2) a (a)(8). Se permite que el electrodo complementario sea unido a uno de los siguientes:

- (1) Electrodo de varilla, tubería o placa.
- (2) Conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (3) Conductor puesto a tierra de acometida.
- (4) Canalización no flexible de acometida puesta a tierra.
- (5) Cualquier envolvente de acometida que esté puesto a tierra.

Excepción: Si un electrodo de puesta a tierra de una sola varilla, tubería o placa tiene una resistencia a tierra de 25 ohms o menos, no se requiere un electrodo adicional.

3) Electrodo adicional. Si los electrodos múltiples de varilla, tubería o placa están instalados y reúnen los requerimientos de esta sección, deberán estar separados cuando menos de 1.80 metros.

NOTA: La eficiencia de las varillas en paralelo es incrementada separándolas 2 veces la longitud de la varilla más larga.

b) Separación de los electrodos. Cuando se utilizan más de uno de los electrodos del tipo especificado en 250-52(a)(5) o (a)(7), cada electrodo de un sistema de puesta a tierra (incluyendo los utilizados por las varillas de los pararrayos) no debe estar a menos de 1.80 metros de cualquier otro electrodo de otro sistema de puesta a tierra. Dos o más electrodos de puesta a tierra que están unidos entre sí, se consideran como un solo sistema de electrodos de puesta a tierra.

c) Puente de unión. Los puentes de unión utilizados para conectar los electrodos de puesta a tierra entre ellos, para formar el sistema de electrodos de puesta a tierra, se deben instalar de acuerdo con 250-64(a), (b) y (e), deben estar dimensionados de acuerdo con 250-66 y se deben conectar de la manera especificada en 250-70.

d) Tubería metálica subterránea para agua. Cuando se utiliza como un electrodo de puesta a tierra, la tubería metálica subterránea para agua debe satisfacer los requisitos (1) y (2) siguientes.

1) Continuidad. La continuidad de la trayectoria de la puesta a tierra o de la conexión de la unión a la tubería interior no debe depender de los medidores de agua ni de los dispositivos de filtrado y equipo similar.

2) Electrodo adicional exigido. Una tubería metálica subterránea para agua debe tener como complemento un electrodo adicional de uno de los tipos especificados en 250-52(a)(2) hasta (a)(8). Si el electrodo adicional es un electrodo del tipo de varilla, tubería o placa, debe cumplir con lo especificado en el inciso (a) de esta sección. El electrodo adicional se debe unir a cualquiera de los siguientes:

- (1) Conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (2) Conductor puesto a tierra de entrada de acometida.
- (3) Canalización no flexible de acometida puesta a tierra.
- (4) Cualquier envolvente de acometida que esté puesto a tierra.
- (5) Como se indica en 250-32(b).

Excepción: Se permitirá que el electrodo adicional esté unido a la tubería interior para agua, en cualquier punto conveniente, como se indica en 250-68(c)(1), Excepción.

e) Tamaño de la conexión de unión del electrodo adicional. Cuando el electrodo adicional es un electrodo de varilla, tubería o placa, no se exigirá que aquella porción del puente de unión que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra adicional sea mayor a un conductor de cobre tamaño 13.3 mm² (6 AWG) o un conductor de aluminio tamaño 21.2 mm² (4 AWG).

f) Anillo de puesta a tierra. El anillo de puesta a tierra se debe instalar a una profundidad mínima de 75 centímetros de la superficie de la tierra.

g) Electrodos de varilla y tubería. El electrodo se debe instalar de manera que al menos una longitud de 2.44 metros esté en contacto con la tierra. Se debe enterrar a una profundidad mínima de 2.44 metros a menos que, cuando se encuentre roca en la parte baja, el electrodo se debe enterrar en un ángulo oblicuo no mayor de 45 grados respecto a la vertical o, cuando se encuentra un fondo rocoso en un ángulo de más de 45 grados, se debe permitir que el electrodo se entierre en una zanja de por lo menos 75 centímetros de profundidad. El extremo superior del electrodo debe estar a nivel o por debajo del nivel del suelo, a menos que el extremo superior que está encima del suelo y el dispositivo para conectar el conductor del electrodo de puesta a tierra estén protegidos contra daños físicos, tal como se especifica en 250-10.

h) Electrodo de placa. Los electrodos de placa se deben instalar a una distancia mínima de 75 centímetros por debajo de la superficie de la tierra.

250-54. Electrodos auxiliares de puesta a tierra. Se permitirá conectar uno o más electrodos de puesta a tierra, a los conductores de puesta a tierra de equipos que se especifican en 250-118, y no se exigirá que cumplan con los requerimientos de unión del electrodo de 250-50 ó 250-53(c), ni con los requisitos de resistencia de 250-53(a)(2) Excepción, pero la tierra no se debe usar como trayectoria eficaz de la corriente de falla a tierra, tal como se especifica en 250-4(a)(5) y 250-4(b)(4).

250-58. Electrodo común de puesta a tierra. Cuando un sistema de corriente alterna se conecta a un electrodo de puesta a tierra dentro o en un edificio o estructura, se debe usar el mismo electrodo para los conductores de puesta a tierra de envolventes y equipo dentro de o en ese edificio o estructura. Cuando hay

acometidas separadas, alimentadores o circuitos derivados que alimentan un edificio y se exige que estén conectados a un electrodo de puesta a tierra, se debe usar el mismo electrodo de puesta a tierra.

Dos o más electrodos de puesta a tierra que están unidos entre sí, se deben considerar como un solo sistema de electrodos de puesta a tierra, en este sentido.

250-60. Uso de los dispositivos de terminación de pararrayos. Los conductores y los electrodos de tuberías, varillas, o placa enterrados, usados para la puesta a tierra de los dispositivos de terminación de pararrayos, no se deben utilizar en lugar de los electrodos de puesta a tierra exigidos en 250-50 para la puesta a tierra de sistemas de alambrado y equipo. Esta disposición no prohíbe los requerimientos de unión de los electrodos de puesta a tierra de los diferentes sistemas.

NOTA 1: Ver 250-106, para los requisitos de unión de los componentes del sistema de protección contra descargas atmosféricas al sistema de electrodos de puesta a tierra de edificios o estructuras.

NOTA 2: La unión entre sí de todos los electrodos de puesta a tierra separados, limitará las diferencias de potencial entre ellos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

250-62. Material del conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre, aluminio o aluminio revestido de cobre o los ítems permitidos en la sección 250-68 (c). El material seleccionado debe ser resistente a cualquier condición corrosiva existente en la instalación o debe estar protegido adecuadamente contra la corrosión. Los conductores deben ser sólidos o trenzados, aislados, recubiertos o desnudos.

250-64. Instalación del conductor del electrodo de puesta a tierra. Los conductores de electrodos de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura cuando están alimentados por alimentadores o circuitos derivados, o en un sistema derivado separado, se deben instalar como se especifica en (a) hasta (f) siguientes.

a) Conductores de aluminio o de aluminio recubierto de cobre. No se deben usar conductores de electrodos de puesta a tierra de aluminio desnudo o aluminio recubierto de cobre, cuando están en contacto directo con la mampostería o la tierra, o cuando estén sujetos a condiciones corrosivas. Si se usan conductores del electrodo de puesta a tierra de aluminio o de aluminio recubierto de cobre en exteriores, no deben instalarse a menos de 45 centímetros del suelo o de la tierra.

b) Aseguramiento y protección contra daño físico. Cuando está expuesto, el conductor del electrodo de puesta a tierra o su envolvente, se deben asegurar firmemente a la superficie sobre la que van a instalarse. Se permitirá que los conductores de electrodo de puesta a tierra estén instalados en o a través de los elementos de la estructura.

(1) No expuesto a daño físico. Se permitirá la instalación, sin cubierta metálica ni protección, de un conductor de cobre o aluminio de electrodo de puesta a tierra de cobre o aluminio de tamaño 13.3 mm² (6 AWG) o mayor, cuando no esté expuesto a daño físico, a lo largo de la superficie de la construcción del edificio, cuando esté asegurado firmemente a la construcción;

(2) Expuesto a daño físico. Un conductor de cobre o aluminio de electrodo de puesta a tierra de cobre o aluminio de tamaño 13.3 mm² (6 AWG) o mayor expuesto a daño físico debe estar protegido en tubo conduit metálico pesado RMC, tubo conduit metálico semipesado IMC, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo PVC, en tubo conduit de resina termofija reforzada RTRC, tubo conduit metálico ligero EMT o cable armado.

(3) Menores de 13.3 mm² (6 AWG). Los conductores de electrodo de puesta a tierra de tamaños menores a 13.3 mm² (6 AWG) deben estar protegidos en tubo conduit metálico pesado RMC, tubo conduit metálico semipesado IMC, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo PVC, en tubo conduit de resina termofija reforzada RTRC, tubo conduit metálico ligero EMT o cable armado.

(4) En contacto con la Tierra. Los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión de electrodos de puesta a tierra en contacto con la tierra no deberán cumplir con la sección 300-5, pero deberán ser enterrados o protegidos de otra forma si están sujetos a daños físicos.

c) Continuo. Excepto como se indica en 250-30(a)(5) y (a)(6), 250-30(b)(1) y 250-68(c), los conductores de electrodo de puesta a tierra se deben instalar en tramos continuos, sin empalmes ni conexiones. Si es necesario realizar empalmes o conexiones, se deben hacer como se permite en (1) a (4) siguientes:

- (1) Se permitirá el empalme del conductor del electrodo de puesta a tierra, solamente con conectores de compresión irreversibles y aprobados como equipo de puesta a tierra y de unión o con soldadura exotérmica que esté identificada como conexión permanente.
- (2) Se permitirá que secciones de barras principales estén conectadas entre sí, para formar un conductor del electrodo de puesta a tierra.

- (3) Conexiones atornilladas, remachadas o soldadas al acero estructural de edificios o estructuras.
- (4) Conexiones roscadas, soldadas o atornilladas con bridas a la tubería metálica de agua.

d) Edificio o estructura con medios de desconexión múltiples en envolventes separadas. Si un edificio o estructura es suministrada por una acometida o alimentador con dos o más medios de desconexión en envolventes separadas que alimenten a un edificio o estructura, las conexiones a electrodos de puesta a tierra deben hacerse de acuerdo con uno de los siguientes.

1) Conductor común del electrodo de puesta a tierra y derivaciones. Se deben instalar un conductor común del electrodo de puesta a tierra y las derivaciones del conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra común debe estar dimensionado de acuerdo con 250-66, basado en la suma del área de los conductores de fase más grandes de acometida de cada conjunto de conductores que alimentan los medios de desconexión. Si los conductores de entrada de acometida se conectan directamente a los conductores de acometida aérea, a la bajada de acometida, a los conductores de acometida subterránea o a la acometida lateral, el conductor del electrodo de puesta a tierra común debe estar dimensionado según la Tabla 250-66, NOTA 1.

La derivación del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe llevar hasta el interior de cada envolvente del medio de desconexión. Las derivaciones del conductor del electrodo de puesta a tierra deben estar dimensionadas de acuerdo con 250-66 para el conductor más grande de acometida que alimenta a la envolvente individual. Los conductores derivados se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra común por uno de los siguientes métodos de tal manera que el conductor de puesta a tierra común permanezca sin uniones o empalmes:

- (1) Soldadura exotérmica
- (2) Con conectores adecuados aprobados como equipo de puesta a tierra y de unión.
- (3) Conexiones a una barra principal de cobre o aluminio no menor a 6 milímetros de espesor x 50 milímetros de ancho y de una longitud suficiente como para adecuarse al número de terminaciones necesarias para la instalación. La barra principal se debe asegurar y se instalará en un lugar accesible. Las conexiones se deberán hacer por medio de un conector aprobado o por soldadura exotérmica. Si se usan barras principales de aluminio, la instalación debe cumplir con 250-64(a).

2) Conductores del electrodo de puesta a tierra individuales. Se debe conectar un conductor del electrodo de puesta a tierra entre el sistema de electrodos de puesta a tierra y uno o más de los siguientes según corresponda:

- a. Al Conductor puesto a tierra en cada envolvente del medio de desconexión del equipo de acometida
- b. Al Conductor de puesta a tierra del equipo instalado con el alimentador
- c. Al Puente de unión de lado de la alimentación

Cada conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado de acuerdo a 250-66, basados en los conductores de acometida que alimentan al medio individual de desconexión.

3) Ubicación común. Un conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar en un ducto u otra envolvente accesible en el lado fuente del medio de desconexión, a uno o más de los siguientes, según corresponda.

- a. Al o los conductores/es puestos a tierra de acometida
- b. Al conductor de puesta a tierra del equipo instalado con el alimentador
- c. Al puente de unión del lado de la alimentación

La conexión se debe hacer con soldadura exotérmica o con un conector aprobado como equipo para puesta a tierra y unión. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado de acuerdo con 250-66, basado en los conductores de entrada de la acometida en el lugar común donde se hace la conexión.

e) Canalizaciones y envolventes para los conductores del electrodo de puesta a tierra.

(1) Generalidades. Las canalizaciones y envolventes de metal ferroso para los conductores del electrodo de puesta a tierra deben ser eléctricamente continuas desde el punto de fijación a los gabinetes o al equipo, hasta el electrodo de puesta a tierra, y se deben asegurar firmemente a la abrazadera o herraje de puesta a tierra. Las canalizaciones y envolventes de metales ferrosos deben estar unidos en cada uno de los extremos de la canalización o envolvente al electrodo de puesta a tierra o al conductor del electrodo de puesta a tierra para crear una trayectoria eléctricamente paralela. No se exigirá que las envolventes de metales no ferrosos sean eléctricamente continuas.

(2) Métodos. La unión debe cumplir con 250-92(b) y debe asegurarse mediante uno de los métodos descritos en 250-92(b)(2) a (b)(4).

(3) Tamaño. El puente de unión para una canalización del conductor del electrodo puesta a tierra o de un cable armado debe ser del mismo tamaño o mayor que el conductor del electrodo de puesta a tierra que está encerrado.

(4) Métodos de cableado. Si se usa una canalización como protección para el conductor del electrodo de puesta a tierra, la instalación debe cumplir con los requisitos del Artículo correspondiente a la canalización.

f) Instalación a electrodos. Los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión que interconectan los electrodos de puesta a tierra, se deben instalar de acuerdo con (1), (2) o (3). El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado para el conductor más grande del electrodo de puesta a tierra más grande que es requerido entre todos los electrodos conectados a él:

- (1) Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se lleve a cualquier electrodo de puesta a tierra disponible en el sistema del electrodo de puesta a tierra, cuando los otros electrodos, si los hay, estén conectados mediante puentes de unión que están instalados, de acuerdo a 250-53(c).
- (2) Se permite que los conductores del electrodo de puesta a tierra se lleven individualmente a uno o más de los electrodos de puesta a tierra.
- (3) Se permitirá que los puentes de unión desde los electrodos de puesta a tierra estén conectados a una barra principal de cobre o aluminio no menor a 6 de espesor x 50 milímetros de ancho y de largo suficiente para acomodar el número de terminaciones necesarias para la instalación. La barra principal se debe sujetar firmemente y se debe instalar en un lugar accesible. Las conexiones se deben hacer por medio de un conector aprobado o por soldadura exotérmica. Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se tienda hasta la barra principal. Cuando se utilizan barras principales de aluminio, la instalación debe cumplir con 250-64(a).

250-66. Tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente alterna. El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura alimentada por un alimentador o circuito derivado o en un sistema derivado separado de un sistema de corriente alterna puesto a tierra o no puesto a tierra, no debe ser menor al dado en la Tabla 250-66, excepto como se permite en (a) hasta (c) siguientes.

a) Conexiones a uno o más electrodos de varilla, tubería o placa. Si el conductor del electrodo de puesta a tierra o del puente de unión está conectado a uno o múltiples electrodos de varilla, tubería o placa o cualquier combinación de éstos, como se permite en 250-52(a)(5) o (a)(7), no se extiende a otros tipos de electrodos que requieren un conductor de mayor tamaño, el conductor de electrodo de puesta a tierra no se requerirá que esa porción del conductor, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea mayor de 13.3 mm² (6 AWG) si es alambre de cobre, o de 21.2 mm² (4 AWG) si es alambre de aluminio.

Tabla 250-66.- Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

Tamaño del mayor conductor de entrada a la acometida o área equivalente para conductores en paralelo ^a				Tamaño del conductor al electrodo de puesta a tierra			
Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio ^b	
mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
33.6 o menor	2 o menor	53.50 o menor	1/0 o menor	8.37	8	13.3	6
42.4 o 53.5	1 o 1/0	67.40 o 85.00	2/0 o 3/0	13.3	6	21.2	4
67.4 o 85.0	2/0 o 3/0	107 o 127	4/0 o 250	21.2	4	33.6	2
Más de 85.0 a 177	Más de 3/0 a 350	Más de 127 a 253	Más de 250 a 500	33.6	2	53.5	1/0
Más de 177 a 304.0	Más de 350 a 600	Más de 253 a 456	Más de 500 a 900	53.5	1/0	85.0	3/0
Más de 304 a 557.38	Más de 600 a 1100	Más de 456 a 887	Más de 900 a 1750	67.4	2/0	107	4/0
Más de 557.38	Más de 1100	Más de 887	Más de 1750	85.0	3/0	127	250

1. Si conjuntos múltiples de conductores para la entrada de la acometida se conectan directamente a una bajada de la acometida, a un conjunto de conductores de acometida aérea, a un conjunto de conductores de acometida subterránea o acometida lateral, el tamaño equivalente del conductor de mayor tamaño de entrada de la acometida se debe determinar por la mayor suma de las áreas de los conductores correspondientes de cada conjunto.

2. Cuando no hay conductores de acometida, el tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra se deberá determinar por el tamaño equivalente del conductor más grande de acometida requerido para la carga a alimentar.

^a Esta tabla también aplica para los conductores derivados de sistemas derivados separados de corriente alterna.

^b Ver 250-64(a) para restricciones de la instalación.

b) Conexiones a electrodos recubiertos de concreto. Si el conductor del electrodo de puesta a tierra o del puente de unión está conectado a uno o múltiples electrodos recubiertos de concreto, como se permite en 250-52(a)(3), no se extiende a otros tipos de electrodos que requieren un conductor de mayor tamaño, el conductor de electrodo de puesta a tierra no se requerirá que esa porción de conductor, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea mayor de 21.2 mm² (4 AWG) de alambre de cobre.

c) Conexiones a anillos de puesta a tierra. Si el conductor de un electrodo de puesta a tierra o el puente de unión está conectado a un anillo de puesta a tierra, como se permite en 250-52(a)(4), no se extiende a otros tipos de electrodos que requieren un conductor de mayor tamaño, el conductor del electrodo de puesta a tierra no se requerirá que sea mayor que el conductor utilizado para el anillo de puesta a tierra.

250-68. Conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y del puente de unión a los electrodos de puesta a tierra. La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura alimentada por un alimentador o circuito derivado o en un sistema derivado separado y el puente de unión asociado, se debe hacer como se especifica en (a) hasta (c) siguientes.

a) Accesibilidad. Todos los elementos mecánicos usados para terminar un conductor del electrodo de puesta a tierra o un puente de unión, a un electrodo de puesta a tierra, deben ser accesibles.

Excepción 1: No se exigirá que una conexión enterrada o revestida, a un electrodo de puesta a tierra enterrado, revestido en concreto o clavado con máquina, sea accesible.

Excepción 2: No se exigirá que sean accesibles las conexiones exotérmicas o de compresión irreversibles utilizadas en las terminaciones, junto con los medios mecánicos utilizados para fijar dichas terminaciones a la estructura metálica a prueba de incendio, sean o no reversibles los medios mecánicos.

b) Trayectoria efectiva de puesta a tierra. La conexión de un conductor del electrodo de puesta a tierra o de un puente de unión hasta un electrodo de puesta a tierra, se debe hacer de una manera que asegure una trayectoria efectiva de puesta a tierra. Cuando sea necesario asegurar la trayectoria de puesta a tierra de un sistema de tubería metálica utilizada como electrodo de puesta a tierra, se debe instalar una unión alrededor de las juntas aisladas, y alrededor de cualquier equipo que tenga la posibilidad de ser desconectado para reparación o reemplazo. Los puentes de unión deben tener una longitud suficiente para permitir la remoción de dicho equipo y siempre mantener la integridad de la trayectoria de puesta a tierra.

c) Conexiones del conductor del electrodo de puesta a tierra. Se permitirá que los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión se conecten en los siguientes lugares y se utilicen para extender la conexión a uno o más electrodos:

- (1) Se permitirá que la tubería interior metálica para agua que es eléctricamente continua con un electrodo metálico de tubería de agua enterrada ubicada a no más de 1.50 metros del punto de entrada del edificio, se extienda la conexión a un electrodo o electrodos. La tubería de agua metálica interior ubicada a más de 1.50 m desde el punto de entrada al edificio no debe utilizarse como conductor para interconectar los electrodos del sistema de electrodos de puesta a tierra.

Excepción: En edificios o estructuras industriales, comerciales e institucionales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que únicamente personas calificadas darán servicio a la instalación, se permitirá que la tubería interior metálica para agua, localizada a más de 1.50 metros del punto de entrada al edificio, se utilice como conductor de unión para interconectar electrodos que son parte del sistema del electrodo de puesta a tierra, o como un conductor del electrodo de puesta a tierra, siempre y cuando toda la tubería esté visible, excepto las secciones cortas que pasan perpendicularmente a través de paredes, pisos o plafones, de la tubería metálica interior para agua expuesta y que es utilizada para el conductor.

- (2) Debe permitirse que el acero estructural metálico de un edificio se utilice como conductor para interconectar los electrodos que son parte del sistema de electrodos de puesta a tierra o como un conductor de electrodo de puesta a tierra. Los pernos de sujeción que aseguran la columna de acero estructural que están conectados a un electrodo cubierto de concreto que cumple con la sección 250-52(a)(3) y se encuentra en la base o cimentación de soporte, se permite conectar el marco

estructural metálico de un edificio o estructura al electrodo de puesta a tierra embebido en el concreto. Los pernos de sujeción se conectarán al electrodo recubierto con concreto mediante soldadura, soldadura exotérmica, los amarres de unión de acero usuales u otros medios aprobados.

- (3) Se permite un electrodo recubierto en concreto tipo barra de refuerzo, instalado de acuerdo con 250-52(a)(3) con una sección de refuerzo adicional extendida de su ubicación dentro del concreto a una ubicación accesible que no está sujeta a corrosión para la conexión de conductores del electrodo de puesta a tierra y puentes de unión. La extensión de refuerzo no debe estar expuesta al contacto con la tierra sin protección contra la corrosión.

250-70. Métodos de conexión del conductor de puesta a tierra y de unión a los electrodos. Los conductores de puesta a tierra y de unión se deben conectar al electrodo de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica que esté identificada como conexión permanente, terminales de conexión aprobadas, conectores de presión aprobados, abrazaderas, terminales u otros medios aprobados. No se deben usar conexiones que dependan de soldadura. Las abrazaderas de puesta a tierra deben ser aprobadas como compatibles con los materiales del electrodo de puesta a tierra y con el conductor del electrodo de puesta a tierra, y cuando se usan en electrodos de tubería, varilla u otros electrodos enterrados, también deben estar aprobadas para enterrarse directamente en el suelo o para empotrarse en concreto. No se debe conectar más de un conductor al electrodo de puesta a tierra mediante una abrazadera o conector sencillo, a menos que éstos estén diseñados para múltiples conductores. Se debe usar uno de los siguientes métodos:

- (1) Un conector para tubería, un tapón para tubería u otro dispositivo aprobado para atornillarse a la tubería o al conector de tubería.
- (2) Una abrazadera atornillada, de bronce o latón fundido, o hierro común o maleable.
- (3) Solamente para propósitos de telecomunicaciones en interiores, una abrazadera de puesta a tierra de lámina metálica tipo cinta, que tenga una base metálica rígida que se asiente en el electrodo, y cuya cinta es de un material y dimensiones tales, que no tienen probabilidad de estirarse durante o después de la instalación.
- (4) Un medio aprobado equivalente.

Parte D. Envoltente, canalización y conexiones del cable de la acometida.

250-80. Canalizaciones y envoltentes de acometida. Las envoltentes y canalizaciones metálicas para los conductores y equipo de acometida se deben conectar al conductor puesto a tierra del sistema si el sistema eléctrico está puesto a tierra, o al conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas eléctricos que no están puestos a tierra.

Excepción: No se exigirá que los componentes metálicos usados en una instalación subterránea de tubo conduit no metálico pesado y que están aislados de posibles contactos por una cubierta de cuando menos 45 centímetros de todas las partes de los componentes metálicos, esté conectado al conductor puesto a tierra del sistema, al puente de unión en el lado del suministro o al conductor del electrodo de puesta a tierra.

250-84. Cable o canalización de acometida subterránea.

a) Cable de acometida subterránea. No se exigirá que la cubierta o armadura de un sistema de cable de acometida subterránea con blindaje o armadura metálica continua que estén conectados al conductor puesto a tierra del sistema en el lado fuente de la alimentación, se conecten al conductor puesto a tierra del sistema en el edificio o estructura. Se permitirá que el forro o la armadura estén aislados de la canalización o tubería metálica interior.

b) Canalización de acometida subterránea que contiene cable. No se exigirá que una canalización metálica de acometida subterránea que contiene un cable con forro o armadura metálica conectada al conductor puesto a tierra del sistema esté conectada al conductor puesto a tierra del sistema en el edificio o estructura. Se permitirá que el forro o la armadura estén aislados de la canalización o tubería metálica interior.

250-86. Envoltentes y canalizaciones para otros conductores. Excepto como se permite en 250-112(i), las envoltentes y canalizaciones metálicas para otros conductores que no sean los de acometida, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción 1: No se exigirá que las envoltentes y canalizaciones metálicas para conductores adicionados a las instalaciones existentes de línea abierta y cable con revestimiento no metálico, estén conectados al conductor de puesta a tierra de equipos, cuando estas envoltentes o métodos de alambrado cumplen con (1) a (4) siguientes:

- (1) No proveen una tierra de equipos.

- (2) Están en tramos de menos de 7.50 metros.
- (3) Están libres de contacto probable con la puesta a tierra, metal puesto a tierra, una malla de metal u otro material conductivo.
- (4) Están resguardadas para evitar el contacto de personas.

Excepción 2: No se exigirá que tramos cortos de envolventes o canalizaciones metálicas, usadas para brindar soporte o protección a los ensambles de cable contra daño físico, estén conectadas al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción 3: No se exigirá que un componente metálico esté conectado al conductor de puesta a tierra de equipos o al puente de unión del lado del suministro cuando exista cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) Los componentes metálicos se instalan en una canalización no metálica y están aislados de posibles contactos por una cubierta mínima de 45 cm a cualquier parte de los componentes metálicos.

(2) Los componentes metálicos forman parte de una instalación de canalización(es) no metálica(s) y están aislados de posibles contactos con cualquier parte de los componentes metálicos al estar cubiertos en un mínimo de 5 cm de concreto.

Parte E. Unión

250-90. Generalidades. Se debe proporcionar una unión cuando sea necesario, para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir en forma segura cualquier corriente de falla a que pueda estar sometido.

250-92. Acometidas.

a) Unión de equipos de acometidas. Las partes metálicas que normalmente no son portadoras de corriente, del equipo indicado en (1) y (2) siguientes, se deben unir entre sí.

- (1) Todas las canalizaciones de acometidas, charolas portacables, soportes del cablebus, canaletas auxiliares, o, el forro o armadura del cable de acometida, que contienen o soportan conductores de acometida, excepto como se permite en 250-80.
- (2) Todas las envolventes que contienen conductores de acometida, incluidos accesorios de medidores, cajas o similares, insertados en la canalización o armadura de acometida.

b) Método de unión en la acometida. Los puentes de unión que reúnan los requerimientos de este Artículo se deberán utilizar alrededor de conexiones desiguales tales como, reducciones o aumentos y discos removibles concéntricos o excéntricos. Las reducciones o contratuercas no deberán ser los únicos medios de unión requeridos por esta sección, pero se permitirá que se instalen para hacer la conexión mecánica de las canalizaciones.

La continuidad eléctrica en el equipo, las canalizaciones y las envolventes de conductores de acometida se debe asegurar por uno de los siguientes métodos:

- (1) Unión del equipo al conductor puesto a tierra de acometida, de la manera indicada en 250-8.
- (2) Conexiones que utilizan coples roscados o conectores roscados en envolventes, si el apriete se hace con llave.
- (3) Coples y conectores sin rosca, si se requiere un apriete para canalizaciones metálicas y cables con armadura metálica.
- (4) Otros dispositivos, tales como contratuercas y monitores del tipo de unión o monitores con puentes de unión.

250-94. Unión para sistemas de comunicaciones. Las terminaciones de la unión del sistema de comunicaciones deberán conectarse de acuerdo con (a) o (b).

a) Dispositivo de terminación de la unión entre sistemas. Se debe proporcionar una terminación de unión entre sistemas para conectar los conductores de unión entre sistemas, exigidos para otros sistemas, en la parte exterior de las envolventes del equipo de acometida o envoltente del equipo de medición y en los medios de desconexión para cualquier edificio o estructura adicional. Esta terminación entre sistemas debe cumplir con lo siguiente:

- (1) Ser accesible para inspección y conexión.
- (2) Consistir de un juego de terminales con capacidad para conectar cuando menos tres conductores de unión entre sistemas.
- (3) No debe interferir con la apertura de la envoltente del medio de desconexión de acometida del edificio o estructura y del equipo de medición.
- (4) En el equipo de acometida, debe estar montado en forma segura y eléctricamente conectado a una envoltente del equipo de acometida, a la envoltente del medidor, o a la canalización metálica no flexible de acometida, o estar montada a una de estas envolventes y estar conectada a esa

envolvente o al conductor del electrodo de puesta a tierra con un conductor de cobre de tamaño mínimo de 13.3 mm² (6 AWG).

- (5) En los medios de desconexión de un edificio o estructura, se debe montar en forma segura y conectar eléctricamente a la envolvente metálica del medio de desconexión del edificio o estructura, o estar montada en los medios de desconexión y conectada a la envolvente metálica o al conductor del conductor del electrodo de puesta a tierra con un conductor de cobre de tamaño mínimo de 13.3 mm² (6 AWG) de cobre.
- (6) Las terminales deben estar aprobadas para puesta a tierra y unión de equipos.

Excepción: En edificios o estructuras existentes, cuando exista cualquiera de los conductores de unión y de electrodos de puesta a tierra entre sistemas que se exigen en 770-100(b)(2), 800-100(b)(2), 810-21(f)(2), 820-100(b)(2) y 830-100(b)(2), no se exige la instalación de la terminación de unión entre sistemas. Se permitirá un medio accesible externo a envolventes, para conectar los conductores del electrodo de puesta a tierra y de unión entre sistemas al equipo de acometida y a los medios de desconexión para cualquier edificio o estructura adicional, por al menos uno de los siguientes medios:

- (1) Canalizaciones metálicas no flexibles expuestas.
- (2) Conductor del electrodo de puesta a tierra expuesto.
- (3) Un medio aprobado para la conexión externa de un conductor de cobre u otro conductor resistente a la corrosión, de unión o del electrodo de puesta a tierra, hasta la canalización o equipo puestos a tierra.

NOTA 1: Un conductor de cobre de tamaño 13.3 mm² (6 AWG) con un extremo unido a la canalización no flexible metálica o equipo puesto a tierra y con 15 centímetros o más en el otro extremo, accesible en la pared exterior, es un ejemplo de un medio aprobado en el inciso (3) de esta Excepción.

NOTA 2: Ver 770-100, 800-100, 810-21, 820-100 y 830-100 para los requerimientos de unión y de puesta a tierra entre sistemas para cables de fibra óptica conductivos, circuitos de comunicación, equipo de radio y televisión, circuitos de CATV y sistemas de comunicación de banda ancha alimentados por la red, respectivamente.

b) Otros medios. Las conexiones a una barra de cobre o de aluminio con no menos de 6 mm de espesor y 50 mm de ancho y con suficiente longitud para conectar al menos 3 terminaciones de sistemas de comunicaciones en adición a otras conexiones. La barra se debe asegurar adecuadamente y debe ser instalada en un lugar accesible. Las conexiones se deben hacer con conectores aprobados. Si se utilizan barras de aluminio, la instalación debe cumplir con 250-64(a).

Excepción a (a) y (b). Los medios para conectar los conductores de unión entre sistemas no son requeridos cuando no se utilizan los sistemas de comunicación.

NOTA: el uso de un dispositivo de unión entre sistemas puede reducir el ruido eléctrico en los sistemas de comunicación.

250-96. Unión de otras envolventes.

a) Generalidades. Las canalizaciones metálicas, charolas portacables, armadura de cables, blindaje de cables, envolventes, bastidores, herrajes y otras partes metálicas no portadoras de corriente que están destinadas para uso como conductores de puesta a tierra de equipos, con o sin el uso de conductores de puesta a tierra de equipos suplementarios, se deben unir cuando sea necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir en forma segura cualquier corriente de falla que probablemente les sea impuesta. Cualquier pintura, esmalte o recubrimiento similar no conductor se debe remover de las roscas, puntos de contacto y superficies de contacto, o las conexiones se deben hacer por medio de herrajes diseñados para hacer que esta remoción sea innecesaria.

b) Circuitos de puesta a tierra aislados. Cuando se desee reducir el ruido eléctrico (interferencia electromagnética) en el circuito de puesta a tierra, se permitirá que la envolvente del equipo alimentado por un circuito derivado esté aislada de la canalización que contiene los circuitos que alimentan únicamente ese equipo, mediante uno o más de los accesorios no metálicos para canalizaciones, localizados en el punto de fijación de la canalización a la envolvente del equipo. La canalización metálica debe cumplir con las disposiciones de este Artículo y se debe complementar mediante un conductor de puesta a tierra de equipos aislado interno del equipo, instalado de acuerdo con 250-146(d) para la puesta a tierra de la envolvente del equipo.

NOTA: El uso de un conductor de puesta a tierra de equipos aislado del equipo, no exime el requisito de la puesta a tierra del sistema de canalización.

250-97. Unión para más de 250 volts. Para circuitos de más de 250 volts a tierra, la continuidad eléctrica de las canalizaciones metálicas y de los cables con pantalla metálica que contienen algún conductor diferente de los de acometida, se debe asegurar mediante uno o más de los métodos especificados para acometidas en 250-92(b), excepto para(b)(1).

Excepción: En caso de que no haya discos removibles sobredimensionados, concéntricos o excéntricos, o cuando una caja o envolvente con discos removibles concéntricos o excéntricos para la sujeción de tubos estén aprobadas para proporcionar una unión confiable, se permitirán los siguientes métodos:

- (1) Coples no roscados y conectores para cables con blindajes metálicos.
- (2) Dos contratueras en tubo conduit metálico pesado o tubo conduit metálico semipesado, una adentro y otra afuera de las cajas y gabinetes.
- (3) Accesorios con rebordes que se asientan firmemente contra la caja o gabinete, tales como conectores de tubería metálica eléctrica, conectores de tubo conduit metálico flexible y conectores de cable, con una contratuerca en la parte interior de cajas y gabinetes.
- (4) Accesorios aprobados.

250-98. Unión de canalizaciones metálicas unidas holgadamente. Las juntas de expansión y secciones telescópicas de las canalizaciones metálicas se deben hacer eléctricamente continuas mediante puentes de unión del equipo u otros medios.

250-100. Unión en lugares peligrosos (clasificados). Independientemente de la tensión del sistema eléctrico, la continuidad eléctrica de las partes metálicas no portadoras de corriente, de equipos, canalizaciones y otras envolventes en lugares peligrosos (clasificados), tal como se definen en 500-5, 505-5 y 506-5 se debe asegurar por alguno de los métodos de unión que se especifican en 250-92(b)(2) hasta (b)(4). Se debe usar uno o más de estos métodos de unión, estén instalados o no, los conductores de puesta a tierra de equipos del tipo cable conductor.

NOTA: Ver 501-30, 502-30, 503-30, 505-25 o 506-25 para conocer los requisitos de unión específicos.

250-102. Conductores puestos a tierra, conductores de unión y puentes de unión.

a) Material. Los puentes de unión de equipos deben ser de cobre, aluminio, aluminio recubierto de cobre o de otro material resistente a la corrosión. Un puente de unión debe ser un alambre, una barra, un tornillo o un conductor similar adecuado.

b) Fijación. Los puentes de unión se deben fijar de la manera especificada en las disposiciones aplicables de 250-8 para circuitos y equipo y por 250-70 para electrodos de puesta a tierra.

c) Tamaño. Puentes de unión del lado del suministro.

1) Tamaño para conductores en el lado del suministro en una sola canalización o cable. El puente de unión del lado de alimentación no debe tener un tamaño menor que el especificado en la Tabla 250-102(c)(1).

2) Tamaño para instalaciones de conductores en paralelo en dos o más canalizaciones o cables. Cuando los conductores de acometida de fase están conectados en paralelo en dos o más canalizaciones o cables y un puente de unión individual del lado de la alimentación es utilizado para la unión de estas canalizaciones o cables, el tamaño del puente de unión individual del lado de la alimentación para cada canalización o cable debe ser seleccionado de acuerdo con la Tabla 250-102(c)(1), basado en el tamaño de los conductores de fase de acometida en cada canalización o cable. El tamaño de un puente de unión del lado de la alimentación que es instalado para la unión de dos o más canalizaciones o cables debe estar de acuerdo con 250-102(c)(1).

NOTA: El Término "conductor de alimentación" incluye a los conductores no puestos a tierra que no cuentan con protección contra sobrecorriente sobre su lado de alimentación y terminan en el equipo de acometida o en el primer medio de desconexión de un sistema derivado separado.

Tabla 250-102(c)(1) Conductor puesto a tierra, puente de unión principal, puente de unión del sistema y puente de unión del lado de la alimentación para sistemas de corriente alterna

Tamaño del mayor conductor no puesto a tierra o área equivalente para conductores en paralelo				Tamaño del conductor puesto a tierra o puente de unión *			
Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio *	
mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
33.6 o menor	2 o menor	53.50 o menor	1/0 o menor	8.37	8	13.3	6
42.4 o 53.5	1 o 1/0	67.40 o 85.00	2/0 o 3/0	13.3	6	21.2	4
67.4 o 85.0	2/0 o 3/0	107 o 127	4/0 o 250	21.2	4	33.6	2
Más de 85.0 a 177	Más de 3/0 a 350	Más de 127 a 253	Más de 250 a 500	33.6	2	53.5	1/0
Más de 177 a 304.0	Más de 350 a 600	Más de 253 a 456	Más de 500 a 900	53.5	1/0	85.0	3/0
Más de 304 a	Más de 600 a	Más de 456 a 887	Más de 900 a	67.4	2/0	107	4/0

557.38	1100	1750		
Más de 557.38	Más de 1100	Más de 887	Más de 1750	Ver Notas 1 y 2

Notas:

1. Si los conductores de alimentación no puestos a tierra son mayores de 1100 kcmil de cobre o de 1750 kcmil de aluminio, el conductor puesto a tierra o puente de unión debe tener un área no menor de 12 ½ por ciento del área del mayor conductor de alimentación no puesto a tierra o área equivalente para conductores de alimentación en paralelo. No debe requerirse que el conductor puesto a tierra o el puente de unión sean mayores que el conductor no puesto a tierra o grupo de conductores no puestos a tierra de mayor calibre.
2. Si los conductores de alimentación no puestos a tierra son mayores de 1100 kcmil de cobre o de 1750 kcmil de aluminio y el puente de unión son de materiales diferentes (cobre, aluminio o aluminio revestido de cobre) el tamaño mínimo del conductor puesto a tierra o del puente de unión debe basarse en el uso presunto de los conductores de alimentación no puestos a tierra del mismo material que el del conductor puesto a tierra o puente de unión y tendrán una ampacidad equivalente a la de los conductores de alimentación no puestos a tierra instalados.
3. Si se usan múltiples conjuntos de conductores de entrada de la acometida según lo permitido en la sección 230.40, excepción No. 2, o si se instalan múltiples conjuntos de conductores de alimentación no puestos a tierra para un sistema derivado separado, el tamaño equivalente del conductor mayor de alimentación no puesto a tierra debe determinarse mediante la suma más alta de las áreas de los conductores correspondientes de cada conjunto.
4. Si no hay conductores de entrada de la acometida, el tamaño del conductor de alimentación debe determinarse mediante el tamaño equivalente del mayor conductor de entrada de la acometida requerido para la carga que se va a alimentar.

*Para los fines de esta tabla, el término "puente de unión" se refiere a los puentes de unión principales, a los puentes de unión del sistema y a los puentes de unión del lado de la alimentación.

d) Tamaño – Puente de unión del equipo en el lado carga de un dispositivo contra sobrecorriente.

El tamaño del puente de unión del equipo en el lado carga de los dispositivos de sobrecorriente debe estar de acuerdo con 250-122.

Se permitirá que un solo puente de unión de equipos conecte dos o más canalizaciones o cables, si el puente de unión está dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122, para el mayor dispositivo de sobrecorriente que alimenta esos circuitos.

e) Instalación. Se permitirá que los conductores o puentes de unión y los puentes de unión del equipo se instalen dentro o fuera de la canalización o envolvente.

1) Dentro de la canalización o envolvente. Si está instalado dentro de una canalización, el puente de unión del equipo y puentes de unión o conductores deben cumplir con los requisitos de 250-119 y 250-148.

2) Fuera de la canalización o envolvente. Si está instalado en el exterior, la longitud del puente de unión o conductor del puente de unión del equipo no debe ser mayor a 1.80 metros y debe ir junto a la canalización o envolvente.

Excepción: Se permitirá un puente de unión de equipos o un puente de unión del lado de alimentación con longitud mayor a 1.80 metros cuando está ubicado el poste afuera, con el propósito de unión o puesta a tierra de secciones aisladas de canalizaciones o codos metálicos instalados en tramos verticales expuestos de tubo conduit metálico u otra canalización metálica y para los electrodos de puesta a tierra y, además, no se requiere que vayan junto con la canalización o envolvente.

3) Protección. Los conductores o puentes de unión y los puentes de unión del equipo y de conductores deben instalarse de acuerdo con 250-64(a) y (b).

250-104. Unión de sistemas de tubería y metal estructural expuesto.

a) Tubería metálica para agua. Un sistema de tubería metálica para agua se debe unir como se exige en (1), (2) o (3) siguientes.

1) General. Sistemas de tubería metálica para agua instalados o fijados dentro de un edificio o estructura se deben unir a cualquiera de los siguientes:

- a. A la envolvente del equipo de acometida
- b. Al conductor puesto a tierra de la acometida
- c. Al conductor del electrodo de puesta a tierra si es de tamaño suficiente
- d. A uno o más electrodos de puesta a tierra usados, si el conductor del electrodo de puesta a tierra o puente de unión al electrodo de puesta a tierra tiene el tamaño suficiente.

Los puentes de unión se deben instalar de acuerdo con 250-64(a), (b), y (e). Los puntos de sujeción de los puentes de unión deben ser accesibles. Los puentes de unión deben dimensionarse de acuerdo con la tabla 250-102(c) excepto como se permite en 250-104(a)(2) y 250-104(a)(3).

2) Edificios de ocupaciones múltiples. Edificios de varios lugares con distintos usos. En edificios de varios lugares con distintos usos, en donde el(los) sistema(s) de tubería metálica para agua instalado(s) en, o fijado(s) al edificio o estructura destinada a las ocupaciones individuales está aislado metálicamente de todos los otros lugares mediante el uso de tubería no metálica para agua, se permitirá que el(los) sistema(s) de tubería metálica para agua de cada lugar esté unida a la terminal de puesta a tierra de equipos de la envolvente del tablero de alumbrado y control o del tablero de distribución (diferente del equipo de acometida) que alimenta ese lugar. El puente de unión se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250-102(d).

3) Varios edificios o estructuras alimentadas por alimentadores o circuitos derivados. Los sistemas de tubería metálica para agua instalados en, o fijados al edificio o estructura se deben unir a cualquiera de los siguientes:

a. A la envolvente de los medios de desconexión del edificio o estructura cuando está localizada en el edificio o estructura.

b. Al conductor de puesta a tierra de equipos que va junto con los conductores de alimentación.

c. A uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados.

Los puentes de unión se deben dimensionar de acuerdo con 250-102(c)(1), basado en el tamaño de los conductores del alimentador o del circuito derivado que alimentan el edificio o estructura. No se exigirá que el puente de unión sea de mayor tamaño que el conductor de fase de mayor tamaño del alimentador o del circuito derivado que alimenta al edificio o estructura.

b) Otra tubería metálica. Si está instalada en, o fijada a, un edificio o estructura, uno o más sistemas de tuberías metálicas, incluyendo tubería para gas, que puedan llegar a energizarse, se deben unir a uno de los siguientes:

(1) Conductor de puesta a tierra del equipo para el circuito con probabilidad de energizar el sistema de tuberías

(2) A la envolvente del equipo de acometida;

(3) Al conductor puesto a tierra de la acometida;

(4) Al conductor del electrodo de puesta a tierra, si es de tamaño suficiente;

(5) A uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados, si el conductor del electrodo de puesta a tierra o el puente de unión al electrodo de puesta a tierra es de tamaño suficiente.

Los conductores de unión o los puentes de unión se deben dimensionar de acuerdo con la tabla 250-122 y los conductores de puesta a tierra de equipos se deben dimensionar de acuerdo con la tabla 250-122, usando la capacidad nominal del circuito que pudiera llegar a energizar los sistemas de tubería. Los puntos de fijación de los puentes de unión deben ser accesibles.

NOTA: La unión de todas las tuberías y ductos metálicos de aire dentro de los inmuebles proporcionará seguridad adicional.

c) Metal estructural. El metal estructural expuesto que está interconectado para formar la estructura metálica del edificio y no está intencionalmente unido o puesto a tierra y que pudiera llegar a estar energizado, se debe unir a cualquiera de los siguientes:

(1) La envolvente del equipo de acometida;

(2) Al conductor puesto a tierra en la acometida;

(3) A los medios de desconexión de edificios o estructuras alimentadas por un alimentador o circuito derivado;

(4) Al conductor del electrodo de puesta a tierra, si es de tamaño suficiente;

(5) A uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados, si el conductor del electrodo de puesta a tierra o el puente de unión al electrodo de puesta a tierra es de tamaño suficiente.

Los tamaños de los conductores o puentes de unión se deben seleccionar de acuerdo con la Tabla 250-102(c)(1) e instalarse de acuerdo con 250-64(a), (b) y (e). Los puntos de fijación de los puentes de unión deben ser accesibles, a menos que se instalen de acuerdo con 250-68(a), Excepción 2.

d) Sistemas derivados separados. Los sistemas de tubería metálica para agua y el acero estructural interconectado para formar la estructura metálica del edificio, se deben unir a sistemas derivados separados, según (1) hasta (3) siguientes.

1) Sistemas de tubería metálica para agua. Los conductores puestos a tierra de cada sistema derivado separado se deben unir al punto disponible más cercano de los sistemas de tubería metálica para agua en el área alimentada por cada sistema derivado separado. Esta conexión se debe hacer en el mismo punto del sistema derivado separado donde se conecta el conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada puente de unión se debe dimensionar según la Tabla 250-102(c)(1) con base en el conductor de fase de mayor tamaño del sistema derivado separado.

Excepción 1: No se exigirá un puente de unión separado al sistema de tubería metálica para agua cuando dicho sistema se utilice como electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado y el sistema de tubería para agua esté en el área alimentada.

Excepción 2: No se exigirá un puente de unión separado de la tubería para agua cuando la estructura metálica de un edificio o una estructura se utilicen como electrodo de puesta a tierra para un sistema derivado separado y esté unido a la tubería metálica para agua en el área alimentada por el sistema derivado separado.

2) Metal estructural. Cuando exista metal estructural expuesto que esté interconectado para formar la estructura del edificio en el área alimentada por el sistema derivado separado se debe unir al conductor puesto a tierra de cada sistema derivado separado. Esta conexión se debe hacer en el mismo punto del sistema derivado separado donde se conecta el conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada puente de unión se debe dimensionar según la Tabla 250-102(c)(1), con base en el conductor de fase de mayor tamaño del sistema derivado separado.

Excepción 1: No se exigirá un puente separado de unión al acero estructural del edificio, cuando la estructura metálica de un edificio o estructura se utilice como el electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado.

Excepción 2: No se exigirá un puente de unión separado al metal estructural del edificio, cuando la tubería para agua de un edificio o estructura se utilice como el electrodo de puesta a tierra para un sistema derivado separado, y esté unido al acero estructural del edificio en el área alimentada por el sistema derivado separado.

3) Conductor del electrodo de puesta a tierra común. Cuando se instala un conductor del electrodo de puesta a tierra común para varios sistemas derivados separados, tal como se permite en 250-30(a)(6), y cuando existe acero estructural expuesto que está interconectado para formar la estructura del edificio o hay tubería metálica interior en el área alimentada por el sistema derivado separado, la tubería metálica y el elemento metálico estructural se deben unir al conductor común del electrodo de puesta a tierra, en el área alimentada por el sistema derivado separado.

Excepción: No se exigirá un puente de unión separado desde cada sistema derivado hasta la tubería metálica para agua y a los elementos metálicos estructurales, cuando la tubería metálica y los elementos metálicos estructurales en el área alimentada por el sistema derivado separado estén unidos al conductor común del electrodo de puesta a tierra.

250-106. Sistemas de protección contra descargas atmosféricas. Los electrodos de puesta a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas se deben unir al sistema del electrodo de puesta a tierra del edificio o estructura.

NOTA 1: Ver 250-60 para el uso de las varillas de pararrayos

NOTA 2: Las canalizaciones metálicas, envolventes y otras partes metálicas no portadoras de corriente del equipo eléctrico instalado en un edificio equipado con un sistema de protección contra descargas atmosféricas, pueden requerir unión o separación de los conductores de protección contra descargas atmosféricas.

Parte F. Puesta a tierra de equipo y conductores de puesta a tierra de equipo

250-110. Equipo sujetado en su lugar o conectado mediante métodos de alambrado permanente (fijos). Las partes metálicas expuestas, normalmente no portadoras de corriente de equipos fijos alimentados por o conductores alojados en una envolvente o componentes que tienen probabilidad de ser energizadas, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Si están dentro de una distancia de 2.50 metros verticalmente o 1.50 metros horizontalmente de objetos metálicos puestos a tierra o de puesta a tierra y que las personas puedan hacer contacto con ellos.
- (2) Si están localizados en un lugar húmedo o mojado y no están aislados.
- (3) Si están en contacto eléctrico con metales.
- (4) Si están en un lugar peligroso (clasificado), como se indica en los Artículos 500 a 517.
- (5) Si son alimentados por un método de alambrado que provee un conductor de puesta a tierra al equipo, excepto como se permite en 250-86, Excepción 2, para secciones cortas de envolventes metálicas.
- (6) Si el equipo opera con cualquier terminal a más de 150 volts a tierra.

Excepción 1: Si están aprobados, los envolventes metálicos de aparatos calentados eléctricamente, que tienen su carcasa permanente y eficazmente aislada de tierra, no se requerirá la puesta a tierra del aparato.

Excepción 2: Los equipos de distribución, tales como tanques de transformadores y capacitores, montados en postes de madera a una altura superior a 2.50 metros sobre el nivel del suelo o de la tierra, no se requerirá que sean puestos a tierra.

Excepción 3: No se exigirá que el equipo protegido por un sistema de doble aislamiento, o su equivalente, se conecte al conductor de puesta a tierra de equipos. Cuando se emplee este sistema, el equipo se debe marcar en forma notoria.

250-112. Equipo específico sujetado en su lugar o conectado por métodos de alambrado permanentes (fijos). Excepto como se permite en los incisos (f) e (i), las partes metálicas normalmente no portadoras de corriente expuestas de los equipos descritos en (a) hasta (k), y las partes metálicas normalmente no portadoras de corriente de los equipos y envolventes descritos en (l) y (m) se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos, independientemente de la tensión.

a) Gabinetes de tableros de distribución, tableros de potencia con envolventes metálicas y estructuras. Los gabinetes de tableros de distribución, tableros de potencia con envolventes metálicas y estructuras que soportan equipo de desconexión, excepto los gabinetes de tableros de distribución o tableros de potencia con envolventes metálicas de corriente continua de 2 hilos, si están eficazmente aislados de la tierra.

b) Órganos de tubos. Los bastidores del generador y del motor en un órgano de tubos, operado eléctricamente, a menos que esté aislado eficazmente de tierra y del motor que lo acciona.

c) Carcasas de motor. Carcasas de motor, como se establece en 430-242.

d) Envolventes de controladores de motores. Envolventes de controladores de motores, a menos que estén fijados a un equipo portátil no puesto a tierra.

e) Ascensores y grúas. Equipo eléctrico para ascensores y grúas.

f) Garajes, teatros y estudios de cine. Equipo eléctrico en talleres y estacionamientos comerciales, teatros y estudios de cine, excepto portalámparas colgantes alimentadas por circuitos de no más de 150 volts a tierra.

g) Anuncios eléctricos. Anuncios eléctricos, iluminación de contorno y equipo asociado, como se establece en 600-7.

h) Equipo para proyección de películas de cine. Equipo de proyección de cine.

i) Circuitos de control remoto, de señalización y de alarmas contra incendios. El equipo alimentado por circuitos Clase 1 debe ser puesto a tierra, a menos que funcione a menos de 50 volts. El equipo alimentado por circuitos de potencia limitada Clase 1, por circuitos de control remoto y señalización Clase 2 y Clase 3, y por circuitos de alarmas contra incendios, deben ser puestos a tierra si en la Parte B o H de este Artículo se exige la puesta a tierra del sistema.

j) Luminarias. Luminarias como se establece en la Parte E del Artículo 410.

k) Equipo montados en patines. El equipo eléctrico y los patines instalados en forma permanente se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, dimensionado como se exige en 250-122.

l) Bombas de agua operadas a motor. Bombas de agua operadas a motor, incluidas las de tipo sumergible.

m) Ademe metálico de pozos. Cuando una bomba sumergible se usa con ademe metálico, este ademe del pozo se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito de la bomba.

250-114. Equipo conectado con cordón y clavija. En cualquiera de las condiciones siguientes descritas en (1) a (4), las partes metálicas expuestas normalmente no portadoras de corriente de equipos conectados con cordón y clavija se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: No se exigirá que las herramientas, aparatos y equipos aprobados, incluidos en (2) hasta (4) estén conectados al conductor de puesta a tierra de equipos, si están protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente. El equipo con doble aislamiento se debe marcar claramente.

- (1) En lugares peligrosos (clasificados) (ver los Artículos 500 a 517).
- (2) Si operan a más de 150 volts a tierra.

Excepción 1: Si los motores están resguardados, no se exigirá que estén conectados al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción 2: Si están aprobados, los bastidores metálicos de aparatos calentados eléctricamente, que tienen su bastidor permanente y eficazmente aislado de tierra, no se requerirá que se conecte al conductor de puesta a tierra de equipos.

- (3) En aplicaciones residenciales.
 - a. Refrigeradores, congeladores y equipos de aire acondicionado.
 - b. Máquinas lavadoras y secadoras de ropa, máquinas lavaplatos, estufas eléctricas, trituradoras de desperdicios para cocinas; equipos de tecnología de información; bombas de sumideros y equipo eléctrico para acuarios.
 - c. Herramientas manuales operadas a motor, herramientas estacionarias y fijas operadas a motor, y herramientas industriales ligeras operadas a motor.
 - d. Aparatos operados a motor de los siguientes tipos: tijeras podadoras, cortadoras de césped, sopladoras de nieve y lavadoras de pisos.
 - e. Lámparas portátiles de mano.
- (4) Otras aplicaciones distintas de las residenciales
 - a. Refrigeradores, congeladores y equipos de aire acondicionado.
 - b. Máquinas lavadoras y secadoras de ropa, máquinas lavaplatos; equipos de tecnología de información; bombas de sumideros y equipo eléctrico para acuarios.
 - c. Herramientas manuales portátiles operadas a motor, herramientas estacionarias y fijas operadas a motor, y herramientas industriales ligeras operadas a motor.
 - d. Aparatos operados a motor de los siguientes tipos: podadoras eléctricas, cortadoras césped, sopladoras de nieve y purificadores de aire.
 - e. Lámparas portátiles de mano
 - f. Aparatos conectados con cordón y clavija, usados en lugares húmedos o mojados, o por personas que se encuentran sobre el suelo o en pisos metálicos, o que trabajan dentro de tanques o calderas metálicas.
 - g. Herramientas que es probable se usen en lugares mojados o lugares conductivos.

Excepción: No se exigirá que las herramientas y lámparas portátiles de mano que se usen en lugares mojados o en lugares conductivos estén conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos, si se alimentan a través de un transformador de aislamiento con un secundario no puesto a tierra de no más de 50 volts.

250-116. Equipo no eléctrico. Las partes metálicas de equipo no eléctrico descrito en esta sección, deben estar conectados al conductor de puesta a tierra de equipos:

- (1) Las estructuras y carriles de grúas y montacargas operados eléctricamente.
- (2) Las estructuras de las cabinas de ascensores no accionados eléctricamente, a las cuales están sujetos conductores eléctricos.
- (3) Cables metálicos de desplazamiento operados manualmente, o cables de ascensores eléctricos.

NOTA: Cuando una extensión considerable de metal en edificios o estructuras o sobre ellos pueda llegar a ser energizada y esté expuesta a contacto personal, la unión y la puesta a tierra adecuadas brindarán seguridad adicional.

250-118. Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos, llevado junto o encerrado con los conductores del circuito, debe ser uno o más o una combinación de los siguientes:

- (1) Un conductor de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre. Este conductor debe ser sólido o cableado; aislado, cubierto o desnudo; en forma de un alambre o una barra de cualquier forma.
- (2) Tubo conduit metálico pesado Tipo RMC.
- (3) Tubo conduit metálico semipesado Tipo IMC.
- (4) Tubo conduit metálico ligero Tipo EMT.
- (5) Tubo conduit metálico flexible Tipo FMC, que cumpla todas las siguientes condiciones.
 - a. El tubo conduit termina en accesorios aprobados.
 - b. Los conductores del circuito alojados en el tubo conduit están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente con valor de 20 amperes o menos.
 - c. El tamaño de los tubos conduit no deben exceder la designación métrica de 35 (tamaño comercial 1¼).
 - d. La longitud combinada de tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de falla a tierra, no sea mayor a 1.80 metros.
 - e. Si se utiliza para conectar equipos en donde se requiere flexibilidad para minimizar la transmisión de la vibración del equipo o para proporcionar flexibilidad para un equipo que requiere movimiento después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.
- (6) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFMC, cumpliendo todas las siguientes condiciones:
 - a. El tubo conduit termina en accesorios aprobados.
 - b. Para designaciones métricas de 12 hasta 16 (tamaños comerciales de ¾ a ½ pulgada), los conductores del circuito contenidos en el tubo conduit están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de 20 amperes o menos.
 - c. Para designaciones métricas de 21 hasta 35 (tamaños comerciales de ¾ a 1¼ pulgada) los conductores del circuito contenidos en el tubo conduit están protegidos por dispositivos de sobrecorriente de no más de 60 amperes, y no hay tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible ni tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos en designaciones métricas de 12 hasta 16 (tamaños comerciales de ¾ a ½ pulgada) en la trayectoria de la falla a tierra.
 - d. La longitud combinada de tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de la corriente de falla no es mayor a 1.80 metros.
 - e. Si se utiliza para conectar equipos en donde se requiere flexibilidad para minimizar la transmisión de la vibración del equipo o para proporcionar flexibilidad para un equipo que requiere movimiento después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.
- (7) Tubo conduit metálico flexible ligero Tipo FMT, que termina en accesorios aprobados y que cumple todas las siguientes condiciones:
 - a. Los conductores del circuito contenidos en la tubería están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de 20 amperes o menos.
 - b. La longitud combinada de tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de la corriente de falla a tierra, no es mayor a 1.80 metros.
- (8) La armadura del cable tipo AC, como se establece en 320-108.
- (9) La cinta de cobre de cable con aislamiento mineral y forro metálico Tipo MI.
- (10) Cable con blindaje metálico Tipo MC que brinda una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra de acuerdo con uno o más de lo siguiente:
 - a. Contiene un conductor de puesta a tierra aislado o no aislado en cumplimiento con 250-118(1).

- b. La combinación de la cubierta metálica y el conductor no aislado de unión/puesta a tierra de equipos del cable tipo MC de cinta metálica entrelazada que está identificado como un conductor de puesta a tierra de equipos.
 - c. La cubierta metálica o la combinación de la cubierta metálica y los conductores de puesta a tierra del cable tipo MC de tubo liso o corrugado, que está aprobada como un conductor de puesta a tierra.
- (11) Charola portacables, como se permite en 392-10 y 392-60.
 - (12) El armazón de ensambles de cables aislados (cablebus), como se permite en 370-60(1).
 - (13) Otras canalizaciones metálicas aprobadas, eléctricamente continuas y canales auxiliares aprobados.
 - (14) Canalizaciones metálicas superficiales adecuadas aprobadas para puesta a tierra.

NOTA: Ver Artículo 100 para la definición de la trayectoria efectiva de la corriente de falla a tierra.

250-119. Identificación de conductores de puesta a tierra de equipos. A menos que se exija algo diferente en esta NOM, se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra de equipos, cubiertos o aislados individualmente deben tener un acabado exterior continuo de color verde o verde con una o más franjas amarillas, excepto como se permite en esa sección. Los conductores con aislamiento o cubierta individual verde, verde con una o más franjas amarillas, o identificados como se permite en esta sección no se deben usar como conductores de circuito puestos a tierra o no puestos a tierra.

Excepción 1: Los cables de circuitos de potencia limitada Clase 2 o Clase 3, o cables de potencia limitada para alarma de incendio o cables de comunicación conteniendo solamente circuitos que funcionan a menos de 50 volts, conectados a equipos, que no requieren ser puestos a tierra de acuerdo con 250-112(i), se permitirá que usen un conductor con aislamiento de color verde o verde con una o más franjas amarillas para otros propósitos diferentes de la puesta a tierra de equipos.

Excepción 2: Debe permitirse que los cordones flexibles con un aislamiento integral y chaqueta, sin un conductor de puesta a tierra del equipo, tenga un acabado exterior continuo que sea verde.

Excepción 3: Debe permitirse que los conductores con aislamiento de color verde se utilicen como conductores de señales no puestos a tierra, donde estén instalados entre las terminaciones de salida de los cabezales de control de semáforos u sus lámparas indicadoras. Los circuitos de señalización instalados de acuerdo con lo descrito en esta excepción deben incluir un conductor de puesta a tierra del equipo que cumpla con lo establecido en la sección 250-118. Los conductores de tipo cable de puesta a tierra de equipos deben ser desnudos o tener un aislamiento o cubierta que sea verde, con una o más franjas amarillas.

a) Conductores de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y mayores. Los conductores de puesta a tierra del equipo de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y mayores deben cumplir con lo siguiente:

- (1) Se permitirá que un conductor con aislamiento o cubierto, de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y mayor que se identifique en forma permanente en el momento de la instalación, como un conductor de puesta a tierra de equipos, en cada extremo y en todo lugar en donde el conductor sea accesible.

Excepción: No se exigirá que los conductores de tamaño 21.2 mm² (4AWG) y mayores estén marcados dentro de todas las cajas de paso que no contienen empalmes ni bujes de conexión no utilizados.

- (2) La identificación debe rodear al conductor y se debe realizar mediante uno de los siguientes métodos:
 - a. Remover el aislamiento o recubrimiento de toda la longitud expuesta.
 - b. Pintar de color verde el aislamiento o recubrimiento, en la terminación.
 - c. Marcar el aislamiento o recubrimiento con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde, en la terminación.

b) Cable multiconductor. Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado atiende la instalación, se permitirá que, en el momento de la instalación, uno o más conductores aislados en un cable multiconductor se identifiquen permanentemente como conductores de puesta a tierra de equipos, en cada extremo, y en cada lugar en donde los conductores sean accesibles, mediante uno de los siguientes métodos:

- (1) Quitar el aislamiento de toda la longitud expuesta.
- (2) Pintar de color verde el aislamiento expuesto.
- (3) Marcar el aislamiento expuesto con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde. La identificación debe rodear al conductor.

c) Cordón flexible. Los conductores de puesta a tierra en cordones flexibles deberán estar aislados y tendrán un acabado exterior continuo verde, o verde con una o más franjas amarillas.

250-120. Instalación del conductor de puesta a tierra de equipos. Un conductor de puesta a tierra de equipos se debe instalar de acuerdo con (a), (b) y (c).

a) Canalizaciones, charolas portacables, cable armado, canalizaciones prealambradas o cubiertas de cable. Cuando el conductor de puesta a tierra consiste de una canalización, charola portacables, cable armado, armazón de ensamble de cables o cubierta de cable, o cuando sea un alambre dentro de una canalización o cable, se debe instalar de acuerdo con las disposiciones aplicables en esta NOM, usando los accesorios para las uniones y terminaciones aprobados para su uso con el tipo de canalización o cable utilizado. Todas las conexiones, uniones y accesorios deben quedar apretadas, mediante el uso de las herramientas adecuadas.

b) Conductores de aluminio y aluminio recubierto de cobre. Se permitirán los conductores de puesta a tierra de equipos, de aluminio y de aluminio recubierto de cobre desnudo o aislado. Los conductores desnudos no deben estar en contacto directo con la mampostería o la tierra ni estar expuestos a condiciones corrosivas. Los conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre no deben terminarse a 45 centímetros de la tierra o menos.

c) Conductores de puesta a tierra de equipos de tamaño menor que 13.3 mm² (6 AWG). Cuando no están tendidos con los conductores del circuito como se permite en 250-130(c) y 250-134(b) Excepción 2, los conductores de puesta a tierra de equipos de tamaño menor que 13.3 mm² (6 AWG) se deben proteger contra daño físico mediante una canalización identificada o cable armado, a menos que se instale en los espacios huecos de los miembros estructurales de edificios o estructuras y en donde no están expuestos a daño físico.

250-121. Uso de los conductores de puesta a tierra de equipos. Un conductor de puesta a tierra de equipos no se debe utilizar como conductor del electrodo de puesta a tierra.

Excepción: Debe permitirse que un conductor tipo cable de puesta a tierra de equipos instalado de conformidad con lo establecido en la sección 250-6(a) y con los requisitos aplicables tanto al conductor de puesta a tierra del equipo como al conductor del electrodo de puesta a tierra, descritos en las Partes B, C y D del presente artículo, se use tanto como conductor de puesta a tierra del equipo como conductor del electrodo de puesta a tierra.

250-122. Tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos.

a) General. Los conductores de puesta a tierra de equipos, de cobre, aluminio, o aluminio recubierto de cobre, no deben ser de tamaño menor a los mostrados en la Tabla 250-122, pero en ningún caso se exigirá que sean mayores que los conductores de los circuitos que alimentan el equipo. Cuando se usa una charola portacables, canalización, blindaje o cable armado como conductor de puesta a tierra de equipos, como se establece en 250-118 y 250-134(a), se debe cumplir con 250-4(a)(5) o (b)(4).

Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos sean seccionados dentro de un cable multiconductor, siempre y cuando el área combinada en mm² o kcmil cumpla con la Tabla 250-122.

b) Incremento en el tamaño. Cuando se incrementa el tamaño de los conductores de fase, del tamaño mínimo que tiene una ampacidad suficiente para la instalación prevista, los conductores de puesta a tierra de, si hay instalados, se debe incrementar el tamaño de los conductores, proporcionalmente al área en mm² o kcmil de los conductores de fase.

c) Circuitos múltiples. Cuando un sólo conductor de puesta a tierra de equipos se instala con circuitos múltiples en la misma canalización, cable o charola portacables, se debe dimensionar para los conductores protegidos con el mayor dispositivo contra sobrecorriente en la canalización, cable o charola portacables. Los conductores de puesta a tierra de equipos, instalados en charola portacables deben cumplir con los requisitos mínimos de 392-10(b)(1)(c).

d) Circuitos de motores. Los conductores de puesta a tierra de equipos para circuitos de motores se deben dimensionar según (1) o (2) siguientes.

1) General. El tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor al determinado en 250-122(a), con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado.

2) Interruptor automático de disparo instantáneo y protector contra cortocircuito del motor. Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente es un interruptor automático de disparo instantáneo o un protector contra cortocircuito del motor, el tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor al determinado en 250-122(a) usando el valor nominal máximo permitido del fusible de doble elemento

con retardo de tiempo, seleccionado para la protección del circuito derivado contra falla a tierra y cortocircuito, de acuerdo con 430-52(c)(1), Excepción 1.

e) Cordón flexible y alambre de luminarias. El conductor de puesta a tierra de equipos en un cordón flexible con el mayor conductor del circuito de tamaño 5.26 mm² (10 AWG) o menor, y el conductor de puesta a tierra de equipos usado con alambres para artefactos de alumbrado de cualquier tamaño de acuerdo con 240-5, no debe ser menor al tamaño 0.824 mm² (18 AWG) de cobre y no menor a los conductores del circuito. El conductor de puesta a tierra de equipos en un cordón flexible con un conductor del circuito mayor al tamaño 5.26 mm² (10 AWG) se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250-122.

f) Conductores en paralelo. Para circuitos de conductores instalados en paralelo como se permite en 310-10(h), los conductores de puesta a tierra de equipos se deben instalar de acuerdo con (1) o (2) siguientes.

(1) Instalación de los conductores en canalizaciones, canales auxiliares o charolas portacables.

(a) Una sola canalización o charola portacables. Si se instalan conductores en paralelo en la misma canalización o en la misma charola portacables, se permitirá un solo conductor como conductor de puesta a tierra del equipo. El conductor de puesta a tierra del equipo deberá dimensionarse de acuerdo con 250-122, basado en el dispositivo de protección contra sobrecorriente para el alimentador o circuito derivado. Los conductores de puesta a tierra del equipo instalados en charolas portacables deben cumplir con los requisitos mínimos de 392-10(b)(1)(c). Se permite que las charolas portacables o canales auxiliares metálicos de acuerdo con 250-118 o charolas portacables que cumplan con 392-60(b) se utilicen como el conductor de puesta a tierra del equipo.

(b) Canalizaciones múltiples. Si se instalan conductores en paralelo en canalizaciones múltiples, los conductores de puesta a tierra del equipo, cuando se usen, se instalarán en paralelo en cada canalización. El conductor de puesta a tierra del equipo instalado en cada canalización debe dimensionarse de acuerdo con la sección 250-122, basado en el dispositivo de protección contra sobrecorriente para el alimentador o circuito derivado. Se permite que las charolas portacables o canales auxiliares metálicos de acuerdo con 250-118 o charolas portacables que cumplan con 392-60(b) se utilicen como el conductor de puesta a tierra del equipo.

(2) Cables Multiconductores.

a) Si los cables multiconductores se instalan en paralelo, el conductor o los conductores de puesta a tierra del equipo en cada cable se conectarán en paralelo.

b) Si se instalan cables multiconductores en paralelo en la misma canalización, la canal auxiliar o la charola portacables, se permitirá un solo conductor de puesta a tierra de equipos dimensionado de acuerdo con 250-122 en combinación con los conductores de puesta a tierra de equipos siempre que esté dentro del cable multiconductor y todos estarán conectados entre sí.

c) Los conductores de puesta a tierra de equipos instalados en charolas portacable deberán cumplir con los requisitos mínimos de 392-10(b)(1)(c). Se permite que las charolas portacables o canales auxiliares metálicos de acuerdo con 250-118 o charolas portacables que cumplan con 392-60(b) se utilicen como el conductor de puesta a tierra del equipo.

d) Excepto lo dispuesto en el punto 250-122(f)(2)(b) para las instalaciones de las canalizaciones o charolas portacables, el conductor de puesta a tierra del equipo en cada cable multiconductor deberá dimensionarse de acuerdo con 250-122 basado en el dispositivo de protección contra sobrecorriente para el alimentador o circuito derivado.

g) Derivaciones del alimentador. Los conductores de puesta a tierra de equipos instalados junto con derivaciones del alimentador no deben ser menores que los indicados en la Tabla 250-122, basados en el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente del alimentador, pero no se exigirá que sean mayores que los conductores de la derivación.

250-124. Continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos.

a) Conexiones separables. Conexiones separables, como las que se usan en equipos removibles o clavijas de conexión, coples y contactos, deberán proporcionar que, se conecte primero y se desconecte al último el conductor de puesta a tierra de equipos. No se exigirá "conectar primero y desconectar al último" cuando el equipo enclavado, clavijas, contactos y conectores impidan la energización sin la continuidad de la puesta a tierra.

b) Desconectores. Ningún cortacircuito automático o desconector se debe colocar en el conductor de puesta a tierra de equipos de un sistema de alambrado de inmueble, a menos que la apertura del cortacircuito o desconector desconecte todas las fuentes de alimentación.

250-126. Identificación de las terminales de alambrado de dispositivos. La terminal para la conexión del conductor de puesta a tierra de equipos se debe identificar mediante uno de los siguientes medios:

- (1) Una terminal de tornillo con cabeza de color verde, no fácilmente removible.
- (2) Un terminal de tuerca de color verde, no fácilmente removible.
- (3) Con el símbolo de la figura 250-126, las letras T, G, GR o la palabra tierra o verde.



NOTA Figura 250-126 Un ejemplo de un símbolo utilizado para identificar el Punto de Terminación de la Puesta a Tierra para un Conductor de Puesta a Tierra de equipos.

Tabla 250-122.- Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2.08	14	-	-
20	3.31	12	-	-
60	5.26	10	-	-
100	8.37	8	13.30	6
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	26.70	3	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Nota: Para cumplir con lo establecido en 250-4(a)(5) o (b)(4), el conductor de puesta a tierra de equipos debe ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.

*Véase 250-120 para restricciones de instalación.

Parte G. Métodos de puesta a tierra de equipos

250-130. Conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos. Las conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos en la fuente de sistemas derivados separados se deben hacer de acuerdo con 250-30(a)(1). Las conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos en el equipo de acometida se deben hacer como se indica en los incisos (a) o (b). Para el reemplazo de contactos del tipo sin terminal de puesta a tierra, con contactos del tipo con terminal de puesta a tierra, y para extensiones de circuitos derivados solamente en las instalaciones existentes que no tienen conductor de puesta a tierra de equipos en el circuito derivado, se permitirán conexiones tal como se indica en el inciso (c).

a) Para sistemas puestos a tierra. La conexión se debe hacer mediante la unión del conductor de puesta a tierra de equipos al conductor puesto a tierra de acometida y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

b) Para sistemas no puestos a tierra. La conexión se debe hacer mediante la unión del conductor de puesta a tierra de equipos al conductor del electrodo de puesta a tierra.

c) Reemplazo de contactos sin puesta a tierra o extensiones de circuitos derivados. Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos, de un contacto del tipo con terminal de puesta a tierra o de una extensión de un circuito derivado, esté conectado a cualquiera de los siguientes:

- (1) Cualquier punto accesible en el sistema de electrodos de puesta a tierra, como se describe en 250-50.
- (2) Cualquier punto accesible en el conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (3) La barra terminal de puesta a tierra de equipos, dentro de la envolvente en donde se origina el circuito derivado para el contacto o el circuito derivado.
- (4) Un conductor de puesta a tierra de equipos que sea parte de otro circuito derivado que se origine en el envolvente en el que se origina el circuito derivado para el contacto o el circuito derivado.
- (5) Para sistemas puestos a tierra, el conductor puesto a tierra de acometida dentro de la envolvente del equipo de acometida.
- (6) Para sistemas no puestos a tierra, la barra terminal de puesta a tierra dentro de la envolvente del equipo de acometida.

NOTA: Ver 406-4(d) para el uso de contactos del tipo interruptor de protección del circuito por falla a tierra.

250-132. Secciones cortas de canalización. Cuando se requiere que sean puestas a tierra secciones separadas de canalización metálica o cable armado, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con 250-134.

250-134. Equipo sujetado en su lugar o conectado usando métodos de alambrado permanente (fijo) – Puesta a tierra. A menos que estén puestos a tierra por la conexión al conductor puesto a tierra del circuito, como se permite en 250-32, 250-140 y 250-142, las partes metálicas de equipos, canalizaciones y otras envolventes, no portadoras de corriente, si son puestos a tierra, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos mediante uno de los métodos que se indican en (a) o (b).

a) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Mediante conexión con cualquiera de los conductores de puesta a tierra de equipos permitidos en 250-118.

b) Con conductores de circuito. Mediante conexión con un conductor de puesta a tierra de equipos, contenido dentro de la misma canalización, cable, o que de otra forma se lleve junto con los conductores del circuito.

Excepción 1: Como se establece en 250-130(c), se permitirá llevar el conductor de puesta a tierra de equipos separado de los conductores del circuito.

Excepción 2: Para circuitos de corriente continua, se permitirá que se lleve el conductor de puesta a tierra de equipos separado de los conductores del circuito.

NOTA 1: Ver 250-102 y 250-168 con relación a los requisitos del puente de unión del equipo.

NOTA 2: Ver 400-10 con relación al uso de cordones para equipo fijo.

250-136. Equipos considerados puestos a tierra. Bajo las condiciones especificadas en (a) y (b), las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente se deben considerar puestas a tierra.

a) Equipo sujetado a soportes metálicos puestos a tierra. Equipo eléctrico sujetado a, y en contacto eléctrico con, un bastidor o estructura metálica provista para su soporte y conectada a un conductor de puesta a tierra de equipos por uno de los medios indicados en 250-134. Para equipos de corriente alterna, no se debe usar la estructura metálica de un edificio como el conductor de puesta a tierra de equipos requerido.

b) Estructura de carros metálicos. La estructura de carros metálicos, sostenidas e izadas por cables metálicos, asegurados a o corriendo sobre, poleas o cilindros metálicos de las máquinas de los elevadores que están conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos por uno de los métodos indicados en 250-134.

250-138. Equipo conectado con cordón y clavija. Las partes metálicas no portadoras de corriente del equipo conectado con cordón y clavija, si son puestos a tierra, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos por uno de los métodos indicados en (a) o (b).

a) Por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos. Por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos llevado junto con los conductores de alimentación de energía en un ensamble de cables o cordón flexible, terminado apropiadamente en una clavija de conexión con terminal de puesta a tierra, con un contacto fijo de puesta a tierra.

Excepción: Se permitirá que la terminal del contacto de puesta a tierra de los interruptores de circuito por falla a tierra de tipo enchufable sea de tipo movable y de restablecimiento automático, en circuitos que operan a no más de 150 volts entre dos conductores cualesquiera, o a más de 150 volts entre cualquier conductor y tierra.

b) Por medio de un alambre flexible separado o un conductor plano flexible separado. Por medio de un alambre flexible separado o un conductor plano flexible separado, aislado o desnudo, conectado a un conductor de puesta a tierra de equipos y protegido tanto como sea práctico contra daños físicos, cuando es parte del equipo.

250-140. Bastidores de estufas y de secadoras de ropa. Los bastidores de estufas eléctricas, hornos montados en la pared, unidades de cocción sobre la cubierta, secadoras de ropa y cajas de salida o de empalmes, que son parte del circuito de estos aparatos, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos de la manera especificada en 250-134 o 250-138.

Excepción: Únicamente para instalaciones de circuitos derivados existentes, cuando no esté presente un conductor de puesta a tierra de equipos en las cajas de salida o de empalmes, se permitirá que los bastidores de estufas eléctricas, hornos montados en la pared, unidades de cocción sobre la cubierta, secadoras de ropa y cajas de salida o de empalmes, que son parte del circuito de estos aparatos, se conecten al conductor puesto a tierra del circuito, si cumplen todas las siguientes condiciones:

- (1) El circuito de alimentación es de 120/240 volts, 1 fase, 3 hilos; o 220Y/127 volts, derivado de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella.
- (2) El tamaño del conductor puesto a tierra no es menor de 5.26 mm² (10 AWG) de cobre, o de 13.1 mm² (6 AWG) de aluminio.
- (3) El conductor puesto a tierra está aislado, o el conductor puesto a tierra no está aislado y es parte del cable tipo SE de la acometida, y el circuito derivado se origina en el equipo de acometida.
- (4) Las conexiones de puesta a tierra de los contactos, suministrados como parte del equipo, están unidas al equipo.

250-142. Uso del conductor puesto a tierra del circuito para puesta a tierra de equipos.

a) Equipo del lado fuente. Se permitirá que un conductor puesto a tierra del circuito sirva para conectar a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente de equipos, canalizaciones y otras envolventes, en cualquiera de los siguientes lugares:

- (1) En el lado fuente o dentro de la envolvente del medio de desconexión de acometida de corriente alterna
- (2) En el lado fuente o dentro de la envolvente del medio de desconexión principal para edificios separados, como se establece en 250-32(b).
- (3) En el lado fuente o dentro de la envolvente del medio de desconexión principal o de los dispositivos contra sobrecorriente de un sistema derivado separado, cuando se permita en 250-30(a)(1).

b) Equipo del lado carga. Excepto como se permite en 250-30(a)(1) y 250-32(b) Excepción, un conductor puesto a tierra del circuito no se debe usar para poner a tierra partes metálicas de equipo no portadoras de corriente, en el lado carga del medio de desconexión de acometida, o en el lado carga del medio de desconexión de un sistema derivado separado o de los dispositivos contra sobrecorriente para un sistema derivado separado que no tenga un medio de desconexión principal.

Excepción 1: Se permitirá que los bastidores de estufas, hornos montados en la pared, unidades de cocción sobre la cubierta y secadoras de ropa, bajo las condiciones permitidas en 250-140 para las instalaciones existentes, se conecten al conductor puesto a tierra del circuito.

Excepción 2: Se permitirá que sea puesto a tierra la envolvente de medidores mediante la conexión al conductor puesto a tierra del circuito, en el lado carga del desconectador de acometida, si se cumplen con todas las siguientes condiciones:

- (1) No se instala protección contra fallas a tierra en la acometida.
- (2) Todas las envolventes de medidores están junto al medio de desconexión de acometida.

- (3) El tamaño del conductor puesto a tierra del circuito no es menor al especificado en la Tabla 250-122 para los conductores de puesta a tierra de equipos.

Excepción 3: Se permitirá que los sistemas de corriente continua estén puestos a tierra en el lado carga del medio de desconexión o del dispositivo de protección contra sobrecorriente, según 250-164.

Excepción 4: Las calderas tipo de electrodos que funcionan a más de 1000 volts deben ser puestas a tierra según se exige en 490-72(e)(1) y 490-74.

250-144. Conexiones de circuitos múltiples. Cuando el equipo está puesto a tierra y es alimentado por conexiones separadas de más de un circuito o por un sistema de alambrado puesto a tierra del inmueble, se debe proporcionar una terminación del conductor de puesta a tierra de equipos para cada una de estas conexiones, como se especifica en 250-134 y 250-138.

250-146. Conexión de la terminal de puesta a tierra del contacto a la caja. Se debe usar un puente de unión del equipo para conectar la terminal de puesta a tierra de un contacto, del tipo con terminal de puesta a tierra, a una caja puesta a tierra, a menos que esté puesto a tierra como se especifica en los incisos (a) hasta (d) siguientes. El puente de unión del equipo debe estar dimensionado según la Tabla 250-122, con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege a los conductores del circuito.

a) Caja montada en la superficie. Cuando la caja está montada sobre la superficie, se permitirá el contacto directo metal con metal entre el yugo del dispositivo y la caja, o un yugo de contacto o dispositivo, que cumpla con el inciso (b) de esta sección, para la puesta a tierra del contacto a la caja. Se debe retirar por lo menos una de las arandelas aislantes del contacto, que no tenga un yugo de contacto o dispositivo que cumpla lo indicado en el inciso (b) de esta sección, para asegurar el contacto directo metal con metal. Esta disposición no se aplica a contactos de montaje sobre la tapa, a menos que la combinación caja y cubierta esté aprobada para brindar una continuidad satisfactoria a tierra entre la caja y el contacto. Se permite que una cubierta expuesta, se use como medio de unión y de puesta a tierra cuando (1) el dispositivo está fijo a la cubierta con, por lo menos, dos elementos de fijación que sean permanentes (por ejemplo, un remache) o que se sujete con rosca o se sujete con tuerca y tornillo y (2) cuando los orificios de montaje de la cubierta están en una parte plana, no elevada de la cubierta.

b) Dispositivos de contacto o yugos. Se permitirán dispositivos de contacto o yugos diseñados como auto-puesta a tierra, junto con los tornillos de soporte, para establecer la unión del equipo entre el yugo del dispositivo y las cajas de tipo empotrado.

c) Cajas de piso. Se permitirá el uso de cajas para piso diseñadas para brindar continuidad satisfactoria de puesta a tierra entre la caja y el dispositivo.

d) Contactos de puesta a tierra aislada. Cuando se instalen para reducir el ruido eléctrico (interferencia electromagnética) en el circuito de puesta a tierra, se permitirá un contacto en el cual la terminal de puesta a tierra esté aislada deliberadamente del medio de montaje del contacto. La terminal de puesta a tierra del contacto se debe conectar a un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos con aislamiento, tendido junto con los conductores del circuito. Se permitirá que este conductor de puesta a tierra de equipos pase a través de uno o más tableros de distribución sin ninguna conexión a la barra terminal de puesta a tierra del tablero de distribución, como se permite en 408-40, Excepción, de tal modo de terminarlo dentro del mismo edificio o estructura, directamente a la terminal del conductor de puesta a tierra de equipos del sistema derivado o acometida aplicable. Cuando se instala según las disposiciones de esta sección, también se permitirá que este conductor de puesta a tierra de equipos pase a través de cajas, ductos u otras envolventes sin ser conectado a tales envolventes.

NOTA: El uso de un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos con aislamiento no exime el requisito de la puesta a tierra del sistema de canalización y de la caja de salida.

250-148. Continuidad y fijación de los conductores de puesta a tierra de equipos a las cajas. Si los conductores del circuito están empalmados dentro de una caja o terminan dentro o soportado por una caja en un equipo, todos los conductores de puesta a tierra de equipos asociados con cualquiera de esos conductores del circuito se deben conectar dentro de la caja o a la caja con los dispositivos adecuados para el uso, de acuerdo con 250-8 y según (a) hasta (e) siguientes.

Excepción: No se exigirá que el conductor de puesta a tierra de equipos, permitido en 250-146(d), esté conectado a otros conductores de puesta a tierra de equipos o a la caja.

a) Conexiones. Las conexiones y los empalmes se deben hacer según 110-14(b), excepto que no se requiera aislamiento.

b) Continuidad de la puesta a tierra. El arreglo de las conexiones de puesta a tierra debe ser tal que la desconexión o el retiro de un contacto, una luminaria u otro dispositivo alimentados desde la caja, no interfiera ni interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

c) Cajas metálicas. Se debe hacer una conexión entre uno o más de los conductores de puesta a tierra de equipos y la caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra que no se debe usar para ningún otro propósito, un equipo para puesta a tierra, o un dispositivo de puesta a tierra aprobados.

d) Cajas no metálicas. Uno o más conductores de puesta a tierra de equipos llevados a una caja de salida no metálica, se deben organizar de forma que se pueda hacer una conexión a cualquier accesorio o dispositivo que requiera puesta a tierra en esa caja.

e) Soldadura. No se deben utilizar conexiones que dependan exclusivamente de soldadura de bajo punto de fusión.

Parte H. Sistemas de corriente continua

250-160. Generalidades. Los sistemas de corriente continua deben cumplir con esta Parte y otras secciones del Artículo 250 no destinadas específicamente para sistemas de corriente alterna.

250-162. Sistemas y circuitos de corriente continua que deben ser puestos a tierra. Los circuitos y sistemas de corriente continua deben ser puestos a tierra como se establece en (a) y (b) siguientes.

a) Sistemas de corriente continua de dos conductores. Debe ser puesto a tierra un sistema de corriente continua de dos conductores que alimenta el alambrado del inmueble y que opera a una tensión mayor que 60 volts, pero no mayor de 300 volts.

Excepción 1: No se requerirá que sea puesto a tierra un sistema equipado con un detector de tierra, que alimenta solamente equipo industrial en áreas limitadas, donde esté instalado adyacente o forme parte integral de la fuente de alimentación.

Excepción 2: No se requerirá que sea puesto a tierra un sistema de corriente continua derivado de un rectificador alimentado desde un sistema de corriente alterna que cumple con 250-20.

Excepción 3: No se requerirá que sean puestos a tierra los circuitos de alarma contra incendios de corriente continua cuya corriente máxima sea de 30 miliamperes, como se especifica en el Artículo 760, Parte C.

b) Sistemas de corriente continua de tres conductores. Debe ser puesto a tierra el conductor neutro de todos los sistemas de 3 hilos de corriente continua que alimentan el alambrado del inmueble.

250-164. Punto de conexión para sistemas de corriente continua.

a) Fuente de suministro fuera del inmueble. Los sistemas de corriente continua que deben ser puestos a tierra y que se alimenten desde una fuente fuera del inmueble, deben tener la conexión de puesta a tierra en una o más estaciones de suministro. No se debe hacer una conexión de puesta a tierra en acometidas individuales ni en ningún punto del alambrado del inmueble.

b) Fuente de suministro en el inmueble. Si la fuente de suministro del sistema de corriente continua está localizada dentro del inmueble, se debe hacer una conexión de puesta a tierra en uno de los siguientes:

- (1) La fuente de suministro.
- (2) En el primer medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente del sistema.
- (3) Por otro medio que logre una protección equivalente al sistema y utilice equipo identificado y aprobado para ese uso.

250-166. Tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente continua. El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra de un sistema de corriente continua debe cumplir con los requisitos de tamaño descritos en esta sección, aunque no debe requerirse que sea mayor de 85.01 mm² (3/0 AWG) de cobre o de 127 mm² (250 kcmil) de aluminio. El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema de corriente continua debe ser como se especifica en (a) y (b), excepto lo permitido en (c) hasta (e) siguientes:

a) No menor que el conductor del neutro. Si el sistema de corriente continua consiste en un conjunto de balanceado de 3 hilos o de un devanado balanceado con protección de sobrecorriente, como se establece en 445-12 (d), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor del neutro, ni menor que 8.37 mm² (8 AWG) de cobre, o 13.3 mm² (6 AWG) de aluminio.

b) No menor que el conductor más grande. Si el sistema de corriente continua es diferente al de (a) anterior, el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor más grande alimentado por el sistema, y no menor que el 8.37 mm² (8 AWG) de cobre, o el 13.3 mm² (6 AWG) de aluminio.

c) Conectado a electrodos de varilla, tubo o placa. Si está conectado a electrodos de varilla, tubería o placa, como se establece en 250-52(a)(5) o (a)(7), no se exigirá que esa porción de conductor del electrodo de puesta a tierra que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra sea de mayor tamaño que un conductor de cobre de 13.3 mm² (6 AWG) o uno 21.2 mm² (4 AWG) de aluminio.

d) Conectado a un electrodo embebido en concreto. Si se conecta a un electrodo embebido en concreto, como se establece en 250-52(a)(3), no se exigirá que esa porción del conductor del electrodo de puesta a tierra, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea de tamaño mayor que 21.2 mm² (4 AWG) de cobre.

e) Conectado a un anillo de puesta a tierra. Si está conectado a un anillo de puesta a tierra, como se establece en 250-52(a)(4), no se exigirá que esa porción del conductor del electrodo de puesta a tierra que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra sea de mayor tamaño que el conductor usado para el anillo de puesta a tierra.

250-167. Detección de fallas a tierra de la corriente continua.

a) Sistemas no puestos a tierra. Deben requerirse sistemas de detección de fallas a tierra para sistemas no puestos a tierra.

b) Sistemas puestos a tierra. Debe permitirse detección de fallas a tierra para sistemas puestos a tierra.

c) Marcado. Los sistemas de corriente continua deben estar marcados de manera legible, con la indicación del tipo de puesta a tierra en la fuente de corriente continua o en el primer medio de desconexión del sistema. El marcado debe ser suficientemente durable para resistir las condiciones ambientales involucradas.

250-168. Puente de unión del sistema de corriente continua. Para sistemas de corriente continua que deben ser puestos a tierra, se debe usar un puente de unión sin empalmes para conectar los conductores de puesta a tierra de equipos al conductor puesto a tierra en la fuente o en el primer medio de desconexión del sistema donde el sistema está puesto a tierra. El tamaño del puente de unión no debe ser menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra del sistema, especificado en 250-166 y debe cumplir con las disposiciones de 250-28(a), (b) y (c).

250-169. Sistemas derivados separados no puestos a tierra de corriente continua. Excepto que se permita algo diferente en 250-34 para generadores portátiles y montados en vehículos, un sistema derivado separado no puesto a tierra de corriente continua, alimentado de una fuente de potencia autónoma (como por ejemplo un grupo motor-generator), debe tener un conductor del electrodo de puesta a tierra conectado a un electrodo que cumpla con la Parte C de este Artículo, para proporcionar la puesta a tierra de envolventes metálicas, canalizaciones, cables y partes metálicas de equipo expuestas no portadoras de corriente del equipo. La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe hacer a la envolvente metálica, en cualquier punto del sistema derivado separado, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente, o se debe hacer en la fuente de un sistema derivado separado que no tiene medio de desconexión ni dispositivo de protección contra sobrecorriente.

El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar de acuerdo con 250-166.

Parte I. Instrumentos, medidores y relevadores

250-170. Circuitos del transformador para instrumentos. Los circuitos del secundario de los transformadores para instrumentos de corriente y de potencial deben ser puestos a tierra si los devanados del primario están conectados a circuitos de 300 volts o más a tierra, y si están instalados sobre o en tableros de potencia con envolventes metálicas y sobre tableros de distribución, deben ser puestos a tierra, independientemente de la tensión.

Excepción 1: Los circuitos en los cuales los devanados del primario están conectados a circuitos de 1000 volts o menos sin partes energizadas ni alambrado expuesto o accesible a personal no calificado.

Excepción 2: No se requerirá que sean puestos a tierra los secundarios de transformadores de corriente conectados delta de 3 fases.

250-172. Cajas de transformadores para instrumentos. Las cajas o armazones de los transformadores para instrumentos se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, cuando sean accesibles a personal no calificado.

Excepción: Las cajas o armazones de los transformadores de corriente cuyos primarios no están a más de 150 volts a tierra, y que se usen exclusivamente para alimentar corriente a los medidores.

250-174. Cajas de instrumentos, medidores y relevadores que operan a 1000 volts o menos. Los instrumentos, medidores y relevadores que operan con sus devanados o partes activas a 1000 volts o menos, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se especifica en (a), (b) o (c) siguientes.

a) No instalados en tableros de potencia con envolventes metálicas y en tableros de distribución. Los instrumentos, medidores y relevadores no instalados en tableros de potencia con envolventes metálicas y tableros de distribución, que operan con devanados o partes activas a 300 volts o más a tierra, y son

accesibles al personal no calificado, deben tener sus envolventes y otras partes metálicas expuestas conectadas al conductor de puesta a tierra de equipos.

b) En equipos de tableros de potencia con envolventes metálicas y/o en tableros de distribución de frente muerto. Los instrumentos, medidores y relevadores (operados desde transformadores de corriente y de potencial o conectados directamente en el circuito), de tableros de potencia con envolventes metálicas o tableros de distribución de frente muerto, deben tener los envolventes conectados al conductor de puesta a tierra de equipos.

c) En tableros de distribución de frente vivo. Los instrumentos, medidores y relevadores (operados desde transformadores de corriente y de potencial o conectados directamente en el circuito), en tableros de distribución que tienen partes vivas expuestas al frente de los tableros, no deben tener los envolventes conectadas al conductor de puesta a tierra de equipos. Se deben proporcionar al operador tapetes aislantes, u otro aislamiento de piso adecuado, si la tensión a tierra es mayor que 150 volts.

250-176. Cajas de instrumentos, medidores y relevadores – Tensión de operación mayor que 1000 volts. Si los instrumentos, medidores y relevadores tienen partes portadoras de corriente de más de 1000 volts a tierra, se deben aislar mediante elevación o proteger con barreras adecuadas, metal puesto a tierra o cubiertas o resguardos aislantes. Sus envolventes no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: Los envolventes de detectores electrostáticos de tierra, en las cuales los segmentos de tierra internos del instrumento están conectados a la carcasa del instrumento y puestas a tierra, y el detector de tierra está aislado mediante elevación.

250-178. Conductor de puesta a tierra de equipos del instrumento. El tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos para los circuitos del secundario de los transformadores para instrumentos y para envolventes de instrumentos no debe ser menor que 3.31 mm² (12 AWG) de cobre. Los envolventes de transformadores para instrumentos, instrumentos, medidores y relevadores que están montados directamente en superficies o envolventes metálicas puestos a tierra, o el metal puesto a tierra de tableros de potencia, tableros metálicos o de tableros de distribución, se deben considerar puestos a tierra y no se exigirá ningún conductor adicional de puesta a tierra de equipos.

Parte J. Puesta a tierra de sistemas y circuitos de más de 1000 volts

250-180. Generalidades. Cuando los sistemas de más de 1000 volts están puestos a tierra, deben cumplir con todas las disposiciones aplicables de las secciones anteriores de este Artículo, y con 250-182 hasta 250-194, las cuales complementan y modifican las secciones precedentes.

250-182. Sistemas con neutro derivado. Se permitirá el uso de un punto neutro del sistema derivado de un transformador de puesta a tierra, para utilizarse como puesta a tierra en sistemas de más de 1000 volts.

250-184. Sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra. Se permitirá que los sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra tengan un solo punto de puesta a tierra o múltiples puntos de puesta a tierra.

a) Conductor del neutro.

1) Nivel de aislamiento. El nivel de aislamiento mínimo para los conductores del neutro de sistemas sólidamente puestos a tierra debe ser de 600 volts.

Excepción 1: Se permitirá el uso de conductores de cobre desnudos para el conductor neutro de los siguientes:

- (1) Conductores de entrada de la acometida.
- (2) Acometidas laterales o conductores de acometida subterránea.
- (3) Partes de alimentadores directamente enterrados.

Excepción 2: Se permitirán conductores desnudos para el conductor neutro de partes aéreas instaladas en el exterior.

Excepción 3: Se permitirá que el conductor neutro puesto a tierra sea un conductor desnudo, si está separado de los conductores de fase y protegido contra daño físico.

NOTA: Ver 225-4 para cubiertas de conductores, si están a menos de 3.00 metros de cualquier edificio u otra estructura.

2) Ampacidad. El conductor neutro debe tener suficiente ampacidad para la carga impuesta en el conductor, pero no menos del 33.33 por ciento de la ampacidad de los conductores de fase.

Excepción: En instalaciones industriales y comerciales bajo supervisión de ingeniería, se debe permitir determinar el valor de la ampacidad del conductor neutro a no menos del 20 por ciento de la ampacidad del conductor de fase.

b) Sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto. Cuando se usa un neutro del sistema puesto a tierra en un solo punto, se debe aplicar lo siguiente:

- (1) Se permitirá que un sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto sea alimentado desde (a) o (b):
 - a. Un sistema derivado separado.
 - b. Un sistema con neutro con múltiples puestas a tierra (multiaterrizado), con un conductor de puesta a tierra de equipos conectado al conductor neutro multiaterrizado, en la fuente del sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto.
- (2) Se debe instalar un electrodo de puesta a tierra para el sistema.
- (3) Un conductor del electrodo de puesta a tierra debe conectar el electrodo de puesta a tierra con el conductor neutro del sistema.
- (4) Un puente de unión debe conectar el conductor de puesta a tierra de equipos con el conductor del electrodo de puesta a tierra.
- (5) Se debe proporcionar un conductor de puesta a tierra de equipos en cada edificio, estructura y envolvente de equipo.
- (6) Sólo se exigirá un conductor neutro cuando se alimentan cargas de fase a neutro.
- (7) Cuando se instala el conductor neutro debe ser aislado y estar conectado a tierra solo en un lugar.
- (8) Un conductor de puesta a tierra de equipos se debe tender junto con los conductores de fase y debe cumplir con lo que se indica en (a), (b) y (c) siguientes:
 - a. No debe llevar carga de forma continua.
 - b. Puede estar desnudo o aislado.
 - c. Debe tener suficiente ampacidad para soportar las condiciones de falla.

c) Sistemas con neutro multiaterrizado. Cuando se usa un sistema de neutro multiaterrizado, se debe aplicar lo siguiente:

- (1) Se permitirá que el conductor neutro de un sistema con neutro sólidamente puesto a tierra esté puesto a tierra en más de un punto. La puesta a tierra se permitirá en una o más de las siguientes ubicaciones:
 - a. Transformadores que alimentan conductores para un edificio u otra estructura.
 - b. Circuitos subterráneos cuando el conductor neutro está expuesto.
 - c. Circuitos aéreos instalados en exteriores.
- (2) El conductor neutro multiaterrizado debe estar puesto a tierra en cada transformador y en otras ubicaciones adicionales por medio de una conexión a un electrodo de puesta a tierra.
- (3) Se debe instalar por lo menos un electrodo de puesta a tierra y conectarlo al conductor neutro multiaterrizado cada 400 metros.
- (4) La distancia máxima entre cualquier par de electrodos adyacentes no debe ser más de 400 metros.
- (5) En un sistema de cable armado multiaterrizado, la armadura debe estar puesta a tierra en cada empalme de cable que esté expuesto al contacto con personas.

250-186. Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna proporcionados por la empresa de servicio

a) Sistemas con un conductor puesto a tierra en el punto de acometida. Donde un sistema de corriente alterna que funciona a más de 1000 volts está puesto a tierra en cualquier punto y está provisto de un conductor puesto a tierra en el punto de acometida, deben instalarse uno o más conductores puestos a tierra y se deben llevar con los conductores no puestos a tierra hasta cada medio de desconexión de la acometida y se deben conectar a cada terminal o barra principal del conductor puesto a tierra del medio de desconexión. Un puente de unión principal debe conectar el conductor puesto a tierra a cada envolvente de los medios de desconexión de la acometida. El conductor puesto a tierra debe instalarse de acuerdo con

(a)(1) hasta (a)(4). El tamaño del conductor puestos a tierra sólidamente debe ser el mayor de aquél determinado en las secciones 250-184 o de (a)(1) o (a)(2).

Excepción: Donde dos o más medios de desconexión de la acometida están ubicados en un solo ensamble aprobado para uso como equipo de acometida, debe permitirse conectar el conductor puesto a tierra a la terminal o barra común del conductor puesto a tierra del ensamble. El ensamble debe incluir un puente de unión principal para conectar el conductor puesto a tierra al envolvente del ensamble.

(1) Dimensionamiento de una sola canalización o conductor aéreo. El conductor puesto a tierra no debe ser menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra requerido, especificado en la Tabla 250-102(c)(1), pero no debe requerirse que sea mayor que el conductor(es) no puesto(s) a tierra más grande de entrada de la acometida.

(2) Conductores en paralelo en dos o más canalizaciones o conductores aéreos. Si los conductores no puestos a tierra de entrada de la acometida están instalados en paralelo en dos o más canalizaciones o como conductores aéreos en paralelo, los conductores puestos a tierra también se deben instalar en paralelo. El tamaño del conductor puesto a tierra en cada canalización o aéreo se debe basar en el área total en mm² de los conductores no puestos a tierra en paralelo de la canalización o aéreos, tal como se indica en la sección 250-186(a)(1), pero no debe ser menor de 53.5 mm² (1/0 AWG).

NOTA: Ver 310-10(h) sobre conductores no puestos a tierra, conectados en paralelo.

(3) Servicio conectado en delta. El conductor puesto a tierra de un servicio de 3 fases, 3 hilos conectado en delta debe tener una ampacidad no menor que la de los conductores no puestos a tierra.

(4) Sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia. Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia deben instalarse de acuerdo con lo establecido en la sección 250-187.

b) Sistemas sin un conductor puesto a tierra en el punto de acometida. Donde un sistema está puesto a tierra en cualquier punto y no está provisto de un conductor puesto a tierra en el punto de acometida, se debe instalar un puente de unión del lado de la alimentación, debe ser llevado con los conductores no puestos a tierra hasta cada medio de desconexión de la acometida y se debe conectar a cada terminal o barra principal de los conductores de puesta a tierra del equipo de los medios de desconexión. El puente de unión del lado de la alimentación debe instalarse de acuerdo con lo establecido de (b)(1) a (b)(3).

Excepción: Donde dos o más medios de desconexión de la acometida están ubicados en un solo ensamble aprobado para uso como equipo de acometida, debe permitirse conectar el puente de unión del lado de la alimentación a la terminal o barra principal común de puesta a tierra del equipo del ensamble.

(1) Dimensionamiento para una sola canalización o conductor aéreo. El puente de unión del lado de la alimentación no debe ser menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra requerido, especificado en la Tabla 250-102(c)(1), pero no debe requerirse que sea mayor que el o los conductores no puestos a tierra más grande de entrada de la acometida.

(2) Conductores en paralelo en dos o más canalizaciones o conductores aéreos. Si los conductores no puestos a tierra de entrada de la acometida están instalados en paralelo en dos o más canalizaciones o conductores aéreos, el puente de unión del lado de la alimentación también se debe instalar en paralelo. El tamaño del puente de unión del lado de la alimentación de cada canalización o aéreo se debe basar en el área total en mm² o kcmil de los conductores no puestos a tierra en paralelo en la canalización o aéreos, tal como se indica en la sección 250-186(a)(1), pero no debe ser menor de 1/0 AWG.

(3) Sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia. Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de impedancia deben instalarse de acuerdo con lo establecido en la sección 250-187.

250-187. Sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia. Cuando se cumplen todas las siguientes condiciones, se permitirán sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia en los cuales una impedancia de puesta a tierra, usualmente una resistencia, limita la corriente de falla a tierra:

- (1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas atenderán la instalación.
- (2) Hay detectores de tierra instalados en el sistema.
- (3) No se alimentan cargas de línea a neutro.

Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia deben cumplir las disposiciones siguientes.

a) Ubicación. La impedancia de puesta a tierra se debe insertar en el conductor de puesta a tierra entre el electrodo de puesta a tierra del sistema de alimentación y el punto neutro del transformador o generador de alimentación.

b) Identificación y aislamiento. El conductor del neutro debe cumplir con lo siguiente:

- 1) El conductor neutro debe estar identificado.
- 2) El conductor neutro debe estar aislado para la máxima tensión del neutro

NOTA: La máxima tensión al neutro en un sistema de 3 fases conectado en estrella es 57.7% de la tensión de fase a fase.

c) Conexión del conductor neutro del sistema. El conductor neutro del sistema no se debe conectar a tierra, excepto a través de la impedancia de puesta a tierra del neutro.

d) Conductores de puesta a tierra de equipos. Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén desnudos y se deben conectar eléctricamente a la barra de puesta a tierra y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

250-188. Puesta a tierra de sistemas que alimentan equipo portátil o móvil. Los sistemas que alimentan equipo portátil o móvil de más de 1000 volts, que no sean subestaciones instaladas temporalmente, deben cumplir con (a) hasta (f) siguientes.

a) Equipo portátil o móvil. El equipo portátil o móvil de más de 1000 volts se debe alimentar de un sistema que tenga el conductor neutro puesto a tierra a través de una impedancia. Cuando se usa un sistema de más de 1000 volts conectado en delta para alimentar al equipo móvil o portátil, se debe derivar un conductor neutro asociado con el punto neutro del sistema.

b) Partes metálicas expuestas no portadoras de corriente. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente del equipo portátil o móvil se deben conectar mediante un conductor de puesta a tierra de equipos al punto en el cual la impedancia del neutro del sistema está puesta a tierra.

c) Corriente de falla a tierra. La tensión desarrollada entre la carcasa del equipo móvil o portátil y tierra, por el flujo de la máxima corriente de falla a tierra, no debe ser mayor a 100 volts.

d) Detección de fallas a tierra y protección con relevadores. Se debe proporcionar detección de fallas a tierra y protección con relevadores para desenergizar automáticamente cualquier componente de un sistema de más de 1000 volts que haya producido una falla a tierra. La continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos se debe monitorear continuamente con el fin de desenergizar automáticamente el circuito de más de 1000 volts, al equipo portátil o móvil, cuando se pierda la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos.

e) Aislamiento. El electrodo de puesta a tierra al cual está conectada la impedancia del neutro del sistema del equipo portátil o móvil debe estar aislado y separado en la tierra, por lo menos 6.00 metros de cualquier otro sistema o electrodo de puesta a tierra de equipos, y no debe haber conexión directa entre los electrodos de puesta a tierra, tales como tuberías enterradas, cercas, etc.

f) Cable móvil y acopladores. Los cables móviles y acopladores de sistemas de más de 1000 volts para la interconexión de equipo portátil o móvil deben cumplir los requisitos de la Parte C del Artículo 400 para cables, y 490-55, para acopladores.

250-190. Puesta a tierra de equipos.

a) Puesta a tierra de equipos. Se deben poner a tierra todas las partes metálicas no portadoras de corriente del equipo fijo, portátil y móvil, y de cercas, alojamientos y envolventes asociadas, así como las estructuras de soporte.

Excepción: No se requiere que las partes metálicas estén puestas a tierra cuando están separadas de la tierra y ubicadas de tal forma que ninguna persona en contacto con la tierra, pueda hacer contacto con las partes metálicas cuando el equipo está energizado.

NOTA: Ver 250-110, Excepción 2, relativa a equipos de distribución montados en postes.

b) Conductor del electrodo de puesta a tierra: Si un conductor del electrodo de puesta a tierra conecta las partes metálicas no portadoras de corriente a tierra, el conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado de acuerdo con la tabla 250-66, basado en el tamaño del conductor de fase mayor de acometida, alimentador o circuito derivado que alimentan el equipo. El conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor al tamaño 13.3 mm² (6 AWG) de cobre o 21.2 mm² (4 AWG) de aluminio.

c) Conductor de puesta a tierra de equipos: El conductor de puesta a tierra de equipos debe cumplir con (1) hasta (3) siguientes.

1) General. Los conductores de puesta a tierra de equipos que no sean parte integral de un cable ensamblado no deben ser menores del tamaño 13.3 mm² (6 AWG) de cobre o del 21.2 mm² (4 AWG) de aluminio.

2) Cables blindados. La pantalla metálica del aislamiento que rodea a los conductores que llevan corriente se permitirá que sea usada como conductor de puesta a tierra de equipos, si tiene capacidad para soportar la corriente de falla a tierra durante el tiempo que el dispositivo de protección contra sobrecorriente opera, sin que se dañe la pantalla metálica. La pantalla metálica del aislamiento y el alambre especial de puesta a tierra no se deberán de utilizar como conductor de puesta a tierra de equipos para sistemas sólidamente puestos a tierra.

3) Tamaño. El tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos debe estar de acuerdo con la tabla 250-122 basado en la corriente nominal del fusible o en el ajuste de sobrecorriente del relevador de protección.

NOTA: El valor de sobrecorriente para un interruptor automático es la combinación de la relación del transformador de corriente y el ajuste de la corriente de disparo del relevador de protección.

250-191. Sistemas de puesta a tierra en subestaciones de corriente alterna. Para subestaciones de corriente alterna, el sistema de puesta a tierra deberá cumplir con la Parte C del Artículo 250.

NOTA: Para mayor información de puesta a tierra de subestaciones, véase apéndice B, Tabla B1.1.

250-194. Puesta a tierra y unión de cercas y otras estructuras metálicas. Las cercas metálicas que encierren, y otras estructuras metálicas en o alrededor de una subestación con equipos y conductores eléctricos expuestos deben ser puestas a tierra y unidas para limitar las tensiones de paso, de contacto y de transferencia.

a) Cercas metálicas. Donde haya cercas metálicas colocadas dentro de los 5 m de equipos o conductores eléctricos expuestos, la cerca debe estar unida al sistema de electrodos de puesta a tierra con puentes de unión de tipo cable, de la siguiente manera:

(1) Los puentes de unión se deben instalar en cada una de las esquinas de la cerca y a intervalos máximos de 50 m a lo largo de la cerca.

(2) Donde conductores aéreos desnudos crucen la cerca, los puentes de unión se deben instalar a cada lado del cruce.

(3) Las puertas deben estar unidas al poste de soporte de la salida y cada poste de soporte de la salida debe estar unido al sistema de electrodos de puesta a tierra.

(4) Todas las puertas u otras aberturas de la cerca deben estar unidas a través de la abertura mediante un puente de unión enterrado.

(5) La malla de puesta a tierra o los sistemas de electrodos de puesta a tierra deben extenderse para cubrir la oscilación las puertas en su posición abierta.

(6) Los hilos de alambre de púas situados encima de la cerca deben estar unidos al sistema de electrodos de puesta a tierra.

Deben permitirse diseños alternativos elaborados con la supervisión de la ingeniería para la puesta a tierra o la unión de cercas metálicas.

NOTA: Una sección o cerca no conductora pueden proporcionar aislamiento para la transferencia de tensión a otras áreas.

b) Estructuras metálicas. Todas las estructuras metálicas conductoras expuestas, incluidos los cables de la retenida que estén dentro de 2.5 m verticalmente o 5 m horizontalmente de equipos o conductores expuestos y sujetos al contacto de personas, deben estar unidos a los sistemas de electrodos de puesta a tierra del área.

ARTÍCULO 280

APARTARRAYOS DE MAS DE 1000 VOLTS

Parte A. Generalidades

280-1. Alcance. Este Artículo comprende los requisitos generales, los requisitos de instalación y los requisitos de conexión para apartarrayos instalados en sistemas de alambrado de inmuebles, de más de 1000 volts.

280-3. Número requerido. Cuando se utiliza en un punto de un circuito, se debe conectar un apartarrayos a cada conductor de fase. Se permite que una instalación individual de estos apartarrayos proteja varios circuitos interconectados, siempre que ningún circuito quede expuesto a sobretensiones transitorias cuando esté desconectado de los apartarrayos.

280-4. Selección del apartarrayos. Los apartarrayos deben cumplir con:

a) Capacidad. El valor nominal del apartarrayos debe ser igual o mayor a la máxima tensión continua de funcionamiento disponible en el punto de aplicación.

1) Sistemas puestos a tierra sólidamente. La máxima tensión continua de operación debe ser la tensión de fase a tierra del sistema.

2) Impedancia o sistema no puesto a tierra. La máxima tensión continua de operación debe ser la tensión de fase a fase del sistema.

b) Tipos de carburo de silicio. El valor nominal de un apartarrayos de tipo de carburo de silicio no debe ser menor al 125 por ciento del valor nominal que se especifica en el inciso (a) anterior.

NOTA: La selección de un apartarrayos de óxido metálico con valor nominal adecuado está basado en consideraciones de la tensión máxima continua de operación, de la magnitud y duración de las sobretensiones en el lugar donde está instalado el apartarrayos, cuando está afectado por fallas de fase a tierra, técnicas del sistema de puesta a tierra, sobretensiones transitorias por desconexión y otras causas. Ver las reglas de aplicación del fabricante para la selección del apartarrayos específico a ser usado en un sitio particular.

Parte B. Instalación

280-11. Localización. Se permitirá que los apartarrayos estén instalados en interiores o exteriores. Los apartarrayos deben ser inaccesibles para personas no calificadas, a menos que estén aprobados para instalación en sitios accesibles.

280-12. Usos no permitidos. No se debe instalar un apartarrayos cuando el valor nominal del apartarrayos es menor a la tensión máxima continua de fase a tierra a la frecuencia del sistema disponible en el punto de aplicación.

280-14. Instalación de los conductores de puesta a tierra del apartarrayos. Los conductores utilizados para conectar el apartarrayos a la línea, barra o al equipo y a un punto de conexión del conductor de puesta a tierra tal como se indica en 280-21, deben ser lo más corto posible y se deben evitar dobleces innecesarios.

Parte C. Conexión de los apartarrayos

280-21. Conexión. El conductor de puesta a tierra del apartarrayos debe estar conectado a uno de los siguientes:

- (1) Al conductor de acometida puesto a tierra
- (2) Al conductor del electrodo de puesta a tierra
- (3) Al electrodo de puesta a tierra de acometida
- (4) A la terminal de puesta a tierra de equipos en el equipo de acometida.

280-23. Conductores de los apartarrayos. El conductor entre el apartarrayos y la línea y entre el apartarrayos y la conexión de puesta a tierra no debe ser menor al tamaño 13.3 mm² (6 AWG) de cobre.

280-24. Interconexiones. El apartarrayos que protege un transformador que alimenta un sistema de distribución secundario, se debe interconectar como se especifica en (a) o (b) siguientes.

a) Interconexiones metálicas. Se debe hacer una interconexión metálica con el conductor puesto a tierra del circuito del secundario o al conductor de puesta a tierra del circuito del secundario, siempre que, además de la conexión de puesta a tierra directa en el apartarrayos, ocurra lo siguiente:

1) Conexión adicional de puesta a tierra. El conductor puesto a tierra del secundario tenga además una conexión de puesta a tierra con un sistema subterráneo de tubería metálica continua para agua. En tubería para agua en áreas urbanas, donde hay por lo menos cuatro conexiones de tuberías de agua con el conductor neutro y no menos de cuatro de estas conexiones por cada 1.6 kilómetros de conductor neutro, se permitirá hacer la interconexión metálica con el conductor neutro del secundario, sin tener que hacer la conexión directa de puesta a tierra en el apartarrayos.

2) Conexión del sistema con neutro multiaterrizado. El conductor puesto a tierra del secundario del sistema es una parte de un sistema de neutro multiaterrizado o un alambre estático del cual el conductor neutro del primario o el alambre estático tiene al menos cuatro conexiones de puesta a tierra por cada 1.6 kilómetros de línea, además de la conexión de puesta a tierra de cada acometida.

b) A través de un entrehierro o dispositivo. Cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra del apartarrayos no esté conectado como se establece en (a) anterior, o cuando el secundario no esté puesto a tierra como se indica en (a) anterior, pero está puesto a tierra como se indica en 250-52, se debe hacer una interconexión a través de un entrehierro u otro dispositivo aprobado, como se exige en (1) o (2) siguientes:

1) Sistemas con primario no puesto a tierra o con un solo punto puesto a tierra. Para sistemas con el primario no puesto a tierra o con un solo punto de puesta a tierra, el entrehierro u otro dispositivo aprobado debe tener como mínimo una tensión de ruptura a 60 hertz de dos veces la tensión del circuito primario, pero no necesariamente más de 10 kilovolts y debe haber como mínimo otra puesta a tierra en el conductor puesto a tierra del secundario, a una distancia no menor de 6.00 metros del electrodo de puesta a tierra del apartarrayos.

2) Sistemas con neutro del primario multiaterrizado. Para sistemas con neutro multiaterrizado, el electrodo de descarga (explosor) u otro dispositivo aprobado debe tener una tensión de ruptura a 60 hertz no mayor a 3 kilovolts, y debe haber como mínimo otra puesta a tierra en el conductor puesto a tierra del secundario a una distancia no menor que 6.00 metros del electrodo de puesta a tierra del apartarrayos.

280-25. Conexiones del electrodo de puesta a tierra y las envolventes. Excepto lo indicado en este Artículo, las conexiones del conductor del electrodo de puesta a tierra de los apartarrayos se deben hacer como se especifica en el Artículo 250, partes C y J. Los conductores del electrodo de puesta a tierra, instalados en envolventes metálicas deben cumplir con 250-64(e).

ARTÍCULO 285

SUPRESORES DE SOBRETENSIONES TRANSITORIAS DE 1000 VOLTS O MENOS (SSTT)

Parte A. Generalidades

285-1. Alcance. Este Artículo cubre de los requerimientos generales, los requisitos de instalación y los requisitos de conexión para supresores de sobretensiones transitorias instalados permanentemente en sistemas de 1000 volts o menos en los sistemas de alambrado de inmuebles.

NOTA: Los apartarrayos de 1000 volts o menos también se conocen como supresores de sobretensiones transitorias Tipo 1.

285-3. Usos no permitidos. No se debe instalar un dispositivo supresor de sobretensiones transitorias en los siguientes lugares:

- (1) Circuitos de más de 1000 volts.
- (2) En sistemas no puestos a tierra, en sistemas puestos a tierra a través de una impedancia, en sistemas en delta con una esquina puesta a tierra, a menos que estén aprobados específicamente para el uso en estos sistemas.
- (3) Cuando el valor nominal del supresor contra sobretensiones transitorias es menor a la máxima tensión continua disponible de fase a tierra a la frecuencia del sistema en el punto de aplicación.

285-4. Número requerido. Cuando se usa en un punto en un circuito, el supresor contra sobretensiones transitorias se debe conectar a cada conductor de fase.

285-5. Aprobado. Un supresor contra sobretensiones transitorias debe ser un dispositivo aprobado.

285-6. Valor de corriente de cortocircuito. El supresor contra sobretensiones transitorias se debe marcar con la capacidad de corriente de cortocircuito y no se debe instalar en un punto del sistema donde la corriente de falla disponible exceda dicho valor. Este requisito de marcado no se aplica a los contactos.

Parte B. Instalación

285-11. Ubicación. Se permitirá que los supresores de sobretensiones transitorias puedan instalarse en el interior o en el exterior y deben ser inaccesibles a personas no calificadas, a menos que esté aprobado para su instalación en lugares accesibles.

285-12. Trayectoria de las conexiones. Los conductores usados para conectar los supresores de sobretensiones transitorias a la línea o a la barra y a la puesta a tierra deben ser lo más cortos posible y se deben evitar dobleces innecesarios.

285-13. Supresor contra sobretensiones transitorias de tipo 4 y de otro tipo de componentes. Los ensambles de componentes de tipo 4 y otros componentes tipo SPD solamente deben ser instalados por el fabricante del equipo.

Parte C. Conexión de los supresores contra sobretensiones transitorias

285-21. Conexión. Cuando se instala un supresor contra sobretensiones transitorias, debe cumplir con 285-23 hasta 285-28.

285-23. Supresores contra sobretensiones transitorias Tipo 1 (apartarrayos). Los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 1 se deben instalar de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

a) Instalación. Los supresores contra sobretensiones transitorias de Tipo 1 (apartarrayos) se deben instalar, así como se indica a continuación:

- (1) Debe que los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 1 (apartarrayos) se conecten en el lado de alimentación del desconector de acometida como se permite en 230-82(4) o
- (2) Debe que los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 1 (apartarrayos) se conecten como se especifica en 285-24.

b) En la acometida. Cuando se instala en la acometida, el conductor de puesta a tierra de los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 1 se debe conectar a uno de los siguientes:

- (1) Al conductor puesto a tierra de acometida
- (2) Al conductor del electrodo de puesta a tierra
- (3) Al electrodo de puesta a tierra para la acometida
- (4) A la terminal de puesta a tierra de equipos en el equipo de acometida

285-24. Supresores contra sobretensiones transitorias de Tipo 2. Los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 2 se deben instalar de acuerdo con lo siguiente.

a) Edificio o estructura alimentada por la acometida. Los supresores contra sobretensiones transitorias de Tipo 2 se deben conectar en cualquier lugar en el lado carga de un dispositivo contra sobrecorriente del desconector de acometida requerido en 230-91, a menos que se instale de acuerdo con 230-82(8).

b) Edificio o estructura suministrada por alimentador. Los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 2 se deben conectar en el edificio o estructura, en cualquier lugar en el lado carga del primer dispositivo contra sobrecorriente en el edificio o estructura.

c) Sistema derivado separado. Los supresores contra sobretensiones transitorias se deben conectar en el lado de carga del primer dispositivo contra sobrecorriente de un sistema derivado separado.

285-25. Supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 3. Se permitirá que los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 3 se instalen en cualquier lugar en el lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado hasta el equipo alimentado. Si en las instrucciones del fabricante de los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 3 está incluida, la conexión debe estar por lo menos a 10.00 metros de distancia del desconector de acometida o del sistema derivado separado.

285-26. Tamaño del conductor. Los conductores de puesta a tierra y de línea no deben ser menores al tamaño 2.08 mm² (14 AWG) de cobre.

285-27. Conexión entre los conductores. Debe permitirse que un supresor contra sobretensiones transitorias se conecte entre cualquiera de dos conductores de fase, conductor puesto a tierra, conductor de puesta a tierra de equipos, o conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra de equipos se deben interconectar solamente por la operación normal de los supresores contra sobretensiones transitorias durante una sobretensión.

285-28. Conexiones del conductor del electrodo de puesta a tierra y las envolventes. Excepto lo que se establece en este Artículo, las conexiones de puesta a tierra de los supresores contra sobretensiones transitorias se deben hacer tal como se especifica en la Parte C del Artículo 250. Los conductores del electrodo de puesta a tierra, instalados en envolventes metálicas, deben cumplir lo establecido en 250-64(e).

CAPÍTULO 3

MÉTODOS DE ALAMBRADO Y MATERIALES

ARTÍCULO 300

MÉTODOS DE ALAMBRADO

Parte A. Requisitos Generales

300-1. Alcance.

a) Todas las instalaciones de alambrado. Este Artículo comprende los requisitos generales para métodos de alambrado y materiales para todas las instalaciones de alambrado, a menos que se modifique por otros artículos de este Capítulo 3.

b) Partes integrales de equipos. Las disposiciones de este Artículo no están previstas para ser aplicadas a los conductores que sean parte integral de equipos, tales como motores, controladores, centros de control de motores, equipos de control ensamblados en fábrica, o equipos de utilización aprobados.

c) Designación métrica y tamaños comerciales. La designación métrica y tamaños comerciales para tubería conduit, tubería, adaptadores y accesorios asociados se deben designar tal como se indica en la Tabla 300-1(c).

Tabla 300-1 (c).- Designación métrica y tamaños comerciales

Designación métrica	Tamaño comercial
12	$\frac{3}{8}$
16	$\frac{1}{2}$
21	$\frac{3}{4}$
27	1
35	$1\frac{1}{4}$
41	$1\frac{1}{2}$
53	2
63	$2\frac{1}{2}$
78	3
91	$3\frac{1}{2}$
103	4
129	5
155	6

La designación métrica y los tamaños comerciales sirven para propósitos de identificación únicamente y no son dimensiones reales.

300-2. Limitaciones.

a) Tensión. Cuando no estén específicamente limitados por alguna sección del Capítulo 3, los métodos de alambrado de este Capítulo se aplicarán a instalaciones de 1000 volts nominales o menos. Estos métodos se permitirán en circuitos de más de 1000 volts cuando esté expresamente permitido en cualquier otro lugar de esta NOM.

b) Temperatura. Los límites de temperatura del aislamiento de los conductores deben estar de acuerdo con lo establecido en 310-15(a)(3).

300-3. Conductores.

a) Conductores individuales. Sólo se deben instalar conductores individuales, de los especificados en la Tabla 310-104(a) cuando formen parte de uno de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3.

Excepción: Se permitirán conductores individuales cuando se instalan como conductores aéreos separados de acuerdo con 225-6.

b) Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito y, el conductor puesto a tierra, todos los conductores de puesta a tierra de los equipos y los conductores de unión, cuando se usen, deben estar instalados en la misma: canalización, canal auxiliar, charola portacables, ensamble de conductores aislados en zanja, cable o cordón, a menos que se permita algo diferente, de acuerdo con (1) a (4) siguientes.

1) Instalaciones en paralelo. Se permitirá tender los conductores en paralelo de acuerdo con las disposiciones de 310-10(h). El requisito de tender todos los conductores del circuito dentro de la misma canalización, canal auxiliar, charola portacables, zanja, cable o cordón, se debe aplicar separadamente a cada porción de la instalación en paralelo y los conductores de puesta a tierra del equipo deben cumplir con las disposiciones de 250-122. Los tendidos paralelos en charolas portacables deben cumplir con las disposiciones de 392-20(c).

Excepción: Se permitirá el tendido de los conductores instalados en canalizaciones no metálicas subterráneas, como instalaciones de conductores de fase, neutro y puesto a tierra aislados. Las canalizaciones se deben instalar muy cerca unas de otras y los conductores aislados de fase, neutro y puesto a tierra deben cumplir con las disposiciones de 300-20(b).

2) Conductores de puesta a tierra y de unión. Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén instalados afuera de la canalización o del ensamble de cable, si están de acuerdo con las disposiciones de 250-130(c) para algunas instalaciones existentes, o de acuerdo con la Excepción 2 de 250-134(b) para circuitos de corriente continua. Se permitirá la instalación de los conductores para la unión de los equipos en el exterior de las canalizaciones, de acuerdo con 250-102(e).

3) Métodos de alambrado no ferrosos. Los conductores en métodos de alambrado con un forro no metálico o no magnético, si están tendidos en diferentes canalizaciones, canales auxiliares, charolas portacables, zanjas, cables o cordones, deben cumplir con las disposiciones de 300-20(b).

Los conductores en un cable tipo MI de un solo conductor con forro no magnético deben cumplir con las disposiciones de 332-31. Los conductores de un cable tipo MC de un solo conductor con forro no magnético deben cumplir con las disposiciones de 330-31, 330-116 y 300-20(b).

4) Envoltentes de tableros de tamaño del ancho de una columna. Cuando un canal auxiliar está entre un tablero de distribución tipo columna y una caja de paso, y la caja de paso incluye terminales del neutro, se permitirá que los conductores del neutro de los circuitos alimentados desde el tablero de distribución se originen en la caja de paso.

c) Conductores de sistemas diferentes.

1) De 1000 volts nominales o menos. Se permitirá que los conductores de circuitos de corriente directa y corriente alterna de 1000 volts nominales o menos ocupen el mismo envoltente, cable o canalización del alambrado. Todos los conductores deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión máxima del circuito aplicado a cualquier conductor que se encuentre en el envoltente, cable o canalización.

Debe permitirse que el cableado secundario de las lámparas de descarga eléctrica de 1000 volts o menos, si está aislado para la tensión secundaria involucrada, ocupe el mismo envoltente de luminaria, anuncio o iluminación de contorno, que los conductores del circuito derivado.

NOTA 1: Para los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3, véase 725-136(a).

NOTA 2: Véase 690-4(b) para información sobre fuente fotovoltaica y circuitos de salida.

2) De más de 1000 volts nominales. Los conductores de los circuitos de más de 1000 volts nominales no deben ocupar el mismo envoltente, cable o canalización del alambrado de equipos, que los conductores de circuitos de 1000 volts nominales o menos, a menos que se permita algo diferente en (a) hasta (e) siguientes.

- a. Se permitirá que los conductores primarios de los balastos de lámparas de descarga, aislados para la tensión del primario del balastro, si están dentro del envoltente del alambrado individual, ocupen el mismo envoltente de la luminaria, anuncio o iluminación de contorno, que los conductores del circuito derivado.
- b. Se permitirá que los conductores de excitación, de control, del relevador y del amperímetro usados en conexión con cualquier motor o arrancador individual ocupen el mismo envoltente que los conductores del circuito del motor.
- c. En motores, transformadores, ensambles de tableros de distribución y control, tableros de distribución y equipos similares, se permitirán conductores con aislamiento para diferentes tensiones.
- d. En los pozos de visitas se permitirán conductores con aislamiento para diferentes tensiones, si los conductores de cada sistema están separados en forma eficaz y permanente de los conductores de los otros sistemas y sujetos firmemente a perchas, aisladores u otros soportes aprobados.

Los conductores con aislamiento no blindado y que operan a diferentes tensiones no deben ocupar el mismo envoltente, cable o canalización.

300-4. Protección contra daños físicos. Los conductores, canalizaciones y cables deben estar debidamente protegidos cuando estén expuestos a daños físicos.

NOTA: Un daño menor a una canalización, armadura de cable o aislamiento de cable no viola necesariamente la integridad del aislamiento de los conductores, canalizaciones y armadura de cable.

a) Cables y canalizaciones a través de elementos de madera.

1) Orificios perforados. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando esté instalado un método de alambrado de cables o canalización a través de orificios perforados en vigas, travesaños diagonales, o elementos de madera, los orificios se deben hacer de modo que el borde de los mismos esté situado a una distancia no menor a 3.00 centímetros del borde más próximo del elemento de madera.

Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o la canalización de la penetración por tornillos o clavos mediante placa o pasacable de acero de espesor mínimo de 1.5 milímetros y de longitud y ancho adecuados, instalados de modo que cubra el área del alambrado.

Excepción 1: No se exigirán placas de acero para proteger tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico pesado o tubo conduit metálico ligero.

Excepción 2: Se permitirá una placa de acero marcada y aprobada con espesor menor a 1.5 milímetros que brinde igual o mayor protección contra la penetración por tornillo o clavo.

2) Ranuras en la madera. Cuando no se debilite la estructura del edificio, tanto en lugares expuestos como ocultos, se permitirá instalar los cables o canalizaciones en ranuras en las vigas, travesaños diagonales, u otros elementos de madera, siempre que el cable o canalización estén protegidos, contra clavos o tornillos, por una placa de acero de espesor mínimo de 1.5 milímetros y con la longitud y ancho adecuados, instalada para cubrir el área del alambrado en esos puntos. La placa de acero se debe instalar antes de que se aplique el acabado a la construcción.

Excepción 1: No se exigirán placas de acero para proteger el tubo conduit metálico pesado, el tubo conduit metálico semipesado, el tubo conduit no metálico pesado o el tubo conduit metálico ligero.

Excepción 2: Se permitirán placas de acero de menor espesor a 1.5 milímetros que brinden igual o mayor protección contra la penetración de tornillos o clavos.

b) Cables con cubierta no metálica y tubo conduit no metálico a través de miembros estructurales metálicos.

1) Cables con cubierta no metálica. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando haya cables con cubierta no metálica que pasen por ranuras u orificios en miembros metálicos de la estructura, troquelados, cortados o perforados en fábrica o en sitio, el cable se debe proteger mediante pasacables o anillos aprobados que cubran todos los bordes metálicos y estén asegurados firmemente a la abertura antes de instalar el cable.

2) Cables con cubierta no metálica y tubo conduit no metálico. Cuando sea probable que haya clavos o tornillos que puedan penetrar un cable con forro no metálico o un tubo conduit no metálico, se debe proteger el cable o tubería mediante una funda, una lámina o una abrazadera de acero, de un espesor no menor a 1.5 milímetros.

Excepción: Se permitirán placas de acero de menor espesor a 1.5 milímetros que brinden igual o mayor protección contra la penetración de tornillos o clavos.

c) Cables a través de espacios detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables o métodos de alambrado tipo canalización instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso, se deben fijar de acuerdo con los artículos aplicables.

d) Cables y canalizaciones paralelos a los miembros estructurales y tiras de soporte. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando esté instalado un método de alambrado de cables o métodos de alambrado tipo canalización, paralelos a miembros estructurales tales como columnas, vigas o travesaños diagonales, o paralelos a tiras de soporte, el cable o canalización se debe instalar y sostener de modo que la superficie exterior más cercana del cable o canalización quede a no menos de 3.00 centímetros del borde más cercano del miembro estructural o tiras de soporte, por el que sea probable que puedan penetrar clavos o tornillos. Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o canalización de la penetración por tornillos o clavos mediante una placa de acero, una funda de acero o equivalente, de cuando menos 1.5 milímetros de espesor.

Excepción 1: No se exigirán placas de acero, fundas de acero o su equivalente, para proteger tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico pesado, o el tubo conduit metálico ligero.

Excepción 2: Para trabajos ocultos en edificios terminados o en los paneles terminados de edificios prefabricados en los que no se pueda fijar el cable o canalización, se permitirá jalar los cables con una guía entre los puntos de acceso.

Excepción 3: Se permitirá una placa de acero de menor espesor a 1.5 milímetros que brinde igual o mayor protección contra penetración de tornillos o clavos.

e) Cables, canalizaciones o cajas instaladas en o debajo de la estructura de los techos. Un cable, canalización o caja instalado, en lugares expuestos u ocultos, debajo de la lámina acanalada de la cubierta de los techos se debe sostener de manera que no quede a menos de 3.80 centímetros, medido desde la parte

más baja de la cubierta del techo a la parte superior del cable, canalización o caja. Un cable, canalización o caja no se debe instalar en las partes ocultas de la estructura de lámina acanalada del techo.

NOTA: El material de la estructura de lámina metálica corrugada para techos con frecuencia se repara o reemplaza después de la instalación inicial del cable o canalización y de la instalación del techo y puede ser penetrado por los tornillos u otros dispositivos mecánicos diseñados para sujetar firmemente la membrana a prueba de agua o el material de aislamiento del techo.

Excepción: No se exigirá que el tubo conduit metálico pesado ni el tubo conduit metálico semipesado cumplan con este inciso (e).

f) Cables y canalizaciones instaladas en ranuras poco profundas. Los métodos de alambrado del tipo de cables o canalizaciones instalados en una ranura que se vaya a cubrir con paneles de yeso, paneles decorativos, entablado, alfombrado o algún otro acabado similar, se deben proteger con una placa de acero, funda de acero, o equivalente, de 1.5 milímetros de espesor o por un espacio libre no menor a 3.00 centímetros en toda la longitud de la ranura en la que esté instalado el cable o canalización.

Excepción 1: No se exigirán placas de acero, fundas de acero o su equivalente, para proteger tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico pesado, o tubo conduit metálico ligero.

Excepción 2: Se permitirá una placa de acero de menor espesor a 1.5 milímetros que brinde igual o mayor protección contra la penetración de tornillos o clavos.

g) Accesorios aislados. Cuando una canalización contenga conductores aislados de tamaño 21.2 mm² (4 AWG) o mayores y estos conductores entren en un envolvente, gabinete, caja o canalización, se deben proteger los conductores mediante un accesorio identificado que ofrezca una superficie aislante lisa y redondeada, a menos que los conductores estén separados del accesorio o de la canalización por un material aislante identificado y sujeto firmemente.

Excepción: Cuando los bujes o boquillas roscadas que son parte integrante del gabinete, caja, envolvente o canalización, ofrecen una superficie suavemente redondeada o acampanada para la entrada de los conductores.

No se deben utilizar pasacables de tubo conduit hechos exclusivamente de material aislante para sujetar un accesorio o canalización. El accesorio o material aislante debe tener una temperatura nominal no menor que la temperatura nominal del aislamiento de los conductores instalados.

h) Juntas estructurales. Se debe utilizar un accesorio aprobado de expansión/deflexión u otro medio aprobado cuando una canalización cruce una junta estructural para expansión, contracción o deflexión, utilizadas en edificios, puentes, espacios de estacionamiento y otras estructuras.

300-5. Instalaciones subterráneas.

a) Requisitos de profundidad mínima. Los cables, tubos conduit u otras canalizaciones directamente enterradas, se deben instalar de modo que cumplan los requisitos de profundidad mínima de la Tabla 300-5.

b) Lugares mojados. Se debe considerar que el interior de los envolventes o canalizaciones subterráneas son lugares mojados. Los conductores y cables aislados instalados en estos envolventes o canalizaciones subterráneas deben cumplir con 310-10(c). Todas las conexiones o empalmes en instalaciones subterráneas deben estar aprobadas para lugares mojados.

c) Cables y conductores subterráneos bajo edificios. Los cables y conductores subterráneos instalados bajo un edificio deben estar en una canalización.

Tabla 300-5.- Requisitos de profundidad mínima en instalaciones de 0 a 1000 volts nominales

Tipo de método de alambrado o circuito					
	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5
Ubicación del método de alambrado o circuito	Cables o conductores directamente enterrados	Tubo conduit metálico pesado o semipesado	Canalizaciones no metálicas aprobadas para instalar directamente enterradas sin cubiertas de	Circuitos derivados para viviendas de 120 volts o menos con protección contra fallas a tierra y	Circuitos de control de riego y alumbrado del paisaje limitados a menos de 30 volts e instalados con cables tipo UF o en

			concreto u otras canalizaciones aprobadas	protección contra sobrecorriente máxima de 20 amperes	otros cables o canalizaciones identificados
centímetros					
Todas las ubicaciones no especificadas abajo	60	15	45	30	15 ^{a, b}
En zanjas con una cubierta de 5 centímetros de concreto de espesor o equivalente	45	15	30	15	15
Bajo un edificio	0 (en canalizaciones o cable tipo MC o MI identificados para instalar directamente enterrados)	0	0	0 (en canalizaciones o cable tipo MC o tipo MI identificado para instalar directamente enterrados)	0 (en canalizaciones o cable tipo MC o tipo MI identificado para instalar directamente enterrados)
Bajo baldosas de concreto para exteriores de mínimo 10 centímetros de espesor, sin tráfico de vehículos y que las baldosas sobresalgan no menos de 15 centímetros de la instalación subterránea	45	10	10	15 (directamente enterrado)	15 (directamente enterrado)
				10 (en canalizaciones)	10 (en canalizaciones)
Bajo calles, carreteras, autopistas, callejones, accesos vehiculares y estacionamientos	60	60	60	60	60
Accesos vehiculares y estacionamientos exteriores para viviendas unifamiliares, bifamiliares y utilizados sólo para propósitos relacionados con la vivienda	45	45	45	30	45
Dentro o bajo las pistas de los aeropuertos, incluidas las áreas adyacentes donde está prohibido el paso	45	45	45	45	45

^a Se permitirá una profundidad menor cuando se especifique en las instrucciones de instalación de un sistema de iluminación de baja tensión.

^b Se permitirá una profundidad de 15 cm (6 pulgadas) para la iluminación de la piscina, el spa y la fuente, instalada en una canalización no metálica, limitada a no más de 30 volts cuando forme parte de un sistema de iluminación de baja tensión.

1. Profundidad mínima se define como la distancia más corta en milímetros medida entre un punto en la superficie superior de cualquier conductor, cable, tubo conduit o canalización directamente enterrados, y el nivel superior del terreno terminado, concreto o cubierta similar.

2. Las canalizaciones aprobadas para enterramiento sólo embebidas en concreto requieren una cubierta de concreto de no menos de 5 centímetros de espesor.

3. Se permitirán menores profundidades cuando los cables y conductores suben para terminaciones o empalmes o cuando se requiere tener acceso a ellos.

4. Cuando se usa uno de los métodos de alambrado presentados en las columnas 1-3 para uno de los tipos de circuitos de las columnas 4 y 5, se permitirá enterrar los cables a la menor profundidad.

5. Si se encuentra roca sólida que impide cumplir con la profundidad especificada en esta Tabla, el alambrado se debe instalar en canalizaciones metálicas o no metálicas permitidas directamente enterradas. Las canalizaciones se deben cubrir con un mínimo de 5 centímetros de concreto que penetre hasta la roca.

Excepción 1: Se permitirá el cable tipo MI bajo un edificio sin instalación en una canalización, cuando esté embebido de concreto, relleno u otro material de mampostería de acuerdo con 332-10(6) o en tramos subterráneos si están protegidos adecuadamente contra daños físicos y condiciones corrosivas de acuerdo con 332-10(10).

Excepción 2: Se permitirá el cable tipo MC directamente enterrado o revestido en concreto bajo un edificio, sin instalación en una canalización de acuerdo con 330-10(a)(5) y en lugares mojados de acuerdo con 330-10(a)(11).

d) Protección contra daños. Los conductores y cables enterrados directamente se deben proteger contra daño según se indica en (1) hasta (4) siguientes.

1) Que salen desde el nivel del terreno. Los conductores y cables enterrados directamente que salen desde el nivel del terreno y que se especifican en las columnas 1 y 4 de la Tabla 300-5, se deben proteger con envolventes o canalizaciones que se extiendan desde la profundidad mínima requerida en el inciso (a), hasta un punto situado a una distancia mínima de 2.50 metros sobre el acabado del terreno. No se exigirá en ningún caso que la protección requerida exceda los 45 centímetros por debajo del acabado del terreno.

2) Conductores que entran en edificios. Los conductores que entran en un edificio deben estar protegidos hasta el punto de entrada.

3) Conductores de acometida. Los conductores de acometidas subterráneas, que no están embebidos en concreto y que están enterradas 45 centímetros o más por debajo del nivel del terreno, deben tener identificada su ubicación por medio de una cinta de aviso colocada en la zanja cuando menos 30 centímetros por encima de la instalación subterránea.

4) Daño del envoltente o la canalización. Cuando la canalización o envoltente estén expuestas a daños, los conductores se deben instalar en tubo conduit metálico pesado RMC, tubo conduit metálico semipesado IMC, tubo conduit de PVC Cédula 80 o su equivalente.

e) Empalmes y derivaciones. Se permitirá que los cables o conductores enterrados directamente estén empalmados o derivados sin utilizar cajas de empalme. Los empalmes o derivaciones deben hacerse según lo establecido en 110-14(b).

f) Relleno.

No deben usarse rellenos que puedan dañar la canalización, los cables, canalizaciones, conductores u otras subestructuras o impedir la compactación adecuada del mismo o contribuir a la corrosión de los elementos de la instalación, tales como relleno que contenga rocas grandes, materiales de pavimento, escorias, materiales grandes y con ángulos agudos o material corrosivo.

Cuando sea necesario proteger a la canalización o al cable contra daño físico, la protección debe proporcionarse por medio de rellenos de materiales granulados o seleccionados, cubiertas adecuadas, mangas apropiadas u otros medios aprobados.

g) Sellos de la canalización. El tubo conduit o canalizaciones por las cuales pudiera hacer contacto la humedad con partes vivas energizadas, deben sellarse en uno o ambos extremos. Las canalizaciones de reserva o las no utilizadas también deberán estar selladas. Los sellos deben ser identificados para uso con el aislamiento del cable, aislamiento del conductor, conductor desnudo, pantalla protectora u otros componentes.

NOTA: Cuando se tenga la presencia de gases o vapores peligrosos sellar el tubo conduit o las canalizaciones subterráneas que entren a los edificios.

h) Pasacables. En el extremo de un tubo conduit u otra canalización que termine bajo tierra y de la que salgan los conductores o cables como en el método de alambreado directamente enterrado, se debe instalar un pasacable o accesorio terminal con una abertura integrada en forma de anillo aislador. En lugar del pasacable se permitirá usar un sello que tenga las mismas características de protección física del pasacable.

i) Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito y cuando se requiera, el conductor puesto a tierra, y todos los conductores de puesta a tierra del equipo, deben instalarse en una misma canalización o cuando vayan en una trinchera, próximos unos de otros.

Excepción 1: Se permitirán que los conductores sean instalados en paralelo en canalizaciones, cables multiconductores o cables conductores individuales directamente enterrados. Cada cable multiconductor o canalización debe contener todos los conductores del mismo circuito, incluidos los conductores de puesta a tierra del equipo. Cada cable conductor individual directamente enterrado, se debe localizar lo más cerca posible en la zanja con los cables conductores individuales en el mismo juego paralelo de conductores en el circuito, incluidos los conductores de puesta a tierra de equipos.

Excepción 2: Se permitirán instalaciones de fase separada, polaridad, conductor puesto a tierra y conductor de unión y de puesta a tierra del equipo en cables o canalizaciones no metálicas con recubrimiento no metálico o forro no magnético situadas muy cerca unas de otras, cuando los conductores estén en paralelo como lo permite 310-10(h), y cuando se cumplen las condiciones de 300-20(b).

j) Movimientos de la tierra. Cuando los conductores, cables o canalizaciones directamente enterrados estén sujetos a asentamiento por movimientos del terreno o a causa de heladas, los conductores, cables o canalizaciones directamente enterrados se deben colocar de modo que se eviten daños a los conductores encerrados o a los equipos conectados a las canalizaciones.

NOTA: Esta sección reconoce los bucles en "S" en las transiciones de cables y conductores directamente enterrados a canalizaciones, en las juntas de expansión en las canalizaciones ascendentes hasta los equipos

fijos y, en general, la realización de conexiones flexibles a los equipos sujetos a asentamientos o levantamientos.

k) Perforación direccional. Los cables o canalizaciones que se instalan usando equipo de perforación direccional deben estar aprobados para ese propósito.

300-6. Protección contra la corrosión y el deterioro. Las canalizaciones, charolas portacables, ensamble de cables con canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, armadura de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, coples, accesorios, soportes y todo el material de soporte, deben ser de materiales adecuados para el medio ambiente en el cual van a ser instalados.

a) Equipo metálico ferroso. Las canalizaciones metálicas ferrosas, charolas portacables, ensamble de canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos metálicos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte, deben protegerse adecuadamente contra la corrosión por dentro y por fuera (excepto las roscas en las uniones), recubriéndolos con un material aprobado resistente a la corrosión. Cuando es necesaria la protección contra la corrosión y el tubo conduit se rosca en el sitio, las roscas se deben recubrir con un compuesto aprobado, eléctricamente conductor y resistente a la corrosión.

NOTA: Las roscas cortadas en obra son aquellas que se cortan en conductos, codos o niples en un lugar distinto a la fábrica, donde el producto esté listado.

Excepción: No se exigirá que el acero inoxidable tenga recubrimiento protector.

1) Protegidos contra la corrosión sólo mediante esmalte. Cuando están protegidos contra la corrosión sólo con esmalte, las canalizaciones metálicas ferrosas, charolas portacables, ensamble de canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos metálicos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte, no se deben utilizar en exteriores ni en lugares mojados, como se describe en 300-6(d).

2) Recubrimientos orgánicos en cajas o gabinetes. Cuando las cajas o gabinetes tengan un sistema aprobado de recubrimiento con pintura orgánica y estén rotulados como "hermético a la lluvia", "a prueba de lluvia" o "tipo exterior", se permitirá utilizarlos en exteriores.

3) En concreto o en contacto directo con la tierra. Se permitirá instalar canalizaciones metálicas ferrosas, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte en concreto o en contacto directo con la tierra, o en áreas sometidas a un fuerte ambiente corrosivo, cuando estén fabricados de material aprobado para esta condición o estén provistos de una protección contra la corrosión.

b) Equipo metálico de aluminio. Las canalizaciones, charolas portacables, ensamble de canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte, todos de aluminio, embebidos en concreto o en contacto directo con la tierra, deben estar provistos de protección suplementaria contra la corrosión.

c) Equipo no metálico. Las canalizaciones, charolas portacables, ensamble de canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, cables con cubierta exterior no metálica y armadura o cubierta metálica interna, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte no metálicos, deben estar fabricados de material resistente a la corrosión y deben cumplir lo que se especifica en (1) y (2) siguientes, según se aplique a la instalación específica.

1) Expuesto a la luz solar. Cuando los materiales están expuestos a la luz solar, deben estar identificados como resistentes a la luz solar.

2) Exposición a sustancias químicas. Si están sometidos a exposición a solventes, vapores, inmersión o rociado de sustancias químicas, los materiales o recubrimientos deben ser resistentes a las sustancias químicas con base en su aplicación o deben estar identificados para resistir el reactivo químico específico.

d) Lugares mojados en interiores. En plantas de procesamiento de productos lácteos, lavanderías, fábricas de conservas y otros lugares mojados en interiores, y en lugares donde se laven las paredes con frecuencia o tengan superficies de material absorbente, como papel húmedo o madera, todo el sistema de alambrado, incluidas cajas, accesorios, canalizaciones y cables usados con el mismo, cuando estén expuestos, se deben montar de modo que quede como mínimo un espacio libre de 6 milímetros entre el sistema de alambrado y la pared o superficie que lo soporta.

Excepción: Se permite la instalación de canalizaciones, cajas y accesorios no metálicas sin la separación mínima en superficies de concreto, tabique, azulejo o superficies similares.

NOTA: En general, los lugares en los cuales se manejan y almacenan productos químicos, ácidos y/o alcalinos pueden presentar condiciones severas de corrosión especialmente si son lugares húmedos o mojados. Existen condiciones severas de corrosión en áreas de plantas empacadoras de carne, tenerías,

pegamentos, algunos establos, instalaciones muy cercanas al mar y a las albercas, áreas donde se utilizan productos químicos para deshielo y sótanos o cuartos de almacenamiento para cueros, crudos, materiales para embalar, fertilizantes, sal y productos químicos a granel.

300-7. Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas.

a) Sellado. Cuando diversas partes de una canalización o cubierta de cable están expuestas a temperaturas muy diferentes, y cuando se sabe que la condensación es un problema, como en áreas de almacenamiento en frío en los edificios o cuando pasan desde el interior hacia el exterior de un edificio, la canalización o la cubierta se deben rellenar con un material aprobado para evitar la circulación de aire caliente hacia una sección más fría de la canalización o la cubierta. Para este propósito no se exigirá un sello a prueba de explosión.

b) Juntas de expansión Expansión-Deflexión y Conexiones de Deflexión. Las canalizaciones deben proporcionarse con juntas de expansión Expansión-Deflexión y Conexiones de Deflexión cuando se requiera compensar la expansión, deflexión y contracción térmica.

NOTA: Las Tablas 352-44 y 355-44 suministran información sobre la expansión para el policloruro de vinilo, (PVC) y para tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), respectivamente. Se puede determinar un número nominal para tubo conduit de acero al multiplicar la longitud de expansión de la Tabla 352-44 por 0.20. El coeficiente de expansión de la tubería eléctrica de acero, tubo conduit metálico semipesado y tubo conduit pesado, es de 1.170×10^{-5} (0.0000117 milímetros por cada milímetro de tubo conduit por cada grado centígrado de cambio de temperatura).

Se puede determinar un número nominal para tubo conduit de aluminio y tubería metálica eléctrica de aluminio multiplicando la longitud de expansión de la Tabla 352-44 por 0.40. El coeficiente de expansión para tubería metálica eléctrica de aluminio y tubo conduit metálico pesado de aluminio es de 2.34×10^{-5} (0.0000234 milímetros por cada milímetro de tubo conduit por cada grado centígrado de cambio de temperatura).

300-8. Instalación de conductores con otros sistemas. En las canalizaciones o charolas portacables que contengan conductores eléctricos no debe haber ningún tubo, tubería o similar para vapor, agua, aire, gas, drenaje o cualquier otro servicio que no sea eléctrico.

300-9. Canalizaciones en lugares mojados por encima del nivel del suelo. Cuando las canalizaciones se instalan en lugares mojados por encima del nivel del suelo, se debe considerar que el interior de estas canalizaciones es un lugar mojado. Los conductores y cables aislados instalados en canalizaciones en lugares mojados por encima del nivel del suelo deben cumplir con lo que se especifica en 310-10(c).

300-10. Continuidad eléctrica de las canalizaciones y envolventes metálicas. Las canalizaciones, armaduras de cables y otros envolventes metálicos de conductores, se deben unir metálicamente formando un conductor eléctrico continuo y se deben conectar a todas las cajas, accesorios y gabinetes, de modo que ofrezcan una continuidad eléctrica efectiva. A menos que se permita específicamente en otra parte de esta NOM, las canalizaciones y ensambles de cables se deben sujetar mecánicamente a las cajas, gabinetes, accesorios y otras envolventes.

Excepción 1: No se exigirá que secciones cortas de canalizaciones, usadas para brindar soporte o protección a los ensambles de cables contra daño físico, sean continuas eléctricamente.

Excepción 2: No se exigirá que los envolventes de equipos que se van a aislar, según lo permite 250-96(b), estén unidos eléctricamente a la canalización metálica.

300-11. Aseguramiento y soportes.

a) Firmemente sujetos en el lugar. Las canalizaciones, ensambles de cables, cajas, gabinetes y accesorios deben estar firmemente sujetos en su lugar. No se permitirá utilizar como único soporte, alambres de soporte que no ofrezcan un soporte seguro. Se permitirán como único soporte, los alambres de soporte y accesorios asociados que brindan un soporte seguro, y que están instalados además de los alambres de soporte de la retícula del plafón. Si se usan alambres de soporte independientes, se deben asegurar en ambos extremos. Los cables y canalizaciones no se deben soportar en la retícula del plafón.

b) Sistemas de cableado instalados por encima de los techos suspendidos. No se permitirán como el único soporte los cables de soporte que no proporcionen soporte seguro. Los alambres de soporte y los accesorios asociados que proporcionan soporte seguro y que se instalan además de los cables de soporte de la rejilla del techo se permitirán como único soporte. Cuando se utilizan cables de soporte independientes, se asegurarán en ambos extremos. Los cables y canalizaciones no estarán soportados por las rejillas del techo.

1) Ensamblajes resistentes al fuego. El alambrado situado dentro de la cavidad de un ensamble para piso o para techo clasificado como resistente al fuego, no se debe sujetar ni soportar a la rejilla del plafón, incluidos los alambres de soporte del ensamble. Debe existir un medio de soporte seguro e independiente y se debe permitir su fijación al ensamble. Si se usan alambres de soporte independientes, se deben poder distinguir por su color, su etiquetado u otro medio eficaz, de los que son parte del diseño clasificado como resistente al fuego.

Excepción: Se permitirá que el sistema de soporte del plafón sostenga el alambrado y el equipo que ha sido probado como parte del ensamble resistente al fuego.

2) Ensamblajes no resistentes al fuego. El alambrado situado dentro de la cavidad de un ensamble para piso o para techo clasificado como no resistente al fuego, no se debe sujetar ni soportar en el ensamble del plafón, incluidos los alambres de soporte del ensamble. Se debe suministrar un medio de soporte seguro e independiente y se debe permitir su fijación al ensamble. Cuando se utilicen alambres de soporte independientes, se deben distinguir ya sea por color, etiqueta u otro medio efectivo.

Excepción: Se permitirá que el sistema de soporte del ensamble sostenga el alambrado del circuito derivado y el equipo asociado, si está instalado de acuerdo con las instrucciones del fabricante del ensamble.

c) Canalizaciones usadas como medio de soporte. Las canalizaciones sólo se deben usar como medio de soporte para otras canalizaciones, cables o equipo no eléctrico, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando la canalización o medio de soporte estén identificados como un medio de soporte.
- (2) Cuando la canalización alberga conductores de alimentación de energía para equipo controlado eléctricamente, y se usa para apoyar conductores o cables de circuito Clase 2 que son únicamente para el propósito de conexión a los circuitos de control del equipo.
- (3) Cuando la canalización se usa para sostener cajas de acuerdo con 314-23 o para soportar luminarias de acuerdo con 410-36(e).

d) Cables no utilizados como medio de soporte. Los métodos de alambrado con cables no se deben usar como medio de soporte para otros cables, canalizaciones ni equipo no eléctrico.

300-12. Continuidad mecánica de las canalizaciones y de los cables. Las canalizaciones metálicas o no metálicas, armaduras de cables y forros de cables, deben ser continuos entre los gabinetes, cajas, accesorios u otros envoltorios o salidas.

Excepción 1: No se exigirá que las secciones cortas de canalizaciones, utilizadas como soporte o protección de los ensambles de cables contra daño físico, sean continuas mecánicamente.

Excepción 2: No se exigirá que las canalizaciones ni los cables instalados en el fondo de equipos con fondo abierto, como tableros de distribución, centros de control de motores y transformadores montados sobre plataforma o en el suelo se fijen mecánicamente al equipo.

300-13. Continuidad mecánica y eléctrica de los conductores.

a) Generalidades. Los conductores en las canalizaciones deben ser continuos entre las cajas de salida, cajas de registro, dispositivos, etc. Dentro de una canalización no debe haber ni empalmes ni derivaciones, a no ser los permitidos en 300-15; 368-56(a), 376-56, 378-56, 384-56, 386-56, 388-56 o 390-7.

b) Retiro de dispositivos. En los circuitos derivados multiconductores, la continuidad de un conductor puesto a tierra no debe depender de las conexiones en los dispositivos tales como portalámparas, contactos, etc., cuando al retirar tales dispositivos se interrumpa la continuidad.

300-14. Longitud de los conductores libres en las salidas, puntos de conexiones y de interrupción. En cada salida, punto de conexiones y de interrupción se debe dejar libre, para empalmes o para la conexión de luminarias o dispositivos, una longitud de 15 centímetros como mínimo, medida desde el punto en la caja en donde el conductor sale de su canalización o forro del cable. Cuando la abertura para una salida, punto de conexiones o de interrupción es menor de 20 centímetros en cualquier dimensión, cada conductor debe tener la longitud suficiente para extenderse al menos 7.50 centímetros fuera de la abertura.

Excepción: No se exigirá que los conductores no empalmados o que no terminan en el punto de salida, de conexiones o punto de interrupción cumplan con lo especificado en esta sección.

300-15. Cajas o accesorios, cuando se requieren. Se debe instalar una caja en cada salida y punto de interrupción para alambrado oculto con aisladores de porcelana tipo perilla y tubo.

Los accesorios y conectores se deben usar solamente con los métodos de alambrado específicos para los cuales están diseñados y aprobados.

Cuando el método de alambrado es con tubo conduit, tubería, cable tipo AC, cable tipo MC, cable tipo MI, cable con forro no metálico u otros cables, se debe instalar una caja en cada punto de: empalme de un conductor, salida, interrupción, conexión, terminación o paso, a menos que se permita algo diferente en (a) hasta (l) siguientes.

a) Métodos de alambrado con acceso interior. No se exigirá una caja para cada punto de empalme, unión, interrupción, paso, terminación o salida en métodos de alambrado con cubiertas removibles como canalizaciones, ensambles multicontacto, canales auxiliares y canalizaciones superficiales. Las cubiertas deben ser accesibles después de la instalación.

b) Equipos. En lugar de una caja, se permitirá una caja de unión o una caja de conexión, que sean parte integral del equipo aprobado.

c) Protección. No se exigirá una caja cuando los cables entran o salen del tubo conduit o tubería que se usa para brindar soporte a los cables o protección contra el daño físico. Se debe instalar un accesorio en el (los) extremo(s) del tubo conduit o tubería, para proteger el cable contra la abrasión.

d) Cable tipo MI. No se exigirá una caja en donde se usan accesorios accesibles para empalmes rectos en cable con cubierta metálica y aislamiento mineral.

e) Envoltente integral. Se permitirá un dispositivo de alambrado con envoltente integral, identificado para uso con cable con forro no metálico, que tenga abrazaderas de fijación, que aseguran el dispositivo a las paredes o plafón, de construcciones convencionales en sitio, en lugar de una caja.

NOTA: Véanse 334-30(c), 545-10, 550-15(i), 551-47(e) Excepción 1; y 552-48(e), Excepción 1.

f) Accesorio. Se permitirá el uso de un accesorio identificado en lugar de una caja, si los conductores no se empalman ni terminan dentro del accesorio. El accesorio debe ser accesible después de la instalación.

g) Conductores enterrados directamente. Como se permite en 300-5(e), no se exigirá una caja para empalmes y derivaciones en conductores y cables directamente enterrados.

h) Dispositivos aislados. Como se permite en 334-40(b), no se exigirá una caja para dispositivos aislados alimentados mediante cable con forro no metálico.

i) Envoltentes. No se exigirá una caja cuando el punto de empalme, de interrupción, terminal o de paso, está en un gabinete de interruptor, en un envoltente para interruptores o dispositivos de sobrecorriente, tal como se permite en 312-8, en controladores de motor, tal como se permite en 430-10(a), o en un centro de control de motores.

j) Luminarias. No se exigirá una caja cuando las luminarias se usan como canalización, como se permite en 410-64.

k) Empotrados. No se exigirá una caja para empalmes cuando los conductores se encuentran empotrados, tal como se permite en 424-40, 424-41(d), 426-22(b), 426-24(a), y 427-19(a).

l) Pozos de visita y registro. No se exigirá una caja para conductores en pozos de visita ni registro, excepto cuando se conectan a equipo eléctrico. La instalación debe cumplir con las disposiciones de la Parte E del Artículo 110 para pozos de visita y 314-30 para registro.

300-16. Canalización o cable para alambrado oculto o a la vista.

a) Caja o accesorio. Se debe utilizar una caja o adaptador terminal con orificios con pasacables separados para cada conductor, siempre que se haga una transición desde un tubo conduit metálico, tubo conduit no metálico, cable con forro no metálico, cable de tipo AC, cable tipo MC o cable con cubierta metálica y aislante mineral y alambrado en una canalización superficial hasta una instalación visible u oculta con aisladores de porcelana tipo de perilla y tubo. Un adaptador utilizado para este fin no debe tener empalmes ni derivaciones, ni se debe utilizar en las salidas para luminarias. Una caja utilizada para este propósito no debe tener derivaciones ni empalmes, a menos que cumpla con lo estipulado en 314-16(c)(2).

b) Pasacables. Se permitirá el uso de un pasacables en lugar de una caja o terminal, cuando los conductores salen de una canalización y entran o terminan en equipos, como tableros de distribución abiertos, equipo de control abierto, o equipo similar. El pasacables debe ser de tipo aislante para conductores diferentes de los que tienen forro de plomo.

300-17. Número y tamaño de los conductores en una canalización. El número y tamaño de los conductores en cualquier canalización no debe ser mayor al que permita la disipación de calor y la facilidad de instalación o desmontaje de los conductores sin dañar los conductores o su aislamiento.

NOTA: Véanse las siguientes secciones de esta NOM:

Tubo conduit metálico semipesado, 342-22;
Tubo conduit metálico pesado, 344-22;
Tubo conduit metálico flexible, 348-22;
Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, 350-22;
Tubo conduit PVC, 352-22;
Tubo conduit de HDPE, 353-22;
RTRC, 355-22;
Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, 356-22;
Tubo conduit metálico ligero, 358-22;
Tubo conduit metálico flexible, 360-22;
Tubo conduit no metálico, 362-22;
Canalizaciones en pisos celulares de concreto, 372-11;
Canalizaciones en pisos metálicos celulares, 374-5;
Ductos metálicos, 376-22,
Ductos no metálicos, 378-22;
Canalizaciones metálicas superficiales, 386-22;
Canalizaciones no metálicas superficiales, 388-22;
Canalizaciones bajo el piso, 390-6;
Cables para artefactos, 402-7;
Teatros, 520-6;
Anuncios, 600-31(c);
Elevadores, 620-33;
Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señal de audio, 640-23(a) y 640-24;
Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3, Artículo 725;
Circuitos de alarmas contra incendios, Artículo 760; y
Cables de fibra óptica y canalizaciones, Artículo 770.

300-18. Instalación de canalizaciones.

a) Tramos completos. Las canalizaciones diferentes de los electroductos (Ductos con barras) o canalizaciones expuestas que poseen cubiertas articuladas o removibles, se deben instalar completas entre los puntos de salida, unión o empalme, antes de instalar los conductores. Cuando se requiere facilitar la instalación del equipo de utilización, se permitirá que la canalización se instale inicialmente sin una conexión terminal en el equipo. Se permitirán ensambles de canalizaciones prealambradas, solamente en donde se permita específicamente en esta NOM para el método de alambrado aplicable.

Excepción: No se exigirá que las secciones cortas de canalizaciones usadas para contener conductores o ensamble de cables para protección contra el daño físico se instalen completas entre los puntos de salida, unión o empalme.

b) Soldadura. Las canalizaciones metálicas no deben estar soportadas, terminadas o conectadas mediante soldadura, a menos que estén diseñadas específicamente para este fin, o que sea permitido específicamente algo diferente en esta NOM.

300-19. Soporte de los conductores en canalizaciones verticales.

a) Intervalos de separación máximos. Los conductores en canalizaciones verticales se deben sujetar si la canalización vertical supera los valores de la Tabla 300-19(a). Debe haber al menos un método de soporte para cada cable en la parte superior de la canalización vertical o lo más cerca posible de ella. Los soportes intermedios deben ser los necesarios para limitar la longitud del conductor sostenido, para que no sea mayor que los valores establecidos en la Tabla 300-19(a).

Excepción: Un cable con armadura de alambre de acero se debe sostener en la parte superior del tramo vertical con un soporte para cable que sujete a la armadura. Se permitirá instalar en el extremo inferior del conducto vertical un dispositivo de seguridad que sostenga el cable, en el caso de que éste se deslice por el interior del soporte de la armadura de cable con alambre. Se permitirá instalar otros soportes adicionales de

tipo cuña que alivien los esfuerzos causados en las terminales de los equipos por la expansión del cable bajo carga.

b) Cables y conductores resistentes al fuego. Los métodos de soporte y los intervalos para cables y conductores resistentes al fuego deben cumplir con todas las limitaciones suministradas en la lista del sistema de protección del circuito eléctrico usado y, en ningún caso, deben exceder los valores de la Tabla 300-19(a).

Tabla 300-19(a).- Separación entre los soportes de los conductores

Tamaño o designación del conductor	Soporte de los conductores en canalizaciones verticales	Conductores	
		Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre
		metros	
Desde 0.824 mm ² (18 AWG) hasta 8.37 mm ² (8 AWG)	no mayores a	30	30
Desde 13.3 mm ² (6 AWG) hasta 53.5 mm ² (1/0 AWG)		60	30
Desde 67.4 mm ² (2/0 AWG) hasta 107 mm ² (4/0 AWG)		55	25
Mayor que 107 mm ² (4/0 AWG) hasta 177 mm ² (350 kcmil)		40	20
Mayor que 177 mm ² (350 kcmil) hasta 253 mm ² (500 kcmil)		35	15
Mayor que 253 mm ² (500 kcmil) hasta 380 mm ² (750 kcmil)		30	10
Mayor que 380 mm ² (750 kcmil)		25	10

c) Métodos de soporte. Se debe utilizar uno de los siguientes métodos de soporte:

- (1) Dispositivos de sujeción construidos con o que empleen cuñas aislantes, introducidas en los extremos de las canalizaciones. Cuando la sujeción del aislamiento no sostenga adecuadamente el cable, se debe sujetar también el conductor.
- (2) Insertando cajas en los intervalos exigidos, en las que se hayan instalado soportes aislantes que se aseguren de una manera segura y aprobada para soportar el peso de los conductores unidos a los mismos. Las cajas deben estar provistas con tapa.
- (3) En las cajas de conexiones, doblando los cables no menos de 90° y llevándolos horizontalmente hasta una distancia no menor al doble del diámetro del cable, sobre dos o más soportes aislantes, y sujetados además mediante alambres de amarre, si se desea. Cuando se utilice este método, los cables se deben sujetar a intervalos no superiores al 20 por ciento de los establecidos en la Tabla anterior.
- (4) Mediante otro método igualmente eficaz.

300-20. Corrientes inducidas en envolventes metálicas ferrosas o canalizaciones metálicas ferrosas.

a) Agrupamiento de conductores. Cuando se instalen conductores de corriente alterna en envolventes o canalizaciones metálicas ferrosas, se deben agrupar de modo que se evite el calentamiento por inducción del metal ferroso circundante. Para ello, se deben juntar todos los conductores de fase y, cuando los haya, el conductor puesto a tierra y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos.

Excepción 1: Se permitirá la instalación de los conductores de puesta a tierra del equipo, para algunas instalaciones existentes, separados de los conductores de su circuito asociado, si están tendidos de acuerdo con las disposiciones de 250-130(c).

Excepción 2: Se permitirá instalar un solo conductor en un envoltorio ferromagnético y usarlo para calentamiento por efecto superficial, de acuerdo con las disposiciones de 426-42 y 427-47.

b) Conductores individuales. Cuando un solo conductor de corriente alterna pase a través de un metal con propiedades magnéticas, se deben reducir al mínimo los efectos de la inducción con alguno de estos dos métodos:

- (1) Haciendo ranuras en la parte metálica que quede entre los agujeros por los que pasan los conductores individuales o
- (2) Pasando todos los conductores del circuito a través de una pared aislante suficientemente grande para que quepan todos los conductores del circuito.

Excepción: En el caso de circuitos de alimentación para sistemas de alumbrado de vacío o de descarga eléctrica, o de anuncios o aparatos de rayos X, las corrientes que pasan por los conductores son tan pequeñas que, cuando estos conductores están ubicados en envoltorios metálicos o pasan a través de metales, se pueden despreciar los efectos del calentamiento por inducción.

NOTA: Como el aluminio es un metal no magnético, no se producirá calentamiento por histéresis, sin embargo, las corrientes inducidas estarán presentes. Tales corrientes no son de magnitud suficiente como para que requieran el agrupamiento de los conductores ni otro tratamiento especial cuando pasan los conductores a través de paredes de aluminio.

300-21. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones eléctricas en espacios vacíos, ductos verticales y ductos de ventilación o de manejo de aire, deben hacerse de modo que la posible propagación de fuego o de productos de la combustión no sea incrementada substancialmente. Las aberturas alrededor de los elementos eléctricos que pasan a través de paredes, tabiques, pisos o techos resistentes al fuego, deben protegerse contra el fuego por métodos adecuados, para mantener la resistencia contra fuego.

NOTA: Los catálogos de materiales eléctricos para la construcción, contienen listados de limitaciones que son necesarias para mantener la clasificación de resistencia al fuego de un ensamble en el que se han hecho penetraciones o aberturas. Los reglamentos de construcción también contienen limitaciones sobre las penetraciones de membrana en lados opuestos de ensamblajes para pared resistente al fuego. Un ejemplo es la separación mínima horizontal de 60 centímetros que se aplica usualmente entre cajas instaladas en las caras opuestas de una pared. En estos catálogos de productos se puede encontrar la ayuda necesaria para cumplir con lo establecido en 300-21.

300-22. Alambrado en ductos no utilizados para manejo de aire, ductos construidos para ventilación ambiental y otros espacios para ventilación ambiental (*Plenum*). Lo establecido en esta sección se aplica a la instalación y usos de alambrado y de equipos eléctricos en ductos utilizados para la extracción de polvo, pelusas o vapor; ductos construidos específicamente para ventilación ambiental; y otros espacios usados para ventilación ambiental (*plenum*).

NOTA: Véase el Artículo 424, Parte F con respecto a los calentadores de ductos.

a) Ductos para la extracción de polvo, pelusas o vapor. En los ductos utilizados para el transporte de polvo, pelusas o vapores inflamables, no se debe hacer ningún tipo de sistema de alambrado. Tampoco se debe hacer ninguna instalación eléctrica en ductos o fosos que contengan únicamente esos ductos, utilizados para la extracción de vapor o la ventilación de equipo de cocina tipo comercial.

b) Ductos específicamente construidos para ventilación ambiental. El equipo, los dispositivos y los métodos de cableado especificados en esta sección sólo se permitirán dentro de dichos ductos solamente si son necesarios para la acción directa o la detección del aire contenido. Cuando el equipo o los dispositivos estén instalados y la iluminación sea necesaria para facilitar el mantenimiento y la reparación, se admitirán luminarias de tipo cerrado.

En los ductos específicamente construidos para ventilación ambiental, sólo se deben hacer instalaciones eléctricas con cables de tipo MI sin un recubrimiento general no metálico, cables de tipo MC con forro impermeable metálico liso o corrugado, sin recubrimiento general no metálico, tubería metálica eléctrica, tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico semipesado o tubo conduit metálico pesado sin recubrimiento general no metálico. Se permitirá tubo conduit metálico flexible en tramos que no excedan 1.20 metros para conectar equipos y dispositivos ajustables físicamente para estar dentro de estos ductos construidos. Los conectores utilizados con tubo conduit metálico flexible deben cerrar eficazmente cualquier abertura en la conexión. Se permitirá instalar equipos y dispositivos dentro de dichos ductos sólo si son necesarios para actuar en forma directa sobre el aire contenido o monitorear el aire contenido. Cuando haya instalados equipos o dispositivos y sea necesaria la iluminación para facilitar su reparación y mantenimiento, se permitirán luminarias selladas.

Excepción: Los métodos de cableado y los sistemas de cableado, aprobados para uso en otros espacios utilizados para aire ambiental (*plenums*), deberán ser instalados en ductos fabricados específicamente para el manejo ambiental del aire bajo las siguientes condiciones:

(1) Los métodos de cableado o los sistemas de cableado sólo se permitirán si es necesario conectarse a equipos o dispositivos asociados con la acción directa o detección del aire contenido, y

(2) La longitud total de tales métodos de cableado o sistemas de cableado no deberá exceder a 1,2 m.

c) Otros espacios usados para ventilación ambiental (*Plenums*). Esta sección se debe aplicar a los espacios no construidos específicamente para propósitos de manejo del aire ambiental, pero utilizados para propósitos del manejo de aire como un *plenum*. Esta sección no aplica para recintos habitables o áreas de edificios cuyo propósito principal no es el manejo de aire.

NOTA: El espacio sobre un plafón colgante, usado para propósitos de manejo de aire ambiental es un ejemplo del tipo de otros espacios a los cuales se aplica esta sección.

Excepción: Esta sección no se debe aplicar a los espacios entre vigas o columnas de unidades de vivienda en donde el alambrado pasa a través de estos espacios, perpendicular a la dimensión más grande de tales espacios.

1) Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado para estos otros espacios se deben limitar a los electroductos (Ductos con barras) aislados, no ventilados y encerrados totalmente, que no tienen provisiones para conexiones enchufables, cable tipo MI sin un recubrimiento general no metálico, cable tipo MC sin recubrimiento total no metálico, cable tipo AC, u otro cable multiconductor de control o de potencia ensamblado en fábrica y aprobado específicamente para uso dentro de un espacio de manejo de aire, o ensambles de cable prefabricados y aprobados, de sistemas de alambrado metálico fabricado sin forro no metálico. Se permitirá la instalación de otros tipos de cables, conductores y canalizaciones en tubería metálica eléctrica, tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico pesado sin recubrimiento total no metálico, tubo conduit metálico flexible, o en donde sean accesibles, canalizaciones metálicas superficiales o ductos metálicos de alambres con cubiertas metálicas.

Los amarres para cables no metálicos y otros accesorios para cables no metálicos que se utilicen para asegurar y sostener cables deben estar aprobados como de baja emisión de humo y calor.

2) Sistemas de charolas portables. Las disposiciones en (a) o (b) se aplican para el uso de sistemas de charolas portables metálicas en otros espacios utilizados para la ventilación ambiental (*plenums*), en donde sea accesible como sigue:

a) Sistemas de charolas portables de metal. Se permitirá que los sistemas de charolas portables de metal soporten los métodos de alambrado en 300-22(c)(1).

b) Sistemas de charolas portables de metal de fondo y lado sólidos. Se permitirá que los sistemas de charolas portables de metal de fondo y lado sólidos con cubiertas sólidas de metal, contengan los métodos de alambrado y los cables, que no están cubiertos en (1) anterior, de acuerdo con 392-10 (a) y (b).

3) Equipo. En otros espacios utilizados para la ventilación ambiental (*plenums*), se permitirá la instalación de equipo eléctrico con envolvente metálico o equipo eléctrico con envolvente no metálico aprobado para uso dentro de un espacio de manejo de aire y con características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo, así como con el material del alambrado asociado adecuado para la temperatura ambiente, a menos que se prohíba en otra parte de esta NOM.

Excepción: Se permitirán los sistemas de ventiladores integrales, si están identificados específicamente para uso dentro de un espacio de manejo de aire.

d) Equipo de tecnología de información. El alambrado eléctrico en áreas de ventilación por debajo de pisos falsos en lugares para equipo de tecnología de la información se permitirá de acuerdo con el Artículo 645.

300-23. Paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables, canalizaciones y equipos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso, incluidos los paneles de plafones suspendidos, deben estar instalados y sujetos de manera que permitan quitar los paneles y permitir el acceso a los equipos.

Parte B. Requisitos para instalaciones de más de 1000 volts nominales

300-31. Tapas requeridas. Se deben instalar tapas adecuadas en todas las cajas y accesorios y envolventes similares para impedir contactos accidentales con las partes energizadas o daños materiales a las partes o al aislamiento.

300-32. Conductores de diferentes sistemas. Véase 300-3(c) (2).

300-34. Radio de curvatura de los conductores. Durante la instalación o después de ella, los conductores no se deben doblar a un radio menor a 8 veces el diámetro total para conductores no blindados, o 12 veces el diámetro total para conductores blindados o recubiertos de plomo. En cables multiconductores o

cables de conductores sencillos agrupados con conductores blindados individualmente, el radio mínimo de curvatura es de 12 veces el diámetro de los conductores blindados individualmente o 7 veces el diámetro total, lo que sea mayor.

300-35. Protección contra calentamiento por inducción. Las canalizaciones metálicas y los conductores asociados deben estar dispuestos de manera que se evite el calentamiento de la canalización, de acuerdo con las disposiciones aplicables de 300-20.

300-37. Métodos de alambrado sobre la tierra. Los conductores sobre la tierra se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, en tubo conduit metálico semipesado, en tubería metálica eléctrica, en tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) y tubo conduit de PVC, en charolas portacables, en canales auxiliares, como electroductos (Ductos con barras), como ensambles de cables con aislamiento en envoltura metálica, en otras canalizaciones identificadas o como tendidos visibles de cable revestido de metal adecuado para este uso y propósito. En lugares accesibles solamente a personal calificado, también se permitirán tendidos visibles de cables media tensión, conductores desnudos y barras colectoras desnudas. Se permitirá que las barras colectoras sean de cobre o aluminio.

Excepción: Se permitirá utilizar el cable de iluminación de pistas aéreas en circuitos en serie alimentados por reguladores e instalados en bóvedas restringidas de iluminación de aeropuertos como instalaciones de cable expuestas.

300-38. Canalizaciones en lugares húmedos situados por encima del nivel del suelo. Donde las canalizaciones se instalan en lugares húmedos situados por encima del nivel del suelo, se debe considerar que el interior de estas canalizaciones es un lugar húmedo. Los conductores y cables aislados instalados en canalizaciones, en lugares húmedos situados por encima del nivel del suelo deben cumplir con lo que se especifica en la sección 310-10(c).

300-39. Conductores aislados con cubierta trenzada. Instalación visible. Los tendidos expuestos de conductores aislados con cubierta trenzada deben tener una malla retardante de flama. Si los conductores usados no tienen esta protección, se debe impregnar la cubierta trenzada con un retardante de flama, después de la instalación. Esta cubierta trenzada tratada, se debe retirar hacia atrás hasta una distancia segura de las terminales del conductor, de acuerdo con la tensión de operación. Esta distancia no debe ser menor a 2.50 centímetros por cada kilovolt de la tensión del conductor a tierra del circuito, en donde sea aplicable.

300-40. Blindaje del aislamiento. Los componentes del blindaje de aislamiento metálico y semiconductor, de los cables blindados, se deben retirar en los extremos del cable una distancia que depende de la tensión del circuito y del aislamiento. Se deben suministrar medios para reducir el esfuerzo dieléctrico, en todas las terminaciones del blindaje aplicado en fábrica.

Los componentes de la armadura metálica, tales como cintas, alambres o mallas, o una combinación de ellos, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra, a una barra colectora de puesta a tierra o a un electrodo de puesta a tierra.

300-42. Protección mecánica o contra la humedad, para cables con cubierta metálica. Cuando los conductores del cable salen de una cubierta metálica y es necesaria protección contra la humedad o daños físicos, el aislamiento de los conductores se debe proteger mediante un dispositivo terminal de la cubierta metálica del cable.

300-45. Señales de advertencia. Deben colocarse señales de advertencia claramente visibles en los puntos de acceso a conductores en todos los sistemas de ductos y sistemas de cables. Las señales de advertencia deben ser legibles y permanentes y deben tener la siguiente inscripción:

PELIGRO—ALTA TENSIÓN—MANTÉNGASE ALEJADO

300-50. Instalaciones subterráneas.

a) Generalidades. Los conductores subterráneos se deben identificar para la tensión y las condiciones bajo las cuales se instalan. Los cables directamente enterrados deben cumplir con las disposiciones de 310-10 (f). Los cables subterráneos se deben instalar de acuerdo con (1) o (2) siguientes, y la instalación debe cumplir los requisitos de profundidad de la Tabla 300-50.

1) Cables blindados y no blindados en ensambles de cables con armadura metálica. Los cables subterráneos, incluidos los cables no blindados, cables tipo MC y cables con cubierta metálica impermeable a la humedad, deben tener estos forros puestos a tierra a través de una trayectoria de puesta a tierra efectiva que cumpla con los requisitos de 250-4(a)(5) o (b)(4). Se deben enterrar directamente o instalar en canalizaciones identificadas para ese uso.

2) Establecimientos industriales. En establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que solamente personas calificadas atenderán el cable instalado,

debe permitirse que cables de un solo conductor no blindados, con tipos de aislamiento de hasta 2000 volts que estén listados para enterramiento directo sean enterrados directamente.

3) Otros cables no blindados. Los cables no blindados no tratados en el inciso (1) y (2) anteriores se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado o tubo conduit no metálico pesado, recubierto en no menos de 7.50 centímetros de concreto.

Tabla 300-50.- Requisitos de profundidad mínima^a

	Condiciones generales (no especificadas de otra manera)			Condiciones especiales (se usan si es aplicable)		
	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6
Tensión del circuito	Cables enterrados directamente^b	Tubo conduit RTRC, PVC, y HDPE^c	Tubo conduit metálico pesado y semipesado	Canalizaciones bajo edificios o losas de concreto exteriores, con espesor mínimo de 10 centímetros^d	Cables en canalizaciones de aeropuertos o áreas adyacentes en donde se prohíbe el paso	Áreas sometidas a tráfico vehicular tales como vías principales y Comerciales para estacionamiento
	Centímetros					
Mayor de 1000 volts hasta 22 kilovolts	75	45	15	10	45	60
Mayor de 22 kilovolts hasta 40 kilovolts	90	60	15	10	45	60
Mayor de 40 kilovolts	100	75	15	10	45	60

NOTAS GENERALES:

1. Se permitirán profundidades menores cuando se exige altura de los conductores o cables para las terminaciones o los empalmes o cuando se necesita tener acceso.

2. Cuando la roca sólida evita el cumplimiento con las especificaciones de profundidad de la cubierta de esta tabla, el alambrado se debe instalar en una canalización metálica o no metálica directamente enterrada. La canalización debe estar cubierta con un mínimo de 5 centímetros de concreto que se extienda hasta la roca.

3. En establecimientos industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garantizan que personas calificadas atenderán la instalación, se permitirá que los requisitos mínimos de profundidad de la cubierta, para conductos diferentes del tubo conduit metálico pesado y el tubo conduit metálico semipesado, se reduzcan 15 centímetros por cada 5 centímetros de concreto o equivalente, colocado totalmente dentro de la zanja por encima de la instalación subterránea.

NOTAS ESPECÍFICAS:

a) Profundidad mínima se define como la distancia más corta, en milímetros, medida entre un punto en la superficie superior de cualquier conductor, cable, tubo conduit u otra canalización enterrada directamente, y la superficie superior del nivel terminado del terreno, concreto u otra cubierta similar.

b) La ubicación de cables subterráneos enterrados directamente que no están encerrados ni protegidos con concreto y están enterrados a 75 centímetros o más por debajo del suelo, se debe identificar con una cinta de advertencia que se coloca en la zanja por lo menos a 30 centímetros por encima de los cables.

c) Aprobado para uso directamente enterrado sin revestimiento. Todos los otros sistemas no metálicos requerirán 5 centímetros de concreto o su equivalente sobre el conduit, adicional a la profundidad que se indica en la tabla.

d) La losa debe sobresalir de la instalación subterránea un mínimo de 15 centímetros, y se debe colocar una cinta de advertencia u otro medio eficaz y adecuado para las condiciones, sobre la instalación subterránea.

b) Lugares mojados. El interior de envolventes o canalizaciones instaladas bajo tierra se deben considerar como lugares mojados. Los conductores aislados y los cables instalados en estos envolventes o canalizaciones en instalaciones subterráneas se deben aprobar para su uso en lugares mojados y deben cumplir con 310-10(c). Cualquier conexión o empalme en una instalación subterránea debe ser aprobada para lugares mojados.

c) Protección contra daños. Los conductores que salen de la tierra se deben alojar en canalizaciones aprobadas. Las canalizaciones instaladas en postes deben ser de tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), marcado con el sufijo – XW, tubo conduit de PVC Cédula 80, o su equivalente, que se extienda desde la profundidad mínima requerida en la Tabla 300-50, hasta un punto a 2.50 metros sobre el nivel terminado del terreno. Los conductores que entran en un edificio se deben proteger mediante un envolvente o canalización aprobados, desde la profundidad de cubierta mínima hasta el punto de entrada. Cuando los conductores, canalizaciones o cables directamente enterrados están expuestos a movimiento por asentamiento o heladas, se deben instalar para impedir daño a los conductores encerrados o al equipo conectado a las canalizaciones. Los envolventes metálicos se deben poner a tierra.

d) Empalmes. Se permitirá que los cables de directamente enterrados sean empalmados o derivados sin el uso de cajas de empalme, siempre y cuando se instalen utilizando materiales adecuados para esa aplicación. Las derivaciones y empalmes deben ser herméticos al agua y protegidos contra daños mecánicos. Cuando los cables están blindados, el blindaje debe ser continuo a través del empalme o derivación.

Excepción: En los empalmes de un sistema de alambrado, se permitirá interrumpir y traslapar los blindajes metálicos de los cables de un solo conductor enterrados directamente, manteniendo una separación constante entre fases. Si los blindajes son interrumpidos y traslapados, cada sección de blindaje se debe poner a tierra en un punto.

e) Relleno. Se debe brindar protección en forma de material granular o seleccionado, o cubiertas adecuadas, para evitar que las canalizaciones o cables sufran daño físico. Se debe evitar que el relleno contenga rocas grandes, materiales de pavimentación, escoria, materiales angulares grandes o afilados, o materiales corrosivos, porque estos materiales puedan dañar o contribuir a la corrosión de las canalizaciones, cables u otras subestructuras, o impedir la compactación adecuada del relleno.

f) Sello de la canalización. Cuando una canalización entra desde un sistema subterráneo, el extremo que se encuentra dentro del edificio se debe sellar con un compuesto identificado, con el fin de impedir la entrada de humedad o gases, o se debe colocar de manera que se impida el contacto de la humedad con las partes vivas.

ARTÍCULO 310

CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL

Parte A. Generalidades

310-1. Alcance. Este Artículo trata de los requisitos generales de los conductores y de sus denominaciones de tipo, aislamiento, marcado, resistencia mecánica, ampacidad y usos. Estos requisitos no se aplican a los conductores que forman parte integral de equipos como motores, controladores de motores y equipos similares, ni a los conductores específicamente tratados en otras partes de esta NOM.

NOTA 2: Para los cordones y cables flexibles, véase el Artículo 400. Para los cables de artefactos, véase el Artículo 402.

310-2. Definiciones

Ductos eléctricos. Tubos conduit u otras canalizaciones de sección transversal redonda, que son adecuados para uso subterráneo o recubiertos de concreto.

Resistividad térmica. Como se usa en esta NOM, es la oposición que presenta un material a la transferencia de calor, por conducción, a través del mismo.

NOTA: Es el recíproco de la conductividad térmica, se designa como Rho y se expresa con las unidades de °C-cm/W.

Parte B. Instalación

310-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de los conductores descritos en 310-104 en cualquiera de los métodos de alambrado cubiertos en el Capítulo 3, y como se especifica en sus respectivas tablas o como se permita en otras partes de esta NOM.

a) Lugares secos. Los conductores y cables aislados usados en lugares secos deben ser de cualquiera de los tipos identificados en esta NOM.

b) Lugares secos y húmedos. Los conductores y cables aislados usados en lugares secos y húmedos deben ser de los tipos FEP, FEPB, MTW, PFA, RHH, RHW, RHW-2, SA, THHN, THW, THW-LS, THW-2, THW-2-LSOH, THHW, THHW-LS, THHW-LSOH, THWN, THWN-2, TW, XHH, XHHW, XHHW-2, Z o ZW.

c) Lugares mojados. Los conductores y cables aislados usados en lugares mojados deben cumplir con una de las siguientes condiciones:

- (1) Tener cubierta metálica impermeable a la humedad.
- (2) Ser de los tipos MTW, RHW, RHW-2, TW, THW, THW-LS, THW-2, THW-2-LSOH, THHW, THHW-LS, THHW-LSOH, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2, ZW.
- (3) Ser de un tipo aprobado para uso en lugares mojados.

d) Lugares expuestos a la luz solar directa. Los conductores o cables aislados donde estén expuestos directamente a los rayos solares deben cumplir con (1) o (2):

- (1) Los conductores y cables deben estar aprobados, o aprobados y marcados como resistentes a la luz solar.
- (2) Los conductores y cables deben estar recubiertos con material aislante, tal como una cinta o cubierta, que esté aprobada, o aprobada y marcada como resistente a la luz solar.

e) Blindaje. Se permitirán conductores aislados resistentes al ozono, no blindados, con una tensión máxima de fase a fase de 5000 volts en cables tipo MC en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas capacitadas atenderán la instalación. Para otros establecimientos, los conductores aislados dieléctricos sólidos que funcionan a más de 2000 volts en instalaciones permanentes, deben tener aislamiento resistente al ozono y deben estar blindados. Todos los blindajes metálicos del aislamiento se deben conectar a un conductor del electrodo de puesta a tierra, a una barra de puesta a tierra, a un conductor de puesta a tierra del equipo o a un electrodo de puesta a tierra.

NOTA: Los principales propósitos del blindaje son confinar los esfuerzos de la tensión al aislamiento, conducir la corriente de carga capacitiva y la corriente de fuga del aislamiento a tierra, así como conducir la corriente de falla a tierra para facilitar la operación de los dispositivos de protección contra falla a tierra en el caso de una falla del cable eléctrico.

Excepción 1: Se permitirá usar conductores aislados no blindados aprobados, en instalaciones de hasta 2400 volts, con las siguientes condiciones:

- a. Los conductores deben tener un aislamiento resistente a las descargas eléctricas y a la superficie de la trayectoria de los conductores o el(los) conductor(es) aislado(s), debe(n) estar recubierto(s) con un material resistente al ozono, a las descargas eléctricas y a la superficie de la trayectoria de los conductores.
- b. Cuando se usen en lugares mojados, el(los) conductor(es) aislado(s) debe(n) tener una cubierta no metálica que los cubra totalmente, o una cubierta metálica continua.
- c. El espesor del aislamiento y de la cubierta debe estar de acuerdo con la Tabla 310-104(d).

Excepción 2: Se permitirá usar los conductores aislados no blindados aprobados hasta 5000 volts para reemplazar los conductores existentes no blindados, en equipos existentes en establecimiento industriales únicamente, bajo las siguientes condiciones:

- a. Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personal calificado instala y atiende la instalación.
- b. Los conductores deben tener un aislamiento resistente a las descargas eléctricas y a las descargas parciales o, el conductor con aislamiento debe estar recubierto con un material resistente al ozono, a las descargas eléctricas y a las descargas parciales.
- c. Cuando se utilicen en lugares mojados, el conductor con aislamiento debe tener una cubierta no metálica o una cubierta metálica continua.
- d. El espesor del aislamiento y de la cubierta debe estar de acuerdo con la Tabla 310-104(d).

NOTA: Es posible que la reubicación o el reemplazo del equipo no cumpla con el término existente al relacionarse con esta excepción.

Excepción 3: Cuando se permita en la Excepción 2 del inciso (f) siguiente.

f) Conductores enterrados directamente. Los conductores usados directamente enterrados deben ser de un tipo identificado para ese uso. Los cables con aislamiento de más de 2000 volts deben ser blindados.

Excepción 1: Se permitirá usar cables multiconductores no blindados con aislamiento de entre 2001 y 2400 volts, si el cable tiene un blindaje o armadura metálica que lo cubra totalmente.

El blindaje, forro o armadura metálicos se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra, a la barra colectora de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra.

Excepción 2: Se permitirá que el cable para alumbrado de aeropuertos usado en circuitos en serie con tensión de hasta 5000 volts y que son alimentados por reguladores, no esté blindado.

NOTA 1: En cuanto a los requisitos de instalación de los conductores de 1000 volts o menos, véase 300-5.

NOTA 2: En cuanto a los requisitos de instalación de los conductores de más de 1000 volts, véase 300-50.

g) Condiciones corrosivas. Los conductores expuestos a grasas, aceites, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que tengan un efecto perjudicial sobre el conductor o el aislamiento, deben ser de un tipo adecuado para esa aplicación.

h) Conductores en paralelo.

1) Generalidades. Se permitirá que los conductores de aluminio, de aluminio recubierto de cobre o de cobre de tamaño 53.5 mm² (1/0 AWG) y mayor, que sean los de fase, polaridad, neutro o el puesto a tierra del circuito estén conectados en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos) cuando se instalen de acuerdo con (2) a (6) siguientes.

Excepción 1: Se permitirá instalar en paralelo conductores con tamaño menor a 53.5 mm² (1/0 AWG) para suministrar alimentación de control a instrumentos de medida, contactores, relevadores, solenoides y otros dispositivos de control similares, o para frecuencias de 360 Hz y más, siempre que se aplique todo lo siguiente:

- a. Estén contenidos dentro de la misma canalización o cable.
- b. La ampacidad de cada conductor individual sea suficiente para transportar toda la corriente que comparten los conductores en paralelo.
- c. La protección contra sobrecorriente sea tal que no se supere la ampacidad de cada conductor individual, en caso de que uno o más de los conductores en paralelo se desconectaran accidentalmente.

Excepción 2: Bajo la supervisión de ingeniería, se permitirá tender en paralelo conductores neutros puestos a tierra de tamaño 33.6 mm² (2 AWG) y 42.4 mm² (1 AWG), en las instalaciones ya existentes.

NOTA a la Excepción 2: La Excepción 2 se puede aplicar para evitar sobrecalentamiento de conductores neutros en instalaciones existentes con gran contenido de armónicas.

2) Características de los conductores y de la instalación. Los conductores en paralelo de cada fase, polaridad, neutro, conductor puesto a tierra del circuito, conductor de puesta a tierra de equipos o puente de unión de equipos, deben cumplir con todas las siguientes condiciones:

- (1) Tener la misma longitud.
- (2) Ser del mismo material conductor.
- (3) Ser del mismo tamaño en mm².
- (4) Tener el mismo tipo de aislamiento.
- (5) Terminar de la misma manera.

3) Cables o canalizaciones separadas. Cuando los conductores se tiendan en cables o canalizaciones distintas, los cables o canalizaciones deben tener la misma cantidad de conductores y las mismas características eléctricas. No se exigirá que los conductores de una fase, polaridad, neutro, conductor puesto a tierra del circuito o conductor de puesta a tierra de equipos, tengan las mismas características físicas que los de otra fase, polaridad, neutro, conductor puesto a tierra del circuito o conductor de puesta a tierra de equipos.

4) Ajuste de la ampacidad. Los conductores instalados en paralelo deben cumplir con las disposiciones de 310-15 (b)(3)(a).

5) Conductores de unión de equipos. Cuando se usen conductores de puesta a tierra de equipos en paralelo, se deben dimensionar de acuerdo con 250-122. Se permitirán conductores de puesta a tierra de equipos seccionados de un tamaño menor a 53.5 mm² (1/0 AWG) en cables multiconductores, siempre que el área circular combinada en mm² de los conductores seccionados de puesta a tierra de equipos en cada cable, cumpla con lo que se indica en 250-122.

6) Puentes de unión de equipos. Cuando se instalen en canalizaciones puentes de unión de equipos en paralelo o puentes de unión del lado de la alimentación, se deben dimensionar e instalar de acuerdo con 250-102.

310-15. Ampacidad para conductores con tensión de 0-2000 volts.

a) Generalidades

1) Tablas o supervisión de ingeniería. Se permitirá determinar la ampacidad de los conductores mediante Tablas, como se establece en 310-15 (b) o bajo la supervisión de ingeniería, como se establece en 310-15(c).

NOTA 1: En las ampacidades proporcionadas en esta sección no se tiene en cuenta la caída de tensión. Véase 210-19(a), Nota 4, para circuitos derivados y 215-2(a) Nota 2 para alimentadores.

2) Selección de la ampacidad. Cuando se puede aplicar más de una ampacidad para un circuito de una longitud determinada, se debe usar el menor valor.

Excepción: Cuando se apliquen diferentes ampacidades a partes de un circuito, se permitirá utilizar la mayor ampacidad si la porción total del conductor del circuito con menor ampacidad no excede de 3.00 metros o 10 por ciento de la longitud total del circuito, el valor que sea menor.

NOTA: Para las limitaciones de temperatura de los conductores, según las disposiciones de su terminación, véase 110-14(c).

3) Límites de temperatura de los conductores. Ningún conductor se debe utilizar de modo que su temperatura de operación supere la temperatura del aislamiento para la cual se diseña el tipo de conductor con aislamiento al que pertenezca. En ningún caso se deben unir los conductores de modo que, con respecto al tipo de circuito, al método de alambrado aplicado o al número de conductores, se supere el límite de temperatura de alguno de los conductores.

NOTA: El valor nominal de temperatura de un conductor [véase Tablas 310-104(a) y 310-104(c)] es la temperatura máxima, en cualquier punto de su longitud, que puede soportar el aislamiento del conductor durante un prolongado periodo de tiempo sin que se produzcan daños. Las Tablas de ampacidad permisible, las Tablas de ampacidad del Artículo 310 y las ampacidades del Apéndice B, los factores de corrección de temperatura ambiente en 310-15(b)(2) y las notas a las mismas, ofrecen orientación para coordinar el tipo, tamaño, ampacidad permisible, ampacidad, temperatura ambiente y número de conductores asociados. Los principales determinantes de la temperatura de operación son:

- (1) Temperatura ambiente. La temperatura ambiente puede variar a lo largo del conductor y con el tiempo.
- (2) El calor generado interiormente en el conductor por el flujo de la corriente, incluidas las corrientes fundamentales y sus armónicos.
- (3) El valor nominal de disipación del calor generado en el medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores afecta el valor nominal de disipación del calor.
- (4) Los conductores adyacentes portadores de corriente. Los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente e impedir la disipación de calor.

NOTA: Consulte 110-14(c) para los límites de temperatura de las terminales.

Tabla 310-15(b)(2)(a).- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:			
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87

46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
71-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

b) Tablas. La ampacidad de los conductores de 0 a 2000 volts debe ser la especificada en las tablas de ampacidad permisible 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), y en las tablas de ampacidad 310-15(b)(20) y 310-15(b)(21), según se modifiquen con lo indicado en (b)(1) hasta (b)(7) siguientes.

Se permitirán aplicar los factores de ajuste y la corrección de temperatura a la ampacidad para el valor nominal de temperatura del conductor, siempre que la ampacidad corregida y ajustada no exceda la ampacidad para el valor nominal de temperatura de la terminal de acuerdo con 110-14(c).

NOTA: Las Tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19) son Tablas de aplicación para usarse en la determinación del tamaño de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con el Artículo 220. La ampacidad permisible es el resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

- (1) La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y del sistema.
- (2) La conformidad con los requisitos de aprobación de productos. Véase 110-3(b).
- (3) Cumplir con las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos normalizados.

Tabla 310-15(b)(2)(b).- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 40 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:						
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura de los conductores					
	60 °C	75 °C	90 °C	150 °C	200 °C	250 °C
10 o menos	1.58	1.36	1.26	1.13	1.09	1.07
11-15	1.50	1.31	1.22	1.11	1.08	1.06
16-20	1.41	1.25	1.18	1.09	1.06	1.05
21-25	1.32	1.20	1.14	1.07	1.05	1.04
26-30	1.22	1.13	1.10	1.04	1.03	1.02
31-35	1.12	1.07	1.05	1.02	1.02	1.01
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41-45	0.87	0.93	0.95	0.98	0.98	0.99
46-50	0.71	0.85	0.89	0.95	0.97	0.98
51-55	0.50	0.76	0.84	0.93	0.95	0.96
56-60	-	0.65	0.77	0.90	0.94	0.95
61-65	-	0.53	0.71	0.88	0.92	0.94
66-70	-	0.38	0.63	0.85	0.90	0.93
91-75	-	-	0.55	0.83	0.88	0.91
76-80	-	-	0.45	0.80	0.87	0.90
81-90	-	-	-	0.74	0.83	0.87
91-100	-	-	-	0.67	0.79	0.85
101-110	-	-	-	0.60	0.75	0.82
111-120	-	-	-	0.52	0.71	0.79
121-130	-	-	-	0.43	0.66	0.76

131-140	-	-	-	0.30	0.61	0.72
141-160	-	-	-	-	0.50	0.65
161-180	-	-	-	-	0.35	0.58
181-200	-	-	-	-	-	0.49
201-225	-	-	-	-	-	0.35

1) Generalidades. Para la explicación de las letras usadas en las Tablas, y para los tamaños reconocidos de los conductores para los diferentes aislamientos de los mismos, véase las Tablas 310-104(a) y 310-104(b). Para los requisitos de las instalaciones, véase 310-1 a 310-15(a)(3) y los diferentes Artículos de esta NOM. Para cordones flexibles, véase Tablas 400-4, 400-5(a)(1) y 400-5(a)(2).

2) Factores de corrección de temperatura ambiente. Las ampacidades para temperaturas ambientes diferentes a las mostradas en las tablas de ampacidad se deberán corregir de acuerdo con la Tabla 310-15(b)(2)(a) o Tabla 310-15(b)(2)(b), o se permitirá que sean calculadas usando la siguiente ecuación:

$$I' = I \sqrt{\frac{T_c - T'_a}{T_c - T_a}}$$

donde:

I' = ampacidad corregida por temperatura ambiente

I = ampacidad en tablas

T_c = temperatura del conductor (°C)

T'_a = temperatura ambiente nueva (°C)

T_a = temperatura ambiente usadas en tablas (°C)

3) Factores de ajuste.

a) Más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable. Cuando el número de conductores portadores de corriente en una canalización o cable es mayor de tres, o cuando los conductores individuales o cables multiconductores se instalan sin conservar su separación en una longitud continua mayor de 60 centímetros y no están instalados en canalizaciones, la ampacidad permisible de cada conductor se debe reducir como se ilustra en la Tabla 310-15(b)(3)(a). Cada conductor portador de corriente de un grupo de conductores en paralelo se debe contar como un conductor portador de corriente.

Quando conductores de sistemas diferentes, como se establece en 300-3, están instalados en una canalización o cable común, los factores de ajuste mostrados en la Tabla 310-15(b)(3)(a) se deben aplicar únicamente a los conductores de fuerza y alumbrado (Artículos 210, 215, 220 y 230).

Tabla 310-15(b)(3)(a).- Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente

Número de conductores ¹	Porcentaje de los valores en las tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario.
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35

¹Es el número total de conductores en la canalización o cable, incluidos los conductores de repuesto, ajustado de acuerdo con 310-15(b)(5) y (6). El recuento no debe incluir conductores que estén conectados a componentes eléctricos, pero que no puedan ser energizados simultáneamente.

NOTA 1: Véase el apéndice A, Tabla B.310-15(b)(2)(11), para los factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable con carga diversificada.

NOTA 2: Véase 366-23(a) en relación con los factores de ajuste para conductores y ampacidad para barras de cobre y aluminio desnudas en canales auxiliares de lámina metálica y 376-22(b) para los factores de ajuste para conductores en ductos metálicos.

- (1) Cuando los conductores estén instalados en charolas portacables, se debe aplicar lo establecido en 392-80.
- (2) Los factores de ajuste no se deben aplicar a los conductores en canalizaciones cuya longitud no supere los 60 centímetros.
- (3) Los factores de ajuste no se deben aplicar a conductores subterráneos que entran o salgan de una zanja exterior, si están protegidos físicamente por tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo tipo PVC o tubo conduit de resina termofija reforzada RTRC en una longitud no mayor a 3.00 metros, y si el número de conductores no pasa de cuatro.
- (4) No se deben aplicar factores de ajuste a cables de tipo AC o de tipo MC bajo las siguientes condiciones:
 - a. Los cables no tienen cubierta exterior total
 - b. Cada cable no tiene más de tres conductores portadores de corriente
 - c. Los conductores de tamaño 3.31 mm² (12 AWG) de cobre
 - d. No más de 20 conductores de fase son instalados sin conservar la separación, están apilados o apoyados en armellas de sujeción.

Excepción a (4): Si se instalan cables que cumplan los requisitos de 310-15(b)(3)(4) del inciso (a.) hasta (c.) con más de 20 conductores que transportan corriente, se instalan por más de 60 cm sin mantener el espaciado, se apilan o se apoyan en armellas de sujeción, se aplicará un factor de ajuste del 60 por ciento

b) Espaciamiento de canalizaciones. Se debe mantener la separación entre tubos conduit, tubos o canalizaciones.

c) Canalizaciones y cables expuestos a la luz solar en azoteas. Cuando los conductores o cables están expuestos a la luz solar directa en o por encima de azoteas, las canalizaciones o cables deben instalarse a una distancia mínima por encima del techo al fondo de la canalización o cable de 2.3 cm. Cuando la distancia entre el techo y la parte inferior de la canalización es inferior a 2.3 cm, se debe agregar una temperatura de 33 ° C a la temperatura exterior para determinar la temperatura ambiente correspondiente para la aplicación de los factores de corrección de las Tablas 310-15(b)(2)(a) ó 310-15(b)(2)(b).

4) Conductores desnudos o recubiertos. Cuando se instalan conductores desnudos o recubiertos con conductores aislados, la temperatura nominal del conductor desnudo o recubierto debe ser igual a la temperatura nominal más baja de los conductores aislados con el fin de determinar la ampacidad.

5) Conductor del neutro.

- (1) No se exigirá tomar en cuenta el conductor del neutro que transporte sólo la corriente de desequilibrio de otros conductores del mismo circuito, cuando se aplican las disposiciones de 310-15(b)(3)(a).
- (2) En un circuito de tres hilos, que consta de dos conductores de fase y el conductor del neutro, de un sistema trifásico de 4 hilos conectado en estrella, un conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de línea a neutro de los otros conductores, y se debe tener en cuenta al aplicar lo establecido en 310-15(b)(3)(a).
- (3) En una instalación trifásica de 4 hilos conectada en estrella, en la cual la mayor parte de la carga consiste en cargas no lineales, circulan corrientes armónicas en el conductor del neutro, por lo que el conductor del neutro se debe considerar como un conductor portador de corriente.

6) Conductor de puesta a tierra o de unión. Al aplicar lo establecido en las disposiciones de 310-15(b)(3)(a) no se debe tener en cuenta el conductor de puesta a tierra o el de unión.

7) Servicios de vivienda y alimentadores monofásicos. Para unidades de vivienda unifamiliares y unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares, debe permitirse que los conductores de acometidas y alimentadores abastecidos por un sistema monofásico de 120/240 volts sean dimensionados de acuerdo con lo establecido en las secciones 310-15(b)(7)(1) hasta (4) siguientes.

Para las viviendas unifamiliares y las unidades de vivienda individuales de viviendas multifamiliares y de dos familias, se permitirá que los conductores alimentadores monofásicos consistentes en dos conductores de fase y el conductor neutro de un sistema de 208Y / 120 volts se clasifiquen de conformidad con (1) a (3) siguientes.

(1) Para una acometida con un valor nominal de 100 a 400 Amperes, debe permitirse que los conductores de acometida que alimenten el total de la carga asociada con una vivienda unifamiliar o los conductores de acometida que alimenten el total de la carga asociada con una unidad de vivienda individual bifamiliar o multifamiliar, tengan una ampacidad no menor del 83 por ciento del valor nominal de la acometida.

(2) Para una acometida con un valor nominal de 100 a 400 Amperes, debe permitirse que los conductores de alimentadores que abastecen el total de la carga asociada con una vivienda unifamiliar o los conductores de alimentadores que abastecen el total de la carga asociada con una unidad de vivienda individual bifamiliar o multifamiliar, tengan una ampacidad no menor del 83 por ciento del valor nominal del alimentador.

(3) En ningún caso debe requerirse que un alimentador de una unidad de vivienda individual tenga una ampacidad mayor que la especificada en los incisos (1) o (2) anteriores.

(4) Debe permitirse que los conductores puestos a tierra sean de un tamaño menor que el de los conductores de fase, siempre que se cumplan los requisitos de las secciones 220-61 y 230-42 para conductores de acometida o los requisitos de las secciones 215-2 y 220-61 para conductores de alimentadores.

Cuando se requiera un factor de corrección o ajuste en el punto 310-15(b)(2) o (3), se permitirá que se apliquen a la ampacidad asociada con la temperatura nominal del conductor.

NOTA 1: Las clasificaciones de servicio o alimentador que se abordan en esta sección se basan en las ampacidades estándar de 240-6 (a).

c) Supervisión de ingeniería. Bajo la supervisión de ingeniería, se permitirá calcular la ampacidad de los conductores mediante la siguiente ecuación general:

$$I = \frac{T_c - T_a}{\sqrt{R_{cc}(1 + Y_c)R_{ca}}} \times 10^3 \text{ amperes}$$

donde:

T_c = temperatura del conductor (°C)

T_a = temperatura ambiente (°C)

R_{cc} = resistencia de corriente continua de 305 mm (1pie) de conductor en microhms a temperatura T_c

Y_c = componente de la resistencia de corriente alterna debida al efecto superficial y efecto de proximidad

R_{ca} = resistencia térmica efectiva entre el conductor y el medio ambiente que lo rodea

310-60. Conductores para tensiones de 2001 a 35 000 volts.

a) Ampacidades de conductores para tensiones de 2001 a 35 000 volts. Se permitirá determinar las ampacidades para conductores con aislamiento dieléctrico sólido mediante las Tablas o bajo supervisión de ingeniería, como se establece en 310-60(b) y (c).

1) Selección de la ampacidad. Cuando se puede aplicar más de una ampacidad calculada o tabulada, para una longitud de circuito dado, se debe usar el menor valor.

Excepción: Cuando se apliquen dos ampacidades distintas para partes adyacentes de un circuito, se permitirá utilizar la mayor ampacidad más allá del punto de transición, a una distancia igual a 3.00 metros o 10 por ciento de la longitud del circuito calculado con la ampacidad más alta, el valor que sea menor.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, según lo establecido para sus terminales, véase 110-40.

Tabla 310-15(b)(16).- Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THHW-LS0H, THW-2, THW- 2-LS0H THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW- 2	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THW, THWN, XHHW, USE	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2 RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
0.824	18 ^{**}	—	—	14	—	—	—
1.31	16 ^{**}	—	—	18	—	—	—
2.08	14 ^{**}	15	20	25	—	—	—
3.31	12 ^{**}	20	25	30	—	—	—
5.26	10 ^{**}	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C. Véase 310-15(b)(3)(a) para más de tres conductores portadores de corriente.

** Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

Tabla 310-15(b)(17).- Ampacidades permisibles de conductores individuales aislados para tensiones hasta e incluyendo 2000 volts al aire libre, basadas en una temperatura ambiente de 30 °C*.

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THHW-LSOH, THW-2, THW- 2-LSOH, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THW, THWN, XHHW, USE	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18	—	—	18	—	—	—
1.31	16	—	—	24	—	—	—
2.08	14**	25	30	35	—	—	—
3.31	12**	30	35	40	—	—	—
5.26	10**	40	50	55	—	—	—
8.37	8	60	70	80	—	—	—
13.3	6	80	95	105	60	75	85
21.2	4	105	125	140	80	100	115
26.7	3	120	145	165	95	115	130
33.6	2	140	170	190	110	135	150
42.4	1	165	195	220	130	155	175
53.5	1/0	195	230	260	150	180	205
67.4	2/0	225	265	300	175	210	235
85.0	3/0	260	310	350	200	240	270
107	4/0	300	360	405	235	280	315
127	250	340	405	455	265	315	355
152	300	375	445	500	290	350	395
177	350	420	505	570	330	395	445
203	400	455	545	615	355	425	480
253	500	515	620	700	405	485	545
304	600	575	690	780	455	545	615
355	700	630	755	850	500	595	670
380	750	655	785	885	515	620	700
405	800	680	815	920	535	645	725
456	900	730	870	980	580	700	790
507	1000	780	935	1055	625	750	845
633	1250	890	1065	1200	710	855	965
760	1500	980	1175	1325	795	950	1070
887	1750	1070	1280	1445	875	1050	1185

1013	2000	1155	1385	1560	960	1150	1295
------	------	------	------	------	-----	------	------

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.

** Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

Tabla 310-15(b)(18).- Ampacidades permisibles de conductores aislados para tensiones hasta e incluyendo 2000 volts, de 150 °C hasta 250 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en canalizaciones o cables y basadas en una temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]			
		150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
mm ²	AWG o kcmil	Tipo Z	Tipos FEP, FEPB, PFA, SA	Tipos PFAH, TFE	Tipo Z
		COBRE		NÍQUEL O COBRE RECUBIERTO DE NÍQUEL	DE ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE
2.08	14	34	36	39	—
3.31	12	43	45	54	—
5.26	10	55	60	73	—
8.37	8	76	83	93	—
13.3	6	96	110	117	75
21.2	4	120	125	148	94
26.7	3	143	152	166	109
33.6	2	160	171	191	124
42.4	1	186	197	215	145
53.5	1/0	215	229	244	169
67.4	2/0	251	260	273	198
85.0	3/0	288	297	308	227
107	4/0	332	346	361	260

* Véase 310-15(b)(2)(b) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 40 °C. Véase 310-15(b)(3)(a) para más de tres conductores portadores de corriente.

Tabla 310-15(b)(19).- Ampacidades permisibles de conductores aislados individuales para Tensiones de hasta e incluyendo 2000 volts, de 150 °C hasta 250 °C, al aire libre con base en una temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]			
		150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
mm ²	AWG o kcmil	Tipo Z	Tipos FEP, FEPB, PFA, SA	Tipos PFAH, TFE	Tipo Z
		COBRE		NÍQUEL O COBRE RECUBIERTO DE NÍQUEL	DE ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE
2.08	14	46	54	59	—
3.31	12	60	68	78	—
5.26	10	80	90	107	—
8.37	8	106	124	142	—
13.3	6	155	165	205	112
21.2	4	190	220	278	148
26.7	3	214	252	327	170
33.6	2	255	293	381	198
42.4	1	293	344	440	228
53.5	1/0	339	399	532	263

67.4	2/0	390	467	591	305
85.0	3/0	451	546	708	351
107	4/0	529	629	830	411

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 40 °C

Tabla 310-15(b)(20).- Ampacidades de no más de tres conductores individuales aislados para Tensiones de hasta e incluyendo 2000 volts, sostenidos por un mensajero, con base en una temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]			
		75 °C	90 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	Tipos RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, ZW	Tipos MI, THHN, THHW, THHW-LS, THHW-LS0H, THW-2, THW-2-LS0H, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos RHW, THWN, THHW, XHHW	Tipos THHN, THHW, RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2, THW-2, THWN- 2, USE-2, ZW-2
8.37	8	57	66	—	—
13.3	6	76	89	59	69
21.2	4	101	117	78	91
26.7	3	118	138	92	107
33.6	2	135	158	106	123
42.4	1	158	185	123	144
53.5	1/0	183	214	143	167
67.4	2/0	212	247	165	193
85.0	3/0	245	287	192	224
107	4/0	287	335	224	262
127	250	320	374	251	292
152	300	359	419	282	328
177	350	397	464	312	364
203	400	430	503	339	395
253	500	496	580	392	458
304	600	553	647	440	514
355	700	610	714	488	570
380	750	638	747	512	598
405	800	660	773	532	622

456	900	704	826	572	669
507	1000	748	879	612	716

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 40 °C. Véase 310-15(b)(3)(a) para más de tres conductores portadores de corriente.

Tabla 310-15(b)(21).- Ampacidades de conductores desnudos o recubiertos, al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 40 °C, 80 °C de temperatura total del conductor, y una velocidad del viento de 610 milímetros/segundo

Conductores de cobre				Conductores de Aluminio AAC			
Tamaño o designación		Desnudos	Recubiertos	Tamaño o designación		Desnudos	Recubiertos
mm ²	AWG o kcmil	Amperes	Amperes	mm ²	AWG o kcmil	Amperes	Amperes
8.37	8	98	103	—	—	—	—
13.3	6	124	130	13.3	6	96	101
21.2	4	155	163	21.	4	121	127
33.6	2	209	219	33.6	2	163	171
53.5	1/0	282	297	53.5	1/0	220	231
67.4	2/0	329	344	67.4	2/0	255	268
85.0	3/0	382	401	85.0	3/0	297	312
107	4/0	444	466	107	4/0	346	364
127	250	494	519	135	266.8	403	423
152	300	556	584	171	336.4	468	492
253	500	773	812	201	397.5	522	548
380	750	1000	1050	242	477	588	617
507	1000	1193	1253	282	556.5	650	682
—	—	—	—	322	636	709	744
—	—	—	—	403	795	819	860
—	—	—	—	483	954	920	—
—	—	—	—	524	1033.5	968	1017
—	—	—	—	645	1272	1103	1201
—	—	—	—	806	1590	1267	1381
—	—	—	—	1013	2000	1454	1527

b) Supervisión de ingeniería. Bajo supervisión de la ingeniería, se permitirá que las ampacidades del conductor se calculen usando la siguiente ecuación general:

$$I = \sqrt{\frac{T_c - (T_a + \Delta T_d)}{R_{cc}(1 + Y_c)R_{ca}}} \times 10^3 \text{ amperes}$$

dónde:

T_c = temperatura del conductor (°C)

T_a = temperatura ambiente (°C)

ΔT_d = aumento de la temperatura de pérdida dieléctrica

R_{cc} = resistencia corriente continua del conductor a la temperatura T_c

Y_c = componente de la resistencia de corriente alterna debida al efecto superficial y efecto de proximidad

R_{ca} = resistencia térmica efectiva entre conductor y el ambiente que lo rodea

NOTA: El aumento de la temperatura de pérdida dieléctrica (ΔT_d) es insignificante para los cables individuales del circuito con dieléctrico extruido clasificados por debajo de 46 kV.

c) Tablas. Las ampacidades para los conductores para tensiones de 2001 a 35 000 volts deben ser como se especifican en las Tablas 310-60(c)(67) a 310-60(c)(86). Las ampacidades para temperaturas ambiente diferentes de las especificadas en las Tablas de ampacidades se deben corregir de acuerdo con 310-60(b)(4).

NOTA: Las ampacidades suministradas en esta sección no tienen en cuenta las caídas de tensión. Véase 210-19(a), Nota 4, para los circuitos derivados y 215-2(a), Nota 2, para los alimentadores.

1) Pantallas metálicas puestas a tierra. Las ampacidades de las Tablas 310-60(c)(69), 310-60(c)(70), 310-60(c)(81) y 310-60(c)(82) deben aplicarse a cables con pantallas metálicas puestas a tierra en un punto solamente. Cuando las pantallas metálicas de estos cables están puestas a tierra en más de un punto, las ampacidades se deben ajustar para tener en cuenta el calentamiento debido a las corrientes inducidas en la pantalla metálica.

NOTA: Las tablas distintas a las enumeradas contienen la ampacidad de los cables con blindajes puestos a tierra en varios puntos.

2) Profundidad de enterramiento de circuitos subterráneos. Cuando se modifica la profundidad de enterramiento, de circuitos directamente enterrados o de bancos de ductos eléctricos, con relación a los valores mostrados en las figuras o en las tablas, se permitirá modificar las ampacidades tal como se indica en (a) y (b) siguientes:

- a. Cuando la profundidad de enterramiento se aumenta en parte de un tramo del ducto eléctrico, no será requerido reducir la ampacidad de los conductores, siempre y cuando la longitud total de las partes del tendido del ducto en que se aumenta la profundidad sea menos del 25 por ciento de la longitud total del tendido.
- b. Cuando las profundidades de enterramiento son mayores a las presentadas en una tabla o figura específica de ampacidad en instalaciones subterráneas, se permitirá un factor de corrección de la ampacidad del 6 por ciento por cada 30 centímetros de aumento en la profundidad para todos los valores de resistividad térmica (Rho).

No se requerirá un ajuste en el valor de la ampacidad cuando se reduzca la profundidad de enterramiento.

3) Ductos eléctricos en la Figura 310-60. En los sitios en donde los ductos eléctricos subterráneos entran en los envoltentes de los equipos por debajo de la tierra, la separación entre tales ductos, como se ilustra en la Figura 310-60, podrá ser reducida sin exigirse la reducción de la ampacidad de los conductores.

4) Corrección de la temperatura ambiente. Las ampacidades para temperaturas ambiente diferentes de las especificadas en las tablas de ampacidad se deben corregir de acuerdo con la Tabla 310-60(c)(4) o se permitirá que sean calculadas usando la siguiente ecuación:

$$I' = I \sqrt{\frac{T_c - T'_a}{T_c - T_a}}$$

donde:

I' = ampacidad corregida por temperatura ambiente

I = ampacidad en tablas para T_c y T_a

T_c = temperatura del conductor (°C)

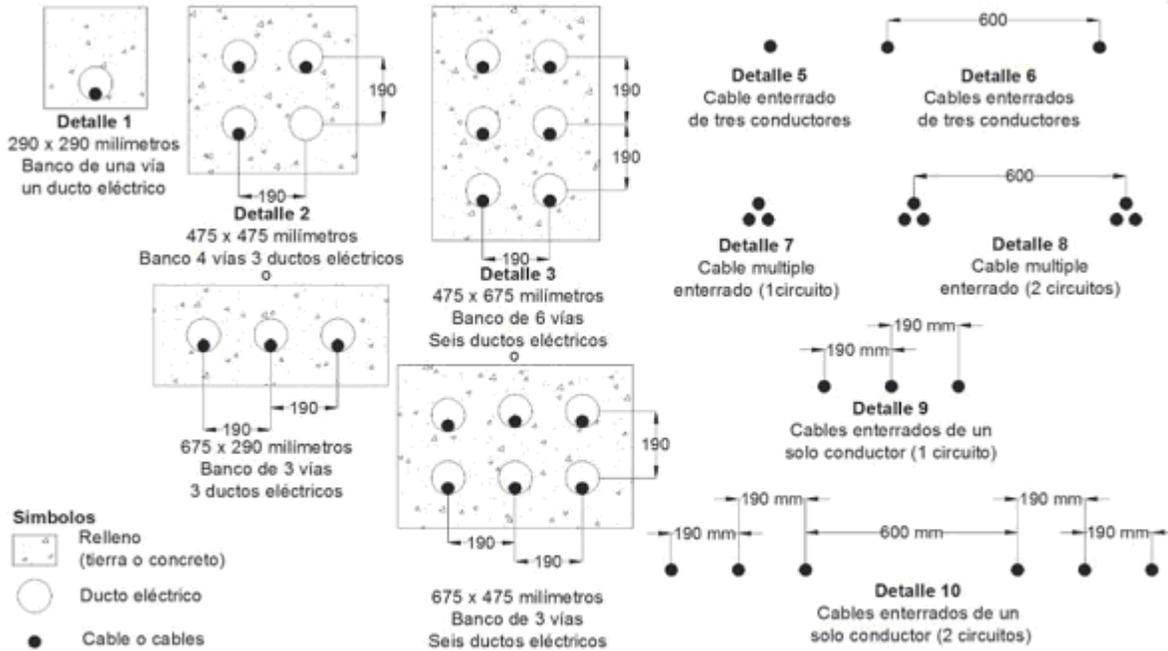
T'_a = temperatura ambiente nueva (°C)

T_a = temperatura ambiente usadas en tablas (°C)

Tabla 310-60(c)(4).- Factores de corrección a temperatura ambiente

Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:		
Temperatura ambiente (°C)	90 °C	105 °C
10 o menos	1.26	1.21
11-15	1.22	1.18
16-20	1.18	1.14
21-25	1.14	1.11
26-30	1.10	1.07
31-35	1.05	1.04
36-40	1.00	1.00
41-45	0.95	0.96
46-50	0.89	0.92
51-55	0.84	0.88
56-60	0.77	0.83
61-65	0.71	0.78

66-70	0.63	0.73
91-75	0.55	0.68
76-80	0.45	0.62
81-85	0.32	0.55
86-90	-	0.48
91-95	-	0.39
96-100	-	0.28



Nota 1.- Las profundidades mínimas de enterramiento hasta la parte superior de los ductos eléctricos o cables debe estar de acuerdo con 300-50. La profundidad máxima hasta la parte superior de los cables blancos de ductos eléctricos debe ser de 750 milímetros y la profundidad máxima hasta la parte superior de los cables enterrados directamente debe ser de 900 milímetros.
Nota 2.- Todas las acotaciones en esta figura están en milímetros.

Figura 310-60.- Dimensiones de instalación de cables para uso con las Tablas 310-60c)(77) a 310-60c)(86).

Tabla 310-60(c)(67).- Ampacidad permisible de cables monoconductores de cobre aislados en configuración triplex al aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	65	74	—	—
13.3	6	90	99	100	110
21.2	4	120	130	130	140
33.6	2	160	175	170	195
42.4	1	185	205	195	225
53.5	1/0	215	240	225	255
67.4	2/0	250	275	260	295
85.0	3/0	290	320	300	340

107	4/0	335	375	345	390
127	250	375	415	380	430
177	350	465	515	470	525
253	500	580	645	580	650
380	750	750	835	730	820
507	1000	880	980	850	950

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(68).- Ampacidad de cables de ternas de conductores individuales de aluminio, aislados, al aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	50	57	-	-
13.3	6	70	77	75	84
21.2	4	90	100	100	110
33.6	2	125	135	130	150
42.4	1	145	160	150	175
53.5	1/0	170	185	175	200
67.4	2/0	195	215	200	230
85.0	3/0	225	250	230	265
107	4/0	265	290	270	305
127	250	295	325	300	335
177	350	365	405	370	415
253	500	460	510	460	515
380	750	600	665	590	660
507	1000	715	800	700	780

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(69).- Ampacidad de conductores de cobre individuales, aislados, y separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]					
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-15 000 volts		Ampacidad para 15 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C					
		90	105	90	105	90	105
8.37	8	83	93	—	—	—	—
13.3	6	110	120	110	125	—	—

21.2	4	145	160	150	165	—	—
33.6	2	190	215	195	215	—	—
42.4	1	225	250	225	250	225	250
53.5	1/0	260	290	260	290	260	290
67.4	2/0	300	330	300	335	300	330
85.0	3/0	345	385	345	385	345	380
107	4/0	400	445	400	445	395	445
127	250	445	495	445	495	440	490
177	350	550	615	550	610	545	605
253	500	695	775	685	765	680	755
380	750	900	1000	885	990	870	970
507	1000	1075	1200	1060	1185	1040	1160
633	1250	1230	1370	1210	1350	1185	1320
760	1500	1365	1525	1345	1500	1315	1465
887	1750	1495	1665	1470	1640	1430	1595
1010	2000	1605	1790	1575	1755	1535	1710

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(70).- Ampacidad de conductores individuales de aluminio, aislados, separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C (104 °C) y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]					
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5001-15 000 volts		Ampacidad para 15 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C					
		90	105	90	105	90	105
8.37	8	64	71	-	-	-	-
13.3	6	85	95	87	97	—	—
21.2	4	115	125	115	130	—	—
33.6	2	150	165	150	170	—	—
42.4	1	175	195	175	195	175	195
53.5	1/0	200	225	200	225	200	225
67.4	2/0	230	260	235	260	230	260
85.0	3/0	270	300	270	300	270	300
107	4/0	310	350	310	350	310	345
127	250	345	385	345	385	345	380
177	350	430	480	430	480	430	475
253	500	545	605	535	600	530	590

380	750	710	790	700	780	685	765
507	1000	855	950	840	940	825	920
633	1250	980	1095	970	1080	950	1055
760	1500	1105	1230	1085	1215	1060	1180
887	1750	1215	1355	1195	1335	1165	1300
1013	2000	1320	1475	1295	1445	1265	1410

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(71) Ampacidad de cables de tres conductores de cobre, aislados, separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	59	66	—	—
13.3	6	79	88	93	105
21.2	4	105	115	120	135
33.6	2	140	154	165	185
42.4	1	160	180	185	210
53.5	1/0	185	205	215	240
67.4	2/0	215	240	245	275
85.0	3/0	250	280	285	315
107	4/0	285	320	325	360
127	250	320	355	360	400
177	350	395	440	435	490
253	500	485	545	535	600
380	750	615	685	670	745
507	1000	705	790	770	860

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(72).- Ampacidad de cables de tres conductores de aluminio, aislados, separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	46	51	-	-
13.3	6	61	68	72	80
21.2	4	81	90	95	105
33.6	2	110	120	125	145
42.4	1	125	140	145	165
53.5	1/0	145	160	170	185

67.4	2/0	170	185	190	215
85.0	3/0	195	215	220	245
107	4/0	225	250	255	285
127	250	250	280	280	315
177	350	310	345	345	385
253	500	385	430	425	475
380	750	495	550	540	600
507	1000	585	650	635	705

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(73).- Ampacidad de cables de tres conductores o ternas de cables individuales aislados, de cobre, en tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	55	61	—	—
13.3	6	75	84	83	93
21.2	4	97	110	110	120
33.6	2	130	145	150	165
42.4	1	155	175	170	190
53.5	1/0	180	200	195	215
67.4	2/0	205	225	225	255
85.0	3/0	240	270	260	290
107	4/0	280	305	295	330
127	250	315	355	330	365
177	350	385	430	395	440
253	500	475	530	480	535
380	750	600	665	585	655
507	1000	690	770	675	755

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(74).- Ampacidad de cables de tres conductores o ternas de cables individuales aislados, de aluminio, en tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	43	48	-	-
13.3	6	58	65	65	72
21.2	4	76	85	84	94
33.6	2	100	115	115	130
42.4	1	120	135	130	150

53.5	1/0	140	155	150	170
67.4	2/0	160	175	175	200
85.0	3/0	190	210	200	225
107	4/0	215	240	230	260
127	250	250	280	255	290
177	350	305	340	310	350
253	500	380	425	385	430
380	750	490	545	485	540
507	1000	580	645	565	640

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(75).- Ampacidad de cables de tres conductores de cobre aislados y en un tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	52	58	—	—
13.3	6	69	77	83	92
21.2	4	91	100	105	120
33.6	2	125	135	145	165
42.4	1	140	155	165	185
53.5	1/0	165	185	195	215
67.4	2/0	190	210	220	245
85.0	3/0	220	245	250	280
107	4/0	255	285	290	320
127	250	280	315	315	350
177	350	350	390	385	430
253	500	425	475	470	525
380	750	525	585	570	635
507	1000	590	660	650	725

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(76).- Ampacidad de cables de tres conductores de aluminio aislados, en un tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
8.37	8	42	46	-	-
13.3	6	53	59	64	71
21.2	4	71	79	84	94
33.6	2	96	105	115	125
42.4	1	110	125	130	145

53.5	1/0	130	145	150	170
67.4	2/0	150	165	170	190
85.0	3/0	170	190	195	220
107	4/0	200	225	225	255
127	250	220	245	250	280
177	350	275	305	305	340
253	500	340	380	380	425
380	750	430	480	470	520
507	1000	505	560	550	615

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(77).- Ampacidad de tres conductores de cobre, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90 °C, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	64	69	—	—
13.3	6	85	92	90	97
21.2	4	110	120	115	125
33.6	2	145	155	155	165
42.4	1	170	180	175	185
53.5	1/0	195	210	200	215
67.4	2/0	220	235	230	245
85.0	3/0	250	270	260	275
107	4/0	290	310	295	315
127	250	320	345	325	345
177	350	385	415	390	415
253	500	470	505	465	500
380	750	585	630	565	610
507	1000	670	720	640	690
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	56	60	—	—

13.3	6	73	79	77	83
21.2	4	95	100	99	105
33.6	2	125	130	130	135
42.4	1	140	150	145	155
53.5	1/0	160	175	165	175
67.4	2/0	185	195	185	200
85.0	3/0	210	225	210	225
107	4/0	235	255	240	255
127	250	260	280	260	280
177	350	315	335	310	330
253	500	375	405	370	395
380	750	460	495	440	475
507	1000	525	565	495	535
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	48	52	—	—
13.3	6	62	67	64	68
21.2	4	80	86	82	88
33.6	2	105	110	105	115
42.4	1	115	125	120	125
53.5	1/0	135	145	135	145
67.4	2/0	150	160	150	165
85.0	3/0	170	185	170	185
107	4/0	195	210	190	205
127	250	210	225	210	225
177	350	250	270	245	265
253	500	300	325	290	310
380	750	365	395	350	375
507	1000	410	445	390	415

Tabla 310-60(c)(78).- Ampacidad de tres conductores de aluminio, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor	
		[Véase la Tabla 310-104(c)]	
mm ²	AWG	Ampacidad	Ampacidad

	o kcmil	para 2 001-5 000 volts		para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	50	54	-	-
13.3	6	66	71	70	75
21.2	4	86	93	91	98
33.6	2	115	125	120	130
42.4	1	130	140	135	145
53.5	1/0	150	160	155	165
67.4	2/0	170	185	175	190
85.0	3/0	195	210	200	215
107	4/0	225	245	230	245
127	250	250	270	250	270
177	350	305	325	305	330
253	500	370	400	370	400
380	750	470	505	455	490
507	1000	545	590	525	565
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	44	47	—	—
13.3	6	57	61	60	65
21.2	4	74	80	77	83
33.6	2	96	105	100	105
42.4	1	110	120	110	120
53.5	1/0	125	135	125	140
67.4	2/0	145	155	145	155
85.0	3/0	160	175	165	175
107	4/0	185	200	185	200
127	250	205	220	200	220
177	350	245	265	245	260
253	500	295	320	290	315
380	750	370	395	355	385
507	1000	425	460	405	440
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	38	41	—	—
13.3	6	48	52	50	54
21.2	4	62	67	64	69
33.6	2	80	86	80	88

42.4	1	91	98	90	99
53.5	1/0	105	110	105	110
67.4	2/0	115	125	115	125
85.0	3/0	135	145	130	145
107	4/0	150	165	150	160
127	250	165	180	165	175
177	350	195	210	195	210
253	500	240	255	230	250
380	750	290	315	280	305
507	1000	335	360	320	345

Tabla 310-60(c)(79).- Ampacidad de tres conductores de cobre aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	59	64	—	—
13.3	6	78	84	88	95
21.2	4	100	110	115	125
33.6	2	135	145	150	160
42.4	1	155	165	170	185
53.5	1/0	175	190	195	210
67.4	2/0	200	220	220	235
85.0	3/0	230	250	250	270
107	4/0	265	285	285	305
127	250	290	315	310	335
177	350	355	380	375	400
253	500	430	460	450	485
380	750	530	570	545	585
507	1000	600	645	615	660

Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	53	57	—	—
13.3	6	69	74	75	81
21.2	4	89	96	97	105
33.6	2	115	125	125	135
42.4	1	135	145	140	155
53.5	1/0	150	165	160	175
67.4	2/0	170	185	185	195
85.0	3/0	195	210	205	220
107	4/0	225	240	230	250
127	250	245	265	255	270
177	350	295	315	305	325
253	500	355	380	360	385
380	750	430	465	430	465
507	1000	485	520	485	515
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	46	50	—	—
13.3	6	60	65	63	68
21.2	4	77	83	81	87
33.6	2	98	105	105	110
42.4	1	110	120	115	125
53.5	1/0	125	135	130	145
67.4	2/0	145	155	150	160
85.0	3/0	165	175	170	180
107	4/0	185	200	190	200
127	250	200	220	205	220
177	350	240	270	245	275
253	500	290	310	290	305
380	750	350	375	340	365
507	1000	390	420	380	405

Tabla 310-60(c)(80).- Ampacidad de tres conductores de aluminio aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación	Temperatura nominal del conductor
----------------------	-----------------------------------

		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	46	50	—	—
13.3	6	61	66	69	74
21.2	4	80	86	89	96
33.6	2	105	110	115	125
42.4	1	120	130	135	145
53.5	1/0	140	150	150	165
67.4	2/0	160	170	170	185
85.0	3/0	180	195	195	210
107	4/0	205	220	220	240
127	250	230	245	245	265
177	350	280	310	295	315
253	500	340	365	355	385
380	750	425	460	440	475
507	1000	495	535	510	545
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	41	44	—	—
13.3	6	54	58	59	64
21.2	4	70	75	75	81
33.6	2	90	97	100	105
42.4	1	105	110	110	120
53.5	1/0	120	125	125	135
67.4	2/0	135	145	140	155
85.0	3/0	155	165	160	175
107	4/0	175	185	180	195
127	250	190	205	200	215
177	350	230	250	240	255
253	500	280	300	285	305
380	750	345	375	350	375
507	1000	400	430	400	430
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	36	39	—	—
13.3	6	46	50	49	53

21.2	4	60	65	63	68
33.6	2	77	83	80	86
42.4	1	87	94	90	98
53.5	1/0	99	105	105	110
67.4	2/0	110	120	115	125
85.0	3/0	130	140	130	140
107	4/0	145	155	150	160
127	250	160	170	160	170
177	350	190	205	190	205
253	500	230	245	230	245
380	750	280	305	275	295
507	1000	320	345	315	335

Tabla 310-60(c)(81).- Ampacidad de conductores individuales de cobre, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 9)					
8.37	8	110	115	—	—
13.3	6	140	150	130	140
21.2	4	180	195	170	180
33.6	2	230	250	210	225
42.4	1	260	280	240	260
53.5	1/0	295	320	275	295
67.4	2/0	335	365	310	335
85.0	3/0	385	415	355	380
107	4/0	435	465	405	435
127	250	470	510	440	475
177	350	570	615	535	575
253	500	690	745	650	700
380	750	845	910	805	865
507	1000	980	1055	930	1005
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 10)					
8.37	8	100	110	—	—

13.3	6	130	140	120	130
21.2	4	165	180	160	170
33.6	2	215	230	195	210
42.4	1	240	260	225	240
53.5	1/0	275	295	255	275
67.4	2/0	310	335	290	315
85.0	3/0	355	380	330	355
107	4/0	400	430	375	405
127	250	435	470	410	440
177	350	520	560	495	530
253	500	630	680	600	645
380	750	775	835	740	795
507	1000	890	960	855	920

Tabla 310-60(c)(82).- Ampacidad de conductores individuales de aluminio, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 9)					
8.37	8	85	90	—	—
13.3	6	110	115	100	110
21.2	4	140	150	130	140
33.6	2	180	195	165	175
42.4	1	205	220	185	200
53.5	1/0	230	250	215	230
67.4	2/0	265	285	245	260
85.0	3/0	300	320	275	295
107	4/0	340	365	315	340
127	250	370	395	345	370
177	350	445	480	415	450
253	500	540	580	510	545
380	750	665	720	635	680
507	1000	780	840	740	795
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 10)					

8.37	8	80	85	—	—
13.3	6	100	110	95	100
21.2	4	130	140	125	130
33.6	2	165	180	155	165
42.4	1	190	200	175	190
53.5	1/0	215	230	200	215
67.4	2/0	245	260	225	245
85.0	3/0	275	295	255	275
107	4/0	310	335	290	315
127	250	340	365	320	345
177	350	410	440	385	415
253	500	495	530	470	505
380	750	610	655	580	625
507	1000	710	765	680	730

Tabla 310-60(c)(83).- Ampacidad de tres conductores de cobre, aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 5)					
8.37	8	85	89	—	—
13.3	6	105	115	115	120
21.2	4	135	150	145	155
33.6	2	180	190	185	200
42.4	1	200	215	210	225
53.5	1/0	230	245	240	255
67.4	2/0	260	280	270	290
85.0	3/0	295	320	305	330
107	4/0	335	360	350	375
127	250	365	395	380	410
177	350	440	475	460	495
253	500	530	570	550	590
380	750	650	700	665	720
507	1000	730	785	750	810

Dos circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 6)					
8.37	8	80	84	—	—
13.3	6	100	105	105	115
21.2	4	130	140	135	145
33.6	2	165	180	170	185
42.4	1	185	200	195	210
53.5	1/0	215	230	220	235
67.4	2/0	240	260	250	270
85.0	3/0	275	295	280	305
107	4/0	310	335	320	345
127	250	340	365	350	375
177	350	410	440	420	450
253	500	490	525	500	535
380	750	595	640	605	650
507	1000	665	715	675	730

Tabla 310-60(c)(84).- Ampacidad de tres conductores de aluminio, aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 5)					
8.37	8	65	70	—	—
13.3	6	80	88	90	95
21.2	4	105	115	115	125
33.6	2	140	150	145	155
42.4	1	155	170	165	175
53.5	1/0	180	190	185	200
67.4	2/0	205	220	210	225
85.0	3/0	230	250	240	260
107	4/0	260	280	270	295
127	250	285	310	300	320
177	350	345	375	360	390
253	500	420	450	435	470
380	750	520	560	540	580

507	1000	600	650	620	665
Dos circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 6)					
8.37	8	60	66	—	—
13.3	6	75	83	80	95
21.2	4	100	110	105	115
33.6	2	130	140	135	145
42.4	1	145	155	150	165
53.5	1/0	165	180	170	185
67.4	2/0	190	205	195	210
85.0	3/0	215	230	220	240
107	4/0	245	260	250	270
127	250	265	285	275	295
177	350	320	345	330	355
253	500	385	415	395	425
380	750	480	515	485	525
507	1000	550	590	560	600

Tabla 310-60(c)(85).- Ampacidad de tres ternas de conductores individuales de cobre, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 7)					
8.37	8	90	95	—	—
13.3	6	120	130	115	120
21.2	4	150	165	150	160
33.6	2	195	205	190	205
42.4	1	225	240	215	230
53.5	1/0	255	270	245	260
67.4	2/0	290	310	275	295
85.0	3/0	330	360	315	340
107	4/0	375	405	360	385
127	250	410	445	390	410
177	350	490	580	470	505
253	500	590	635	565	605
380	750	725	780	685	740

507	1000	825	885	770	830
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 8)					
8.37	8	85	90	—	—
13.3	6	110	115	105	115
21.2	4	140	150	140	150
33.6	2	180	195	175	190
42.4	1	205	220	200	215
53.5	1/0	235	250	225	240
67.4	2/0	265	285	255	275
85.0	3/0	300	320	290	315
107	4/0	340	365	325	350
127	250	370	395	355	380
177	350	445	480	425	455
253	500	535	575	510	545
380	750	650	700	615	660
507	1000	740	795	690	745

Tabla 310-60(c)(86).- Ampacidad de tres ternas de conductores individuales de aluminio, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor			
		[Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 7)					
8.37	8	70	75	—	—
13.3	6	90	100	90	95
21.2	4	120	130	115	125
33.6	2	155	165	145	155
42.4	1	175	190	165	175
53.5	1/0	200	210	190	205
67.4	2/0	225	240	215	230
85.0	3/0	255	275	245	265
107	4/0	290	310	280	305
127	250	320	350	305	325
177	350	385	420	370	400
253	500	465	500	445	480

380	750	580	625	550	590
507	1000	670	725	635	680
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 8)					
8.37	8	65	70	—	—
13.3	6	85	95	85	90
21.2	4	110	120	105	115
33.6	2	140	150	135	145
42.4	1	160	170	155	170
53.5	1/0	180	195	175	190
67.4	2/0	205	220	200	215
85.0	3/0	235	250	225	245
107	4/0	265	285	255	275
127	250	290	310	280	300
177	350	350	375	335	360
253	500	420	455	405	435
380	750	520	560	485	525
507	1000	600	645	565	605

Parte C. Especificaciones de construcción

310-104. Construcción y aplicación de los conductores. Los conductores aislados deben cumplir las disposiciones aplicables de las Tablas 310-104(a) a 310-104(e).

NOTA: Los aislamientos termoplásticos se pueden endurecer a temperaturas menores a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. A temperatura normal, los aislamientos termoplásticos también se pueden deformar si están sometidos a presión, tal como en los puntos de soporte.

Si se utilizan aislantes termoplásticos en circuitos de corriente continua en lugares mojados, se puede producir electroendósmosis entre el conductor y el aislamiento.

Tabla 310-104(a).- Aplicaciones y aislamientos de conductores de 600 volts¹

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima del conductor	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Recubrimiento externo ²
Etileno-propileno fluorado	FEP o FEPP	90 °C	Lugares secos y húmedos	Etileno-propileno fluorado	Ninguno
		200 °C	Lugares secos		Trenza de fibra de vidrio
			Para aplicaciones especiales ³		Trenza de fibra de vidrio u otro material trenzado.
Aislamiento mineral (con cubierta metálica)	MI	90 °C	Lugares secos y mojados	Óxido de magnesio	Cobre o aleación de acero
		250 °C	Para aplicaciones especiales ³		
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y al aceite	MTW	60 °C	Alambrado de máquinas herramienta en lugares mojados.	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad, al calor y al aceite	Ninguno, cubierta de nylon o equivalente
		90 °C	Alambrado de máquinas herramienta en lugares		

			secos.		
Papel		85 °C	Para conductores subterráneos de acometida	Papel	Cubierta de plomo
Perfluoroalcoxi	PFA	90 °C	Lugares secos y húmedos	Perfluoroalcoxi	Ninguno
		200 °C	Lugares secos y aplicaciones especiales ³		
Perfluoroalcoxi	PFAH	250 °C	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos (sólo de níquel o de cobre recubiertos de níquel)	Perfluoroalcoxi	Ninguno
Termofijo	RHH	90 °C	Lugares secos y húmedos		Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante a la flama ²
Termofijo resistente a la humedad	RHW	75 °C	Lugares secos y mojados	Termofijo resistente a la humedad y retardante a la flama	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante a la flama
	RHW-2	90 °C			
Hule silicón	SA	90 °C	Lugares secos y húmedos	Hule silicón	Trenza de fibra de vidrio u otro material.
		200 °C	Para aplicaciones especiales ³		
Termofijo	SIS	90 °C	Sólo para alambrado de tableros de distribución y de tableros de potencia	Termofijo retardante a la flama	Ninguno
Termoplástico y malla externa de material fibroso	TBS	90 °C	Sólo para alambrado de tableros de distribución y de tableros de potencia	Termoplástico	Recubrimiento no metálico retardante a la flama
Politetra-fluoroetileno	TFE	250 °C	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos (sólo de níquel o de cobre recubierto de níquel)	Politetra-fluoroetileno	Ninguno
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama.	THHN	90 °C	Lugares secos	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	Cubierta de nylon o equivalente.
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y retardante a la flama.	THHW	75 °C	Lugares mojados	Termoplástico retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad.	Ninguno
		90 °C	Lugares secos		

Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y gas ácido	THHW-LS	75 °C	Lugares mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y gas ácido	Ninguno
		90 °C	Lugares secos		
Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, despreciable emisión de humos y gas ácido	THHW-LS0H	75 °C	Lugares mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y gas ácido	Ninguno
		90 °C	Lugares secos		
Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	THW	75 °C	Lugares mojados	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	Ninguno
	THW-2	90 °C	Lugares secos y húmedos		
Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, despreciable emisión de humos y gas ácido	THW-2-LS0H	90 °C	Lugares secos y húmedos	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y gas ácido	Ninguno
Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y de gas ácido.	THW-LS	75 °C	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y de gas ácido.	Ninguno
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor, a la humedad y retardante a la flama.	THWN	75 °C	Lugares secos y húmedos	Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor, a la humedad y retardante a la flama.	Cubierta de nylon o equivalente
	THWN-2	90 °C			
Termoplástico resistente a la humedad y retardante a la flama.	TW	60 °C	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad y retardante a la flama.	Ninguno
Cable monoconductor subterráneo y circuitos derivados de un solo conductor (para cables de tipo UF con más de un conductor, ver el Artículo 340)	UF	60 °C	Ver el Artículo 340	Resistente a la humedad ⁴	Integrado con el aislante
		75 °C ⁵		Resistente a la humedad y al calor	
Cable de acometida subterránea de un solo conductor	USE	75 °C ⁵	Ver el Artículo 340 ⁶	Resistente al calor y a la humedad	Recubrimiento no metálico resistente a la humedad
	USE-2	90 °C	Lugares secos y mojados		
Termofijo retardante a la flama	XHH	90 °C	Lugares secos y húmedos	Termofijo retardante a la flama	Ninguno

Termofijo retardante a la flama	XHHN	90°C	Lugares secos y húmedos	Termofijo retardante a la flama	Cubierta de nylon o equivalente
Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	XHHW	90 °C	Lugares secos y húmedos	Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	Ninguno
		75 °C	Lugares mojados		
Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	XHHW-2	90 °C	Lugares secos y mojados	Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	Ninguno
Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	XHWN	75 °C	Lugares secos y húmedos	Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	Cubierta de nylon o equivalente
	XHWN-2	90 °C			
Tetrafluoroetileno modificado con etileno.	Z	90 °C	Lugares secos y húmedos	Tetrafluoroetileno modificado con etileno.	Ninguno
		150 °C	Lugares secos y aplicaciones especiales ³		
Tetrafluoroetileno modificado con etileno.	ZW	75 °C	Lugares húmedos	Tetrafluoroetileno modificado con etileno.	Ninguno
		90 °C	Lugares secos y mojados		
		150 °C	Lugares secos y aplicaciones especiales ³		
	ZW-2	90 °C	Lugares secos y mojados		

NOTAS:

1. Los conductores pueden tener un valor nominal de hasta 1000 volts, si están marcados.
2. Algunos aislamientos no requieren recubrimiento exterior.
3. Cuando las condiciones de diseño requieren que la temperatura máxima de operación del conductor sea superior a 90 °C.
4. Para circuitos de señalización que permiten un aislamiento de 300 volts.
5. Incluye una cubierta integral.
6. Para limitación de ampacidad, véase 340-80.
7. Para cables con un recubrimiento no metálico sobre conductores individualmente aislados con hule con una cubierta de aluminio o una cubierta de plomo o en cables multiconductores con algún tipo de estas cubiertas metálicas, no se requiere que sean retardantes de la flama. Para los cables de tipo MC, véase 330-104. Para los cables de recubrimiento no metálico, véase el Artículo 334, Parte C. Para los cables tipo UF, véase el Artículo 340, Parte C

Se permite que los tipos de cables para utilizarse en temperaturas de operación 90° C en lugares secos y mojados se marquen con el sufijo "-2" por ejemplo: THW-2, XHHW-2, RHW-2, etc.

Los cables con aislamiento sin contenido de halógenos (termoplásticos o termofijos), pueden tener un grabado "LS0H".

Los cables que se graban como "LS" son no propagadores del incendio y de baja emisión de humos.

Tabla 310-104(b).- Espesor del aislamiento para conductores no blindados de tipos RHH y RHW aislados con dieléctricos sólidos y con tensión de operación de 2000 volts

Tamaño o designación		Columna A ¹	Columna B ²
mm ²	AWG o kcmil	milímetros	
2.08-5.26	14-10	2.03	1.52

8.37	8	2.03	1.78
13.3-33.6	6-2	2.41	1.78
42.4-6734	1-2/0	2.79	2.29
85.0-107	3/0-4/0	2.79	2.29
108-253	213-500	3.18	2.67
254-507	501-1000	3.56	3.05
508-1013	1001-2000	3.56	3.56

¹Columna A: Los aislamientos se limitan a aislamientos de hule natural, SBR y hules a base de butilo.

²Columna B: Los aislamientos son de materiales tales como polietileno de cadena cruzada, etileno propileno y aislamientos compuestos de ellos.

Tabla 310-104(c).- Aislamientos y aplicaciones de los conductores de media tensión

Nombre genérico	Denominación del cable de media tensión	Temperatura máxima de operación	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Cubierta exterior
Dieléctrico sólido de media tensión	90	90 °C	Lugares secos o mojados	Termoplástico o termofijo	Cubierta, termoplástica o cubierta metálica o armadura
	105*	105 °C			

* Cuando las condiciones de diseño exigen temperaturas del aislamiento mayores que de 90° C.

Tabla 310-104(d).- Espesor del aislamiento y de la cubierta para cables con dieléctricos sólidos sin pantalla metálica, para 2001 a 5000 volts Esta tabla no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM, se incluye únicamente con propósitos informativos

Tamaño o designación		Lugares secos, conductor individual			Lugares secos o mojados		
		Sin Cubierta	Con Cubierta		Monoconductores		Multiconductores*
mm ²	AWG o kcmil	Aislamiento	Aislamiento	Cubierta	Aislamiento	Cubierta	Aislamiento
	milímetros						
8.37	8	2.79	2.29	0.76	3.18	2.03	2.29
13.3	6	2.79	2.29	0.76	3.18	2.03	2.29
21.2-33.6	4-2	2.79	2.29	1.14	3.18	2.03	2.29
42.4-67.4	1-2/0	2.79	2.29	1.14	3.18	2.03	2.29
85.0-107	3/0-4/0	2.79	2.29	1.65	3.18	2.41	2.29
108-253	213-500	3.05	2.29	1.65	3.56	2.79	2.29
254-380	501-750	3.30	2.29	1.65	3.94	3.18	2.29
381-507	751-1000	3.30	2.29	1.65	3.94	3.18	2.29
508-633	1001-1250	3.56	2.92	1.65	4.32	3.56	2.92
634-760	1251-1500	3.56	2.92	2.03	4.32	3.56	2.92
761-1013	1501-2000	3.56	2.92	2.03	4.32	3.94	3.56

* Bajo un recubrimiento común externo como por ejemplo una cubierta, un forro o una armadura.

Tabla 310-104(e).- Espesor del aislamiento para cables con dieléctricos sólidos, con pantalla metálica, para 2001 a 35 000 volts Esta tabla no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM, se incluye únicamente con propósitos informativos

Tamaño o designación		2 001 a 5000 volts		5 001 a 8 000 volts			8 001 a 15 000 volts			15 001 a 25 000 volts		
		Nivel de aislamiento del										
mm ²	AWG	100% ¹	100% ¹	133% ²	173% ³	100% ¹	133% ²	173% ³	100% ¹	133% ²	173% ³	
	o kcmil	milímetros										
8.37	8	2.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13.3-21.2	6-4	2.29	2.92	3.56	4.45	-	-	-	-	-	-	
33.6	2	2.29	2.92	3.56	4.45	4.45	5.59	6.6	-	-	-	
42.4	1	2.29	2.92	3.56	4.45	4.45	5.59	6.6	6.60	8.13	10.67	
53.5	1/0-2000	2.29	2.92	3.56	4.45	4.45	5.59	6.6	6.60	8.13	10.67	
Tamaño o designación		25 001 a 28 000 volts				28 001 a 35 000 volts						
		Nivel de aislamiento del										
mm ²	AWG	100% ¹	133% ²	173% ³	100% ¹	133% ²	173% ³	100% ¹	133% ²	173% ³		
	o kcmil	milímetros										
42.4	1	7.11	8.76	11.30	-	-	-	-	-	-		
53.5-1013	1/0-2000	7.11	8.76	11.30	8.76	10.67	14.73	-	-	-		

NOTAS:

1. Nivel de aislamiento del 100 por ciento. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen cuando el sistema tiene protección de relevador de modo que las fallas a tierra se despejarán tan rápido como sea posible pero, en cualquier caso, en menos de 1 minuto. Aunque estos cables son aplicables a la gran mayoría de instalaciones que están en sistemas puestos a tierra, también se permitirá su uso en otros sistemas para los cuales la aplicación de estos cables sea aceptable, siempre que los requisitos anteriores de despeje de las fallas se cumplan al desenergizar por completo la sección que presenta la falla.

2. Nivel de aislamiento del 133 por ciento. Este nivel de aislamiento corresponde al que anteriormente se designaba para sistemas no puestos a tierra. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen en situaciones en donde los requisitos del tiempo de despeje para la categoría del nivel de 100 por ciento no se pueden cumplir, y aun así existe la seguridad suficiente de que la sección con falla se desenergizará en un tiempo no superior a 1 hora. Igualmente, se permitirá su uso en aplicaciones con nivel de aislamiento de 100 por ciento cuando se desea un aislamiento adicional.

3. Nivel de aislamiento del 173 por ciento. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen bajo todas las condiciones siguientes:

- (1) En establecimientos industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personas calificadas atenderán la instalación.
- (2) Cuando los requisitos de tiempo de despeje de la falla de la categoría con nivel del 133 por ciento no se pueden cumplir.
- (3) Cuando la parada sistemática sea esencial para proteger al equipo y al personal.
- (4) Existe la seguridad suficiente de que la sección que presenta falla se desenergizará en una parada sistemática.

También se permitirá que los cables con este espesor de aislamiento se usen en aplicaciones con nivel de aislamiento del 100 o 133 por ciento cuando se desea una resistencia adicional del aislamiento.

310-106. Conductores

a) Tamaño mínimo de los conductores. El tamaño mínimo de los conductores debe ser como se presenta en la Tabla 310-106(a), excepto lo que se permita en otras partes de esta NOM.

Tabla 310-106(a).- Tamaño o designación mínimo de los conductores

Tensión nominal del conductor (volts)	Cobre		Aluminio o aluminio recubierto de cobre	
	Tamaño o designación			
	mm ²	AWG	mm ²	AWG
0-2 000	2.08	14	13.3	6
2 001-5 000	8.37	8	13.3	6
5 001-8 000	13.3	6	13.3	6
8 001-15 000	33.6	2	33.6	2
15 001-28 000	42.4	1	42.4	1
28 001-35 000	53.5	1/0	53.5	1/0

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

Conductores de aluminio. Los cables de aluminio para secciones transversales desde 13.3 mm² (6 AWG) hasta el 507 mm² (1000 kcmil), marcados como tipo RHH, RHW, XHHW, deben estar hechos de aleación de aluminio de grado eléctrico serie AA-8000.

c) Conductores cableados. Cuando están instalados en canalizaciones, los conductores de tamaño 8.37 mm² (8 AWG) y mayores deben ser cableados, a menos que específicamente se requiera que sean alambres en otra parte de esta NOM.

d) Aislados. Los conductores deben ser aislados, a menos que específicamente se requiera en otra parte de esta NOM que sean recubiertos o desnudos.

NOTA: Véase 250-184 para el aislamiento de los conductores del neutro de un sistema de alta tensión sólidamente puesto a tierra.

310-110. Identificación del conductor

a) Conductores puestos a tierra. Los conductores, aislados o cubiertos puestos a tierra, deben estar de acuerdo con 200-6.

b) Conductores de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra del equipo deben estar de acuerdo con 250-119.

c) Conductores de fase. Los conductores que estén proyectados para usarlos como conductores de fase, si se usan como conductores individuales o en cables multiconductores, deben estar acabados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y de los conductores de puesta a tierra. Las marcas distintivas no deben interferir en modo alguno con las marcas superficiales exigidas en 310-120(b)(1). Los conductores de fase de los circuitos derivados se deben identificar de acuerdo con 210-5(c). Los alimentadores se deben identificar según 215-12.

Excepción: Se permitirá la identificación del conductor de acuerdo con 200-7.

310-120. Marcado

a) Información exigida. Todos los conductores y cables deben estar marcados con la siguiente información, usando el método aplicable de los descritos en el inciso (b) siguiente:

- (1) La tensión nominal máxima.
- (2) La letra o letras que indican el tipo de alambre o cable, tal como se especifica en otras partes de esta NOM.
- (3) El nombre del fabricante, marca comercial u otra marca distintiva que permita identificar fácilmente a la organización responsable del producto.
- (4) El tamaño nominal en mm² y en su designación (AWG o área en circular mils).
- (5) Los ensambles de cable en donde el conductor neutro es de menor tamaño que los conductores de fase, se identifican por la construcción y tamaño de los conductores para indicar tal condición.

b) Métodos de marcado.

1) Marcado en la superficie. Los siguientes conductores y cables se deben marcar en su superficie en forma indeleble. El tamaño nominal se debe repetir a intervalos no superiores a 60 centímetros. Todas las demás marcas se deben repetir a intervalos no superiores a 1.00 metro:

- (1) Cables y alambres de uno o varios conductores, con aislamiento de goma o termoplástico.
- (2) Cables con forro no metálico.
- (3) Cables de acometida.
- (4) Cables de alimentadores y circuitos derivados subterráneos.
- (5) Cables para charolas portacables.
- (6) Cables para equipos de riego.
- (7) Cables de potencia limitada para charolas portacables.
- (8) Cables de instrumentación para charolas portacables.

2) Cinta de marcar. Para marcar los cables multiconductores con recubrimiento metálico, se debe emplear una cinta de marcar dentro del cable y a todo lo largo del mismo.

Excepción 1: Los cables tipo MI

Excepción 2: Los cables tipo AC.

Excepción 3: Se permitirá que la información exigida en el inciso (a) anterior, se marque en forma duradera en el recubrimiento externo no metálico de los cables tipos MC, ITC o PLTC, a intervalos no superiores a 1.00 metro.

Excepción 4: Se permitirá que la información exigida en el inciso (a) anterior, esté marcada en forma duradera en el revestimiento no metálico bajo la cubierta metálica de los cables Tipo ITC o PLTC, a intervalos no mayores a 1.00 metro.

NOTA: Incluidos en el grupo de cables con recubrimiento metálico están los Tipos AC (Artículo 320), MC (Artículo 330) y cable con forro de plomo.

3) Marcado mediante etiquetas. Los siguientes cables y conductores se deben marcar mediante una etiqueta impresa sujeta al rollo, bobina o caja de cartón del cable:

- (1) Cables tipo MI
- (2) Alambres para tableros de distribución.
- (3) Cables de un solo conductor con recubrimiento metálico.
- (4) Cables tipo AC.

4) Marcado opcional del tamaño del cable. Se permitirá que la información exigida en el inciso (a)(4) anterior esté marcada en la superficie de cada conductor con aislamiento de los siguientes cables multiconductores:

- (1) Cables tipo MC.
- (1) Cables para charolas portacables.
- (2) Cables para equipos de riego.
- (3) Cables de potencia limitada para charolas portacables.
- (4) Cables de potencia limitada para sistemas de alarma contra incendios.
- (5) Cables de instrumentación para charolas portacables.

c) Sufijos para designar el número de conductores. Un tipo de letra o letras solas deben indicar un solo conductor con aislamiento. Las siguientes letras utilizadas como sufijo indican:

- (1) D – Dos conductores aislados, en paralelo, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.
- (2) M – Conjunto de dos o más conductores aislados y torcidos en espiral, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.

d) Marcado opcional. Se permitirá que todos los conductores y cables incluidos en el Capítulo 3, estén marcados en la parte externa para indicar características especiales de los materiales de los cables. Estas marcas incluyen, pero no se limitan a, marcas para baja emisión de humo, resistente a la luz solar, etc.

ARTÍCULO 312

GABINETES, CAJAS DE DESCONEXIÓN Y BASES PARA MEDIDORES

Parte A. Alcance e instalación

312-1. Alcance. Este Artículo trata de las especificaciones de instalación y construcción de gabinetes, cajas de desconexión y envolventes para medidores. No aplica a equipos operando a más de 1000 volts, excepto cuando esté específicamente referenciado en otro lugar de esta NOM.

312-2. Lugares húmedos y mojados. En los lugares húmedos o mojados, los envolventes montados en superficie a que hace referencia este Artículo, deben estar colocadas o equipadas de modo que eviten que el agua o la humedad entren y se acumulen dentro del gabinete o caja para cortacircuitos, y deben ir montadas de modo que quede por lo menos 6.5 milímetros de espacio libre entre la envolvente y la pared u otra superficie de soporte. Los gabinetes o cajas para interruptores instalados en lugares mojados deben ser a prueba de intemperie. Se deben usar accesorios aprobados para lugares mojados en envolventes en lugares mojados o canalizaciones o cables que entran por encima del nivel de partes vivas no aisladas.

Excepción: Se permite instalar envolventes no metálicas sin espacio libre cuando estén sobre una pared de concreto, ladrillo, azulejo o similar.

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

312-3. Posición en la pared. En paredes de concreto, azulejos u otro material no combustible, los gabinetes se deben instalar de manera que el borde frontal del gabinete no quede a más de 6 milímetros hacia adentro de la superficie terminada. En paredes construidas de madera u otro material combustible, los gabinetes deben quedar a nivel con la superficie terminada o deben sobresalir de la misma.

312-4. Reparación de las superficies no combustibles. Las superficies no combustibles que estén dañadas o incompletas se deben reparar para que no queden espacios abiertos ni separaciones mayores a 3 milímetros en el borde del gabinete o la caja de desconexión que utilicen una cubierta a nivel con la superficie terminada.

312-5. Gabinetes, cajas de desconexión y envolventes para medidores. Los conductores que entren en los envolventes dentro del alcance de este Artículo se deben proteger contra la abrasión y deben cumplir lo que se especifica (a) hasta (c) siguientes.

a) Aberturas que se deben cerrar. Las aberturas a través de las cuales entran los conductores se deben cerrar de manera adecuada.

b) Gabinetes, cajas de desconexión y envolventes para medidores, todos metálicos. Cuando los envolventes metálicos dentro del alcance de este Artículo se instalan con alambrado sostenido por cable mensajero, alambrado a la vista sobre aisladores o alambrado oculto con aisladores de perilla y tubo, los conductores deben entrar a través de pasacables aisladores, o en lugares secos a través de tubería flexible que se extienda desde el último soporte aislado y se deben fijar firmemente al envolvente.

c) Cables. Cuando se utilizan cables, cada cable debe estar fijo al gabinete, caja de desconexión o envolvente para medidores.

Excepción: Se permitirá que los cables con forro totalmente no metálico entren por la parte superior de un envolvente de montaje superficial, a través de una o más canalizaciones no flexibles cuya longitud no sea menor a 45 centímetros ni mayor a 3.00 metros, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- a. Cada cable esté sujeto a no más de 30 centímetros, medidos a lo largo del forro, desde el extremo final de la canalización.
- b. La canalización se extiende directamente por encima del envolvente y no entra en ningún plafón estructural.
- c. En cada extremo de la canalización existe un accesorio para proteger al (los) cable(s) de la abrasión y los accesorios siguen siendo accesibles después de la instalación.
- d. La canalización está sellada o taponada en el extremo exterior con medios aprobados, de modo tal que se evite el acceso al envolvente a través de la canalización.

- e. El forro del cable es continuo en toda la canalización y se prolonga dentro del envolvente más allá del accesorio, cuando menos 6 milímetros.
- f. La canalización está sujeta en su extremo final y en otros puntos, de acuerdo con el Artículo aplicable.
- g. Cuando se instalen como tubo conduit o tubería, el número permisible de cables no excede la cantidad que se permitiría para sistemas completos de tubo conduit o tubería, en la Tabla 1 del Capítulo 10 de esta NOM y todas sus notas correspondientes.

NOTA: Véase la Tabla 1 del Capítulo 10, incluyendo la Nota 9, con respecto al factor de ocupación en canalizaciones circulares. Véase 310-15(b)(3)(a) con relación a las reducciones exigidas en la ampacidad de cables múltiples instalados en una canalización común.

312-6. Cambios de dirección de los conductores. Los conductores en las terminales o los conductores que entran o salen de los gabinetes o cajas de desconexión y similares, deben cumplir con lo que se indica en (a) hasta (c) siguientes.

Excepción: El espacio para doblar los conductores en los envolventes para controladores de motores con disposiciones para uno o dos conductores en cada terminal, debe cumplir con 430-10(b).

a) Ancho de las canales para alambrado. Los conductores no se deben doblar dentro de un gabinete o caja de desconexión a menos que exista un canal cuyo ancho esté de acuerdo con la Tabla 312-6 (a). Los conductores en paralelo, según se indica en 310-10(h) se deben considerar en base al número de conductores en paralelo.

b) Espacio para doblar los conductores en las terminales. El espacio para doblar el conductor en cada terminal debe cumplir con lo que se indica en los incisos (1) o (2).

1) Conductores que no entran ni salen por la pared opuesta.

Se debe aplicar la Tabla 312-6(a) cuando el conductor no entra ni sale del envolvente por la pared opuesta a su terminal.

2) Conductores que entran o salen por la pared opuesta. Se debe aplicar la Tabla 312-6(b) cuando el conductor entra o sale del envolvente por de la pared opuesta a su terminal.

Excepción 1: Cuando la distancia entre la pared y su terminal está de acuerdo con la Tabla 312-6(a), se permitirá que un conductor entre o salga de un envolvente por la pared opuesta a su terminal, siempre que dicho conductor entre al envolvente o salga de él en el lugar donde la canal se une con la canal adyacente, cuyo ancho esté de acuerdo con el que se indica en la Tabla 312-6(b) para ese conductor.

Excepción 2: Se permitirá que un conductor de tamaño no mayor que 177 mm² (350 kcmil) entre o salga de un envolvente que contenga solamente una(s) base(s) para medidor(es), a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que la distancia entre la terminal y la pared opuesta no sea menor a la que se especifica en la Tabla 312-6(a) y que la terminal sea de tipo zapata removible-cable, cuando la terminal cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:

- a. Dirigida hacia la abertura del envolvente y en un ángulo no mayor a 45° con respecto a la perpendicular a la pared del envolvente.
- b. Dirigida de frente a la pared del envolvente y tenga una desviación no mayor al 50 por ciento del espacio de doblado que se especifica en la Tabla 312-6(a).

NOTA: La desviación es la distancia medida a lo largo de la pared del envolvente, desde el eje de la línea de centro de la terminal, hasta una línea que pasa por el centro de la abertura del envolvente.

c) Conductores tamaño 21.2 mm² (4 AWG) o mayores. La instalación debe cumplir con lo que se indica en 300-4(g).

Tabla 312-6(a).- Espacio mínimo para el doblado de los cables en las terminales, y ancho mínimo de las canales para alambrado

Todos los otros conductores	Conductores de aleación de Aluminio AA-8000 con cableado compacto (Ver Nota 2)	Conductores por cada terminal
-----------------------------	--	-------------------------------

mm ²	AWG o kcmil		1	2	3	4	5
			centímetros				
2.08-5.26	14-10	12-8	No se especifica	-	-	-	-
8.37-13.3	8-6	6-4	3.81	-	-	-	-
21.2-26.7	4-3	2-1	5.08	-	-	-	-
33.6	2	1/0	6.35	-	-	-	-
42.4	1	2/0	7.62	-	-	-	-
53.5-67.4	1/0-2/0	3/0-4/0	8.89	12.7	17.8	-	-
85.0-107	3/0-4/0	250-300	10.2	15.2	20.3	-	-
127	250	350	11.4	15.2	20.3	25.4	-
152-177	300-350	400-500	12.7	20.3	25.4	30.5	-
203-253	400-500	600-750	15.2	20.3	25.4	30.5	35.6
304-355	600-700	800-1000	20.3	25.4	30.5	35.6	40.6
380-456	750-900	-	20.3	30.5	35.6	40.6	45.7
507-633	1000-1250	-	25.4	-	-	-	-
760-1013	1500-2000	-	30.5	-	-	-	-

1. El espacio para realizar los dobleces en las terminales se debe medir en línea recta desde el extremo de la terminal o del conector del conductor (en la dirección en que el conductor sale de la terminal) hasta la pared, barrera u obstrucción.

2. Se permite utilizar esta columna para determinar el espacio de doblez mínimo para conductores de aluminio con cableado compacto en tamaños hasta 507 mm² (1000 kcmil) y fabricados con material del conductor de aleación de aluminio grado eléctrico serie AA-8000 de acuerdo con 310-106(b). El ancho mínimo del espacio de la canaleta debe determinarse utilizando los valores de los otros conductores de esta tabla.

312-7. Espacio en los envolventes. Los gabinetes y las cajas de desconexión deben tener espacio suficiente para que quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos.

312-8. Envolventes para interruptores y dispositivos de protección contra sobrecorriente. El espacio de cableado dentro de los envolventes de los interruptores y dispositivos de sobrecorriente podrá ser usado para otros cableados y equipos sujetos a limitaciones para equipos específicos según lo dispuesto en (a) y (b) siguientes.

a) Empalmes, derivaciones y conductores de paso de alimentación. Se permitirá el espacio del alambrado de los envolventes para interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente para conductores de paso, empalmados o derivados a otros envolventes, interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente, donde se cumplan las siguientes condiciones:

- (1) El total de todos los conductores instalados en cualquier sección transversal del espacio de alambrado no excede del 40 por ciento del área de la sección transversal de dicho espacio.
- (2) El área total de todos los conductores, empalmes y derivaciones instalados en cualquier sección transversal del espacio del alambrado no excede del 75 por ciento del área de sección transversal de dicho espacio.
- (3) Se aplica una etiqueta de advertencia al envoltorio que identifica el medio de desconexión más cercano para cualquier conductor de paso.

Tabla 312-6(b).- Espacio mínimo para el doblado del conductor en las terminales

Tamaño o designación		Conductores por cada terminal			
mm ²	AWG o kcmil	1	2	3	4 o más
		Conductores de aleación de aluminio AA-8000, de cableado compacto, (ver la NOTA 3)	centímetros		
2.08 – 5.26	14-10	—	—	—	—
	Todos los otros conductores	centímetros			
		No se especifica	—	—	—

8.37	8	6	3.81	—	—	—
13.3	6	4	5.08	—	—	—
21.2	4	2	7.62	—	—	—
26.7	3	1	7.62	—	—	—
33.6	2	1/0	8.89	—	—	—
42.4	1	2/0	11.4	—	—	—
53.5	1/0	3/0	14	14	17.8	-
67.4	2/0	4/0	15.2	15.2	19	-
85.0	3/0	250	16.5 ^a	16.5 ^a	20.3	-
107	4/0	300	17.8 ^b	19.0 ^c	21.6 ^a	-
127	250	350	21.6 ^d	22.9 ^d	25.4 ^b	25.4
152	300	400	25.4 ^e	25.4 ^d	27.9 ^b	30.5
177	350	500	30.5 ^e	30.5 ^e	33.0 ^e	35.6 ^d
203	400	600	33.0 ^e	33.0 ^e	35.6 ^e	38.1 ^e
253	500	700-750	35.6 ^e	35.6 ^e	38.1 ^e	40.6 ^e
304	600	800-900	38.1 ^e	40.6 ^e	45.7 ^e	48.3 ^e
355	700	1000	40.6 ^e	45.7 ^e	50.8 ^e	55.9 ^e
380	750	-	43.2 ^e	48.3 ^e	55.9 ^e	61.0 ^e
405	800	-	45.7	50.8	55.9	61
456	900	-	48.3	55.9	61	61
507	1000	-	50.8	-	-	-
633	1250	-	55.9	-	-	-
760	1500	-	61	-	-	-
887	1750	-	61	-	-	-
1013	2000	-	61	-	-	-

1. El espacio para realizar los dobleces en los terminales se debe medir en una línea recta desde el extremo de la terminal de conexión o del conector del conductor en dirección perpendicular a la pared del embebido en concreto.

2. Para las terminales removibles y de tendido de cables para un solo conductor, se permitirá que el espacio para el doblado se reduzca en la siguiente cantidad de milímetros:

^a 12.7 milímetros

^b 25.4 milímetros

^c 38.1 milímetros

^d 50.8 milímetros

^e 76.2 milímetros

3. Se permitirá que en esta columna se determine el espacio exigido para el doblado del conductor para conductores de aluminio de trenzado compacto, con tamaño o designación hasta de 1000 kcmil y fabricados utilizando material para conductores de aleación de aluminio con grado eléctrico serie AA-8000, de acuerdo con 310- 106(b).

b) Equipo de monitoreo de energía. Se permitirá que el espacio de cableado de los recintos para interruptores o dispositivos de sobrecorriente contenga equipos de control de potencia cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) El equipo de monitoreo de potencia es identificado como un accesorio instalable en el campo como parte del equipo aprobado o es un kit evaluado para la instalación en el campo en gabinetes de dispositivos de conmutación o sobrecorriente.

- (2) El área total de todos los conductores, empalmes, derivaciones y equipo en cualquier sección transversal del espacio de cableado no excede el 75 por ciento del área de sección transversal de ese espacio.

312-9. Espacios laterales o posteriores para alambrado, o canales. Los gabinetes y las cajas de desconexión deben tener canales, espacios posteriores de alambrado, o compartimientos de alambrado según se exige en 312-11(c) y (d).

Parte B. Especificaciones de construcción

312-10. Material. Los gabinetes, las cajas de desconexión y los envolventes para medidores deben cumplir con las especificaciones de (a) hasta (c) siguientes.

a) Gabinetes y cajas de desconexión de metal. Los envolventes que están dentro del alcance de este Artículo se deben proteger contra la corrosión, por dentro y por fuera.

b) Resistencia mecánica. Los gabinetes y las cajas para cortacircuitos deben tener una resistencia y rigidez para el uso previsto. Si están contruidos de lámina de acero, el espesor del metal no debe de ser inferior a 1.35 mm sin recubrimiento.

c) Gabinetes no metálicos. Los gabinetes no metálicos deben estar aprobados antes de la instalación.

312-11. Separación. La separación dentro de los gabinetes y las cajas de desconexión debe cumplir con lo que se indica en los incisos (a) hasta (d) siguientes.

a) Generalidades. La separación dentro de los gabinetes y las cajas de desconexión debe ser suficiente para que haya espacio amplio para la distribución de los alambres y cables colocados en su interior, y para una separación entre las partes metálicas de los dispositivos y de los aparatos montados dentro de ellos, de acuerdo con (a)(1), (a)(2) y (a)(3).

1) Base. En los lugares que no sean los puntos de soporte, debe haber un espacio libre mínimo de 1.6 milímetros entre la base del dispositivo y la pared de cualquier gabinete metálico o caja de desconexión en la cual se ensamble el dispositivo.

2) Puertas. Debe existir un espacio libre mínimo de 2.5 centímetros entre cualquier parte metálica viva, incluidas las partes metálicas vivas de los fusibles, y la puerta.

Excepción: Cuando la puerta está recubierta con un material aislante aprobado, o sea de metal con un espesor no menor a 2.5 milímetros sin recubrimiento, el espacio libre no debe ser menor a 15 milímetros.

3) Partes vivas. Cuando la tensión no excede de 250 volts, debe existir un espacio libre de por lo menos 15 milímetros entre las paredes, la parte posterior, la división de las canales, si son metálicos, o la puerta de cualquier gabinete o caja de desconexión y la parte expuesta portadora de corriente más próxima de los dispositivos montados dentro del gabinete. Esta separación se debe incrementar por lo menos a 2.5 centímetros para tensiones de 251 a 600 volts.

Excepción: Cuando se cumplen las condiciones que se indican en la excepción de (a)(2) anterior, se permitirá que, para tensiones de 251 a 600 volts, el espacio libre sea de cuando menos 15 milímetros.

b) Espacio libre para los interruptores. Los gabinetes y las cajas de desconexión deben tener una profundidad suficiente que permita el cierre de las puertas cuando los interruptores de 30 amperes de los tableros de distribución estén en cualquier posición; cuando los desconectores combinados estén en cualquier posición, o cuando otros interruptores de tiro sencillo estén abiertos tanto como su construcción lo permita.

c) Espacio para el alambrado. Los gabinetes y las cajas de desconexión que contienen dispositivos o aparatos conectados dentro del gabinete o la caja a más de ocho conductores, incluyendo aquellos de los circuitos derivados, los bucles de medición, los circuitos alimentadores, los circuitos de potencia y circuitos similares, pero sin incluir los circuitos de alimentación ni una continuación de ellos, deben tener espacios de alambrado posterior o uno o más espacios de alambrado o canales laterales, o compartimientos para el alambrado.

d) Espacio del envoltente para el alambrado. Los espacios laterales para alambrado, las canales laterales o los compartimientos laterales de gabinetes para alambrado y las cajas de desconexión deben ser envolventes herméticos por medio de cubiertas, barreras o divisiones que se extiendan desde las bases de los dispositivos que se encuentran en el gabinete, hasta la puerta, el bastidor o los lados del gabinete.

Excepción: No se exigirá que los espacios laterales para alambrado, las canales laterales o los compartimientos laterales de gabinetes para alambrado sean envolventes herméticos cuando dichos espacios

laterales contengan únicamente conductores que entran al gabinete directamente en dirección opuesta a los dispositivos donde terminan.

Los espacios posteriores para alambrado parcialmente encerrados deben tener cubiertas para completar el envolvente. Los espacios para alambrado que se exigen en 312-11(c) y que están expuestos cuando se abren las puertas, deben tener cubiertas para completar el envolvente. Cuando existe un espacio adecuado para los conductores de paso y para los empalmes, tal como se exige en 312-8, no se exigirán barreras adicionales.

ARTÍCULO 314

CAJAS, CAJAS DE PASO Y SUS ACCESORIOS, UTILIZADAS PARA SALIDA, EMPALME, UNIÓN O JALADO

Parte A. Generalidades

314-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación y el uso de todas las cajas utilizadas como cajas de salida, de dispositivos, de paso y de empalmes, dependiendo de su utilización; así como de los registros. Las cajas fundidas, de lámina metálica, no metálicas y otras cajas tales como las FS, FD y cajas más grandes no se clasifican como cajas de paso. Este Artículo también incluye los requisitos de instalación para los accesorios empleados para unir canalizaciones y para conectar canalizaciones, cables y a las cajas.

314-2. Cajas redondas. No deben utilizarse cajas redondas donde los tubos o conectores requieran el uso de contratueras o pasacables para conectarse en un lado de la caja.

314-3. Cajas no metálicas. Se permitirán cajas no metálicas únicamente con alambrados abiertos sobre aisladores, con alambrados ocultos con aisladores de perilla y tubo, con métodos de alambrado cableados con forros no metálicos, cordones flexibles y canalizaciones no metálicas.

Excepción 1: Cuando se suministran medios internos de unión entre todas las entradas, se permitirá el uso de cajas no metálicas con canalizaciones metálicas o cables con cubierta metálica.

Excepción 2: Cuando se suministran medios de unión integral, con disposiciones para fijar un puente de unión de equipos dentro de la caja, entre todas las entradas roscadas en cajas no metálicas aprobadas para ese propósito, se permitirá la utilización de cajas no metálicas con canalizaciones metálicas o cables con armadura metálica.

314-4. Cajas metálicas. Las cajas metálicas deben estar puestas a tierra y unidas de acuerdo con las partes A, D, E, F, G y J del Artículo 250 según corresponda, excepto lo permitido en 250-112 (i).

Parte B. Instalación

314-15. Lugares húmedos o mojados. En lugares húmedos o mojados, las cajas y accesorios se deben colocar o deben estar equipados de modo que eviten que entre o se acumule humedad dentro de la caja o accesorio. Las cajas y accesorios instalados en lugares mojados deben ser aprobados para usarlos en esos lugares. Se permitirá que las aberturas para drenaje aprobadas no menores de 3 mm y no mayores de 6 mm de diámetro se instalen en obra en las cajas o cajas de paso para uso en lugares húmedos o mojados. Para la instalación de accesorios de drenaje, se permite que se instalen aberturas mayores en obra, de acuerdo con lo establecido en las instrucciones del fabricante.

NOTA 1: Véase 314-27(b) con respecto a las cajas en los pisos.

NOTA 2: Véase 300-6 con respecto a la protección contra la corrosión.

314-16. Número de conductores en las cajas de salida, de dispositivos y de empalme. Las cajas deben tener el tamaño suficiente para brindar espacio libre para todos los conductores instalados. En ningún caso el volumen de la caja, calculado como se especifica en el siguiente inciso (a), debe ser menor que el cálculo para la ocupación, determinado como se indica en el siguiente inciso (b). El volumen mínimo para las cajas debe ser el que se calcula según el siguiente inciso (c).

Las disposiciones de esta sección no se deben aplicar a las cajas de terminales que se suministran con los motores o los generadores.

NOTA: Véase 430-12 para los requisitos de volumen de las cajas de terminales de motores o generadores.

Las cajas que alojan conductores de 21.2 mm² (4 AWG) o mayores también deben cumplir con las disposiciones de 314-28.

a) Cálculos del volumen de la caja. El volumen de una caja de alambrado debe ser el volumen total de todas las secciones ensambladas y, cuando se utilice, el volumen de anillos sencillos, extensiones para cajas, etcétera, que estén marcados con el volumen en centímetros cúbicos o que se fabriquen con cajas cuyas dimensiones estén listadas en la Tabla 314-16(a). Cuando una caja esté provista de una o más barreras instaladas de manera segura, el volumen se distribuirá a cada uno de los espacios resultantes. Se considerará que cada barrera, si no está marcada con su volumen, ocupa 8.2 cm³ si es metálica y 16.4 cm³ si no es metálica.

Tabla 314-16(a).- Cajas metálicas

Tamaño comercial de la caja		Volumen mínimo cm ³	Número máximo de conductores* mm ² (AWG)						
centímetros			0.824 (18)	1.31 (16)	2.08 (14)	3.31 (12)	5.26 (10)	8.37 (8)	13.3 (6)
10 x 3.2	Redonda/octagonal	205	8	7	6	5	5	5	2
10 x 3.8	Redonda/octagonal	254	10	8	7	6	6	5	3
10 x 5.4	Redonda/octagonal	353	14	12	10	9	8	7	4
10 x 3.2	Cuadrada	295	12	10	9	8	7	6	3
10 x 3.8	Cuadrada	344	14	12	10	9	8	7	4
10 x 5.4	Cuadrada	497	20	17	15	13	12	10	6
12 x 3.2	Cuadrada	418	17	14	12	11	10	8	5
12 x 3.8	Cuadrada	484	19	16	14	13	11	9	5
12 x 5.4	Cuadrada	689	28	24	21	18	16	14	8
7.50 x 5 x 3.8	De Dispositivo	123	5	4	3	3	3	2	1
7.50 x 5 x 5	De Dispositivo	164	6	5	5	4	4	3	2
7.50 x 5 x 5.7	De Dispositivo	172	7	6	5	4	4	3	2
7.50 x 5 x 6.5	De Dispositivo	205	8	7	6	5	5	4	2
7.50 x 5 x 7	De Dispositivo	230	9	8	7	6	5	4	2
7.50 x 5 x 9	De Dispositivo	295	12	10	9	8	7	6	3
10 x 5.40 x 3.8	De Dispositivo	169	6	5	5	4	4	3	2
10 x 5.40 x 4.8	De Dispositivo	213	8	7	6	5	5	4	2
10 x 5.40 x 5.4	De Dispositivo	238	9	8	7	6	5	4	2
9.50 x 5 x 6.5	Caja/tándem de mampostería	230	9	8	7	6	5	4	2
9.50 x 5 x 9	Caja/tándem de mampostería	344	14	12	10	9	8	7	4
Profundidad mínima 4.45	FS -Cubierta/tándem individual	221	9	7	6	6	5	4	2
Profundidad mínima 6.03	FD - Cubierta/tándem individual	295	12	10	9	8	7	6	3
Profundidad mínima 4.45	FS - Cubierta/tándem múltiples	295	12	10	9	8	7	6	3
Profundidad mínima 6.03	FD Cubierta/tándem múltiples	395	16	13	12	10	9	8	4

* Cuando no es requerido considerar volumen por 314-16(b)(2) hasta (b)(5).

1) Cajas estándar. El volumen para las cajas estándar, que no tienen marcado el volumen, debe ser el que se indica en la Tabla 314-16(a).

2) Otras cajas. Las cajas de 1640 cm³ o menos, distintas de las descritas en la Tabla 314-16(a) y las cajas no metálicas, deben ir marcadas por el fabricante de modo legible y duradero con el volumen en cm³. Las cajas descritas en la Tabla 314-16(a) que tengan mayor volumen del indicado en la tabla, pueden tener marcado su volumen en cm³ como exige esta Sección.

b) Cálculos de la ocupación de la caja. Se deben sumar los volúmenes de los párrafos (1) hasta (5), según aplique. No se exigirá que se asignen volúmenes a accesorios pequeños tales como pasacables o contratueras. Cada espacio dentro de una caja delimitado por una barrera será calculado separadamente.

1) Ocupación por los conductores. Cada conductor que se origina por fuera de la caja y termina o está empalmado dentro de ella, se debe contar una vez, y cada conductor que pase a través de la caja sin empalmes ni terminaciones se debe contar una vez. Cada bucle o espiral de conductores ininterrumpidos no menores al doble de la longitud mínima exigida para los conductores libres en la sección 300-14, se debe contar dos veces. La ocupación debida a los conductores se debe calcular usando la Tabla 314-16(b). Un conductor que ninguna de sus partes sale de la caja, no se cuenta.

Excepción: Se permite omitir de los cálculos el conductor o conductores de puesta a tierra de equipos o como máximo cuatro alambres para accesorios de tamaño menor a 2.08 mm² (14 AWG), o ambos, cuando entran a una caja desde una luminaria con domo o tapa ornamental similar y terminan dentro de esa caja.

2) Ocupación por las abrazaderas. Cuando dentro de la caja haya una o más abrazaderas de cable internas, suministrada en fábrica o colocada en la obra, se debe contar un volumen, de la Tabla 314-16(b), seleccionándolo con base en el conductor más grande que se encuentre en la caja. No se exigirá contar un volumen para un conector de cable cuyo mecanismo de sujeción esté fuera de la caja. Un ensamble de abrazaderas que incorpore una terminación de cable para los conductores de cables debe estar marcado para uso con cajas no metálicas específicas. Los conductores que se originen dentro del ensamble de abrazaderas deben estar incluidos en los cálculos de ocupación de conductores, contemplados en la sección 314-16(b)(1), como si ingresaran desde el exterior de la caja. El ensamble de abrazaderas no debe requerir un margen de ocupación, pero el volumen de la porción del ensamble que se mantenga dentro de la caja con posterioridad a la instalación debe ser excluido del volumen de la caja, según las marcas establecidas en 314.16(a)(2).

3) Ocupación por los accesorios de soporte. Cuando en la caja se encuentran uno o más pernos o adaptadores de montaje de luminarias, se deberá contar un volumen para cada tipo de accesorio, de acuerdo con la Tabla 314-16(b), seleccionándolo con base en el conductor más grande que se encuentre en la caja.

4) Ocupación por el equipo o dispositivo. Para cada yugo o estribo que contenga uno o más dispositivos o equipos, se debe contar un doble volumen, de acuerdo con la Tabla 314-16(b), para cada yugo o estribo, seleccionando el volumen con base en el conductor más grande conectado al(los) dispositivo(s) o al equipo sostenido por ese yugo o estribo. Para un dispositivo o un equipo de utilización con ancho mayor al de una caja de 5 centímetros tal como se describe en la Tabla 314-16(a), debe considerarse un doble volumen por cada tándem exigido para el montaje.

5) Ocupación por el conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando entran en una caja uno o más conductores de puesta a tierra de equipos o puentes de unión de equipos, se debe contar un volumen de acuerdo con la Tabla 314-16(b), seleccionado con base en el conductor más grande de puesta a tierra del equipo o del puente de unión del equipo más grande que se encuentre en la caja. Cuando en la caja existe un conjunto adicional de conductores de puesta a tierra del equipo, tal como lo permite 250-146(d), se debe considerar un volumen, seleccionado con base en el conductor más grande de puesta a tierra del equipo en el conjunto adicional.

Tabla 314-16(b).- Volumen que es requerido considerar para cada conductor

Tamaño o designación		Espacio libre dentro de la caja para cada conductor
mm ²	AWG	cm ³
0.824	18	24.6
1.31	16	28.7
2.08	14	32.8
3.31	12	36.9
5.26	10	41
8.37	8	49.2
13.3	6	81.9

c) Cajas

1) Generalidades. Las cajas, que no sean de radio corto descritos en el inciso (3) siguiente, que alojan conductores de 13.3 mm² (6 AWG) o más pequeños, deben tener un área de la sección transversal no menor que el doble del área de la sección transversal del tubo conduit o tubería más grande a la cual se puedan fijar. El número máximo de conductores permitidos debe ser el número máximo que se permite en la Tabla 1 del **Capítulo 10** para el tubo conduit o la tubería a la cual se fija.

2) Con empalmes, derivaciones o dispositivos. Sólo se permitirá que aquellas cajas que han sido marcadas con su volumen de forma durable y legible por el fabricante contengan empalmes, derivaciones o dispositivos. El número máximo de conductores se debe calcular de acuerdo con 314-16(b). Las cajas deben soportarse de una manera rígida y segura.

3) Cajas de radio corto. Las cajas como los codos con casquillo y los codos de la acometida que alojan conductores de tamaño 13.3 mm² (6 AWG) o menor, y están previstos sólo para permitir la instalación de la canalización y los conductores contenidos, no deben contener empalmes, derivaciones o dispositivos, y deben ser de tamaño suficiente para brindar espacio libre para todos los conductores encerrados en la caja.

314-17. Conductores que entran en las cajas, o accesorios. Los conductores que entran en las cajas o accesorios deben estar protegidos contra la abrasión y deben cumplir con lo que se indica en (a) hasta (d) siguientes.

a) Aberturas que se deben cerrar. Las aberturas por las que entran los conductores se deben cerrar de una manera adecuada.

b) Cajas de paso y otras cajas metálicas. Cuando las cajas metálicas se instalan con alambrado sostenido por cable mensajero, cableado abierto sobre aisladores o cableado oculto con aisladores de perilla y tubo, los conductores deben entrar a través de pasacables aisladores o, en lugares secos, a través de tubería flexible que se extienda desde el último soporte aislante hasta no menos de 6 milímetros dentro de la caja y más allá de cualquier abrazadera para cable. Cuando se utilice cable con cubierta no metálica o cable multiconductor de tipo UF, la cubierta deberá extenderse por lo menos 6 mm dentro de la caja y más allá de cualquier abrazadera de cable.

Con excepción de lo que se indica en 300-15(c), el cableado se debe fijar firmemente a la caja. Cuando se instalan canalizaciones o cables con cajas metálicas, la canalización o el cable se debe fijar a dichas cajas.

c) Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas deben ser adecuadas para el conductor con temperatura nominal más baja que entre en la caja. Cuando se utilizan cajas no metálicas con alambrado sostenido por cable mensajero, alambrado abierto sobre aisladores o alambrado oculto de perilla y tubo, los conductores deben entrar a la caja a través de orificios individuales. Cuando se utiliza tubería flexible para canalizar los conductores, la tubería se debe extender desde el último soporte aislante hasta no menos de 6 milímetros dentro de la caja y más allá de cualquier abrazadera para cable. Cuando se utiliza cable con forro no metálico o cable multiconductor tipo UF, el forro se debe extender hasta no menos de 6 milímetros dentro de la caja y más allá de cualquier abrazadera para cable. En todos los casos, todos los métodos de alambrado permitidos se deben fijar a las cajas.

Excepción: Cuando se usa cable con forro no metálico o cable multiconductor tipo UF con cajas de un solo tándem con tamaño no mayor que el de 5.70 x 10 centímetros montadas en las paredes o los plafones, y cuando el cable está sostenido a una distancia no mayor a 20 centímetros de la caja, medidos a lo largo del forro, y cuando el forro se extiende a través de la abertura para cable en no menos de 6 milímetros, no se exigirá la fijación del cable a la caja. Se permitirá la entrada de cables múltiples en la abertura para cable.

d) Conductores de 21.2 mm² (4 AWG) o más grandes. La instalación debe cumplir con lo que se especifica en 300-4(g).

NOTA: Véase 110-12(a) con respecto a los requisitos sobre el cierre de las aberturas no utilizadas en canalizaciones.

314-19. Cajas que alojan dispositivos empotrados. Las cajas que se utilizan para encerrar dispositivos empotrados deben tener un diseño que permita que los dispositivos estén totalmente encerrados en la parte lateral y posterior, y tengan un soporte adecuado. Los tornillos para el soporte de la caja no se deben utilizar para la fijación del dispositivo contenido en la caja.

314-20. Instalaciones empotradas. En las instalaciones dentro o detrás de una superficie de concreto, azulejo, yeso u otro material no combustible, las cajas empotradas que utilizan una cubierta tipo rasante o una placa frontal se deben instalar de modo que el borde frontal de la caja, el anillo sencillo, el anillo de extensión no quede a más de 6 milímetros adentro de la superficie terminada.

Las instalaciones dentro de una superficie de madera u otros materiales superficiales combustibles, las cajas, los anillos sencillos, los anillos de extensión y los extensores aprobados deben estar a ras con la superficie terminada o sobresalir de dicha superficie.

314-21. Reparación de superficies incombustibles. Las superficies incombustibles que están dañadas o incompletas alrededor de las cajas que utilizan cubierta de tipo rasante o placa frontal, se deben reparar para que no existan espacios abiertos ni separaciones mayores que 3 milímetros en el borde de la caja.

314-22. Extensiones superficiales. Las extensiones superficiales se deben hacer mediante el montaje y la fijación mecánica de un anillo de extensión por fuera de la caja. La puesta a tierra del equipo se debe hacer según se especifica en la Parte F del Artículo 250.

Excepción: Se permitirá hacer una extensión superficial desde la cubierta de una caja, cuando la cubierta está diseñada de modo que no es probable que se caiga o pueda ser quitada si sus medios de fijación se aflojan. El método de alambrado debe ser flexible y tener una longitud suficiente que permita retirar la cubierta y tener acceso al interior de la caja, y se debe organizar de forma que la continuidad de cualquier conductor de puesta a tierra sea independiente de la conexión entre la caja y la cubierta.

314-23. Soportes. Los envolventes a que se refiere este Artículo deben tener soportes que estén de acuerdo con una o más de las disposiciones de (a) hasta (h) siguientes.

a) Montaje superficial. Un envolvente montado en un edificio u otra superficie se debe fijar en su lugar de forma rígida y firme. Si la superficie no proporciona un soporte rígido y firme, se debe suministrar un soporte adicional que esté acorde con otras disposiciones de esta sección.

b) Montaje estructural. Un envolvente sostenido de un elemento estructural de un edificio o bajo el piso debe estar sostenido rígidamente, bien sea directamente o mediante la utilización de una abrazadera metálica, de polímeros o de madera.

1) Clavos y tornillos. Los clavos y tornillos, cuando se emplean como medio de sujeción, se deben fijar utilizando ménsulas en el exterior del envolvente, o usando agujeros para montaje en la parte posterior o en un lado de la caja, o deben pasar a través del interior a una distancia no mayor a 6 milímetros de la parte posterior o de los extremos del envolvente. No se permitirá que los tornillos pasen a través de la caja a menos que la rosca de los tornillos dentro de la caja estén protegidas utilizando medios aprobados para evitar daños al aislamiento del conductor. Se permite realizar agujeros de montaje en campo.

2) Abrazaderas. Las abrazaderas metálicas deben estar protegidas contra la corrosión y tener espesor no sea menor a 0.5 milímetros antes de recubrirlo. Las abrazaderas de madera deben tener una sección transversal no menor de 2.50 x 5.00 centímetros. Las abrazaderas de madera en lugares mojados deben tener un tratamiento para esas condiciones. Las abrazaderas de polímeros deben estar identificadas como adecuadas para el uso.

c) Montaje en superficies terminadas. Un envolvente montado en una superficie terminada debe estar fijo a ella de manera rígida por medio de abrazaderas, anclajes o accesorios identificados para la aplicación.

d) Plafones suspendidos. Un envolvente montado en los elementos estructurales o de soporte de un plafón suspendido, debe tener un tamaño no mayor a 1640 cm³ y debe estar sujetado y asegurado en su lugar, según se indica en (1) o (2) siguientes.

1) Elementos del armazón. Un envolvente debe estar sujeto a los elementos del armazón con medios mecánicos tales como pernos, tornillos o remaches, o utilizando grapas u otros medios de aseguramiento identificados para el uso con el(los) tipo(s) de elemento(s) del armazón del plafón y del(los) envolvente (s) utilizado(s). Los elementos del armazón deben estar adecuadamente soportados, sujetos y asegurados entre sí y a la estructura del edificio.

2) Alambres de soporte. La instalación debe cumplir con las disposiciones de 300-11(a). El envolvente se debe sujetar, utilizando métodos identificados para tal propósito, al alambre o los alambres de soporte del plafón, incluidos cualesquier alambres de soporte adicionales instalados para ese propósito. El alambre o los alambres de soporte utilizados para el soporte del envolvente deben estar sujetos en cada extremo de forma tal que queden tensos dentro de la cavidad del plafón.

e) Envolventes con soporte en la canalización, sin dispositivos, luminarias ni portalámparas. Un envolvente que no contenga dispositivos diferentes de aquellos para empalme, que no brinde apoyo a luminarias, portalámparas u otros equipos, y que esté soportado por las canalizaciones que entran, debe tener un tamaño que no exceda 1640 cm³. El envolvente debe tener entradas roscadas o bujes identificados para ese propósito. Debe estar asegurado por dos o más tubos conduit roscados, apretados con la llave adecuada dentro del envolvente o los bujes. Cada tubo conduit se debe fijar a menos de 90 centímetros del envolvente, o de 45 centímetros del envolvente si todos los tubos conduit entran por el mismo lado.

Excepción: Se permitirán que los siguientes métodos de alambrado brinden soporte a una caja de cualquier tamaño, incluyendo una caja construida únicamente con una entrada de tubo conduit, siempre y cuando el tamaño de la caja no sea mayor al tamaño más grande del tubo conduit o la tubería:

- (1) Tubo conduit metálico semipesado, Tipo IMC
- (2) Tubo conduit metálico pesado, Tipo RMC
- (3) Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, Tipo PVC
- (4) Tubo conduit de resina termofija reforzada, Tipo RTRC
- (5) Tubería metálica eléctrica, Tipo EMT

f) Envoltentes soportadas en la canalización, con dispositivos, luminarias o portalámparas. Un envoltente que contenga dispositivos diferentes de aquellos para empalme, que soporten luminarias, portalámparas u otros equipos y que esté soportado por las canalizaciones que entran, debe tener un tamaño que no exceda 1650 cm³.

El envoltente debe tener entradas roscadas o bujes identificados para ese propósito. Debe estar soportado por dos o más tubos conduit roscados apretados con la llave adecuada dentro del envoltente o bujes. Cada tubo conduit debe estar soportado a una distancia no mayor a 45 centímetros del envoltente.

Excepción 1: Se permitirá que el tubo conduit metálico pesado o el metálico semipesado brinden soporte a una caja de cualquier tamaño, incluyendo una caja con una sola entrada, siempre y cuando el tamaño de la caja no sea mayor al tamaño más grande del tubo conduit.

Excepción 2: Se permitirá que un tramo ininterrumpido de tubo conduit metálico pesado o metálico semipesado brinde soporte a una caja utilizada para sostener una luminaria o un portalámparas, o para dar soporte a un envoltente para cableado que es parte integral de una luminaria y se usa en lugar de una caja, según se establece en 300-15(b), cuando se cumplen todas las siguientes condiciones:

- a. El tubo conduit está sujeto firmemente en un punto, de modo que la longitud del tubo conduit más allá del último punto de soporte no exceda los 90 centímetros.
- b. La longitud ininterrumpida del tubo conduit antes del último punto de soporte del tubo conduit es de 30 centímetros o más, y esa porción del tubo conduit está sujeta firmemente en algún punto a no menos de 30 centímetros desde su último punto de soporte.
- c. Cuando son accesibles a personas no calificadas, las luminarias o los portalámparas están por lo menos a 2.50 metros por encima del suelo o del área para estar de pie, medidos hasta su punto más bajo; y por lo menos a 90 centímetros medidos horizontalmente a una elevación de 2.50 metros desde las ventanas, puertas, pórticos, escaleras de incendios o lugares similares.
- d. Una luminaria soportada por un solo tubo conduit que no excede los 30 centímetros en cualquier dirección desde el punto de entrada del tubo conduit.
- e. El peso soportado por cualquier tubo conduit individual no excede los 9 kilogramos.
- f. En el extremo de la luminaria o el portalámparas, el tubo conduit está apretado firmemente con la llave adecuada dentro de la caja o el envoltente de alambrado integral, o en los bujes identificados para ese propósito. Cuando se utiliza una caja para soporte, la luminaria se debe fijar directamente a la caja o por medio de un niple de tubo conduit roscado cuya longitud sea de 7.50 centímetros o menos.

g) Envoltentes en concreto o mampostería. Un envoltente empotrado debe estar identificado como protegido adecuadamente contra la corrosión y empotrado de manera firme en concreto o mampostería.

h) Cajas suspendidas. Se permite que las cajas estén colgadas, cuando cumplan con las condiciones (1) o (2) siguientes.

1) Cordón flexible. Una caja debe estar sostenida por un cable o un cordón multiconductor de una manera aprobada, que proteja los conductores contra la tensión, tal como un conector de alivio atornillado a una caja con un buje.

2) Tubo conduit. Las cajas que brinden soporte a portalámparas o luminarias, o a los envoltentes de alambrado dentro de las luminarias utilizadas en lugar de las cajas, según lo que se especifica en 300-15(b), deben estar sostenidas por medio de tramos de tubo conduit metálico semipesado o pesado. Los tramos con longitud mayor a 45 centímetros se deben conectar al sistema de alambrado con accesorios flexibles adecuados para el lugar. En el extremo de la luminaria, el tubo conduit debe estar enroscado firmemente con

llave adecuada dentro de la caja o el envoltorio del alambrado, o en los bujes identificados para ese propósito.

Cuando están soportadas únicamente por un solo tubo conduit, se debe evitar que las uniones roscadas se aflojen mediante el uso de tornillos de presión u otros medios eficaces, o la luminaria, en cualquier punto, debe estar por lo menos a 2.50 metros por encima del suelo o del área para estar de pie, y por lo menos a 90 centímetros medidos horizontalmente a una elevación de 2.50 metros desde las ventanas, puertas, pórticos, escaleras de incendios o lugares similares. Una luminaria sostenida por un sólo tubo conduit no debe exceder los 30 centímetros en cualquier dirección horizontal desde el punto de entrada del tubo conduit.

314-24. Profundidad de las cajas. Las cajas para salidas y dispositivos deben tener una profundidad suficiente que permita que el equipo instalado dentro de ellas se ensamble de manera correcta, y sin probabilidad de daño a los conductores dentro de la caja.

a) Cajas de salida sin dispositivos encerrados ni equipo de utilización. Las cajas de salida que no encierren dispositivos o equipos de utilización deben tener una profundidad interna mínima de 12.7 milímetros.

b) Cajas de salida y de dispositivos con equipos de utilización o dispositivos encerrados. Las cajas de salida y de dispositivos que alojan dispositivos o equipos de utilización deben tener una profundidad interna mínima que acomode la proyección posterior del equipo y el tamaño de los conductores que alimentan el equipo. La profundidad interna debe incluir, cuando se utilizan, las cajas de extensión, anillos sencillos o cubiertas elevadas. La profundidad interna debe cumplir con todas las disposiciones aplicables de (1) hasta (5) siguientes.

1) Equipos grandes. Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización con proyección posterior mayor a 4.80 centímetros desde el plano de montaje de la caja, deben tener una profundidad que no sea menor a la profundidad del equipo más 6 milímetros.

2) Conductores más grandes que el tamaño 21.2 mm² (4 AWG). Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores más grandes que el tamaño 21.2 mm² (4 AWG) deben estar identificadas para su función específica.

Excepción para (2): Se permitirá que sean montados los dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores más grandes que el tamaño 21.2 mm² (4 AWG) sobre o en las cajas de empalme y de paso más grandes que 1640 cm³ si el espacio en las terminales cumple con los requisitos de 312-6.

3) Conductores tamaño 8.37 mm² (8 AWG), 13.3 mm² (6 AWG) o 21.2 mm² (4 AWG). Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores tamaño 8.37 mm² (8 AWG), 13.3 mm² (6 AWG) o 21.2 mm² (4 AWG) deben tener una profundidad interna que no sea menor a 5.24 centímetros.

4) Conductores tamaño 3.31 mm² (12 AWG) o 5.26 mm² (10 AWG). Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores tamaño 3.31 mm² (12 AWG) o 5.26 mm² (10 AWG) deben tener una profundidad interna no menor a 3 centímetros. Cuando el equipo se proyecta hacia la parte posterior, desde el plano de montaje de la caja, una distancia mayor a 2.50 centímetros, la caja debe tener una profundidad no menor a la del equipo más 6 milímetros.

5) Conductores tamaño 2.08 mm² (14 AWG) y más pequeños. Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores tamaño 2.08 mm² (14 AWG) y más pequeños deben tener una profundidad no menor a 2.38 centímetros.

Excepción para (1) hasta (5): Se permitirán dispositivos o equipo de utilización aprobados para instalación con cajas especificadas por el fabricante.

314-25. Cubiertas y tapas ornamentales. En instalaciones terminadas, cada caja debe tener una cubierta, placa frontal, portalámparas o tapa ornamental para luminaria, excepto cuando la instalación cumple con lo que se especifica en 410-24(b). Los tornillos que se utilicen para adosar cubiertas, u otros equipos, a la caja deben ser tornillos de máquina compatibles con el tamaño o calibre de la rosca integrada a la caja o deben cumplir con lo establecido en las instrucciones del fabricante.

a) Cubiertas y placas metálicas o no metálicas. Se permitirán cubiertas y placas metálicas o no metálicas. Cuando se utilizan cubiertas o placas metálicas, éstas deben cumplir con los requisitos de puesta a tierra de 250-110.

NOTA: Para los requisitos adicionales de puesta a tierra, véase 410-42 para las tapas ornamentales metálicas de luminarias, y 404-12 y 406-6(b) para placas frontales metálicas.

b) Acabado de pared o plafón, combustible y expuesto. Cuando se utilizan una tapa ornamental o patillo de luminaria, cualquier acabado de pared o plafón, combustible y expuesto entre el borde de la tapa ornamental o patillo y la caja de salida debe estar cubierta con material no combustible si fuera requerido en la sección 410-23.

c) Dispositivo de suspensión de cordón flexible. Las cubiertas de las cajas de salida que tienen orificios a través de los cuales puedan pasar cables flexibles, deben estar dotadas de boquillas o tener una superficie lisa y perfectamente redondeada sobre la que haga el recorrido el cable. No se deben utilizar los pasacables de goma dura o de compuestos plásticos.

314-27. Cajas de salida.

a) Cajas en las salidas para luminarias o portalámparas. Se permite que las cajas de salida o accesorios diseñados para el soporte de luminarias y portalámparas e instalados como se exige en 314-23, soporten una luminaria o portalámparas.

1) Salidas de pared. Las cajas utilizadas en las salidas para luminarias o portalámparas en una pared deben estar marcadas en el interior de la caja indicando el peso máximo de la luminaria que soporta la caja en la pared, cuando es diferente de 23 kilogramos.

Excepción: Se permitirá que una luminaria o portalámparas montada en la pared que no pese más de 3 kilogramos esté soportada en otras cajas o anillos sencillos que estén fijos a otras cajas, siempre y cuando la luminaria o su yugo de soporte o portalámparas estén fijos a la caja por lo menos con dos tornillos número 6 o más grandes.

2) Salidas en plafón. En cualquier salida utilizada exclusivamente para iluminación, la caja se debe diseñar o instalar para que se pueda fijar una luminaria o portalámparas. Se exigirá que las cajas soporten una luminaria que pese hasta 23 kilogramos. Una luminaria que pese más de 23 kilogramos se debe soportar independientemente de la caja de salida, a menos que la caja de salida esté aprobada y marcada para no menos del peso máximo que se va a sostener. El interior de la caja debe estar marcada por el fabricante para indicar el peso máximo que la caja pueda soportar.

b) Cajas en el piso. Para los contactos localizados en el piso se deben utilizar cajas aprobadas específicamente para esta aplicación.

Excepción: Cuando se considere baja la probabilidad de exposición al daño físico, la humedad y la suciedad, se permitirá que las cajas localizadas en pisos elevados de escaparates y lugares similares sean diferentes de aquellas aprobadas para las aplicaciones en el piso. Los contactos y las cubiertas deben estar aprobados como un ensamble para este tipo de lugar.

c) Cajas en las salidas para los ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón. Las cajas de salida o los sistemas de cajas de salidas utilizados como único soporte para un ventilador (de aspas) suspendido del plafón deben estar aprobadas y marcadas por el fabricante como adecuadas para este propósito y no deben sostener ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón con un peso mayor a 32 kilogramos. Para cajas de salida o sistemas de cajas de salida diseñadas para sostener ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón con un peso mayor a 16 kilogramos, el marcado exigido debe incluir el peso máximo que se puede sostener.

Cuando se instalen conductores de fase adicionales, con apagadores separados en una caja de salida montada en plafón, en un lugar aceptable para ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón, en viviendas unifamiliares y multifamiliares, la caja de salida o el sistema de cajas de salida se listará como el único soporte de un ventilador (de aspas) suspendido del plafón.

d) Equipo de utilización. Las cajas utilizadas para soportar equipos de utilización, diferentes de los ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón, deben cumplir con los requisitos de las secciones 314-27(a) para el soporte de una luminaria que tiene el mismo tamaño y el mismo peso.

Excepción: Se permitirá que el equipo de utilización con un peso no mayor a 3 kilogramos esté soportado en otras cajas o anillos sencillos que estén fijos a otras cajas, siempre y cuando el equipo o su yugo de soporte esté fijo a la caja por lo menos con dos tornillos número 6 o más grandes.

e) Accesorios de fijación separables. Se permite que las cajas de salida que se requieren en 314-27 soporten los soportes de bloqueo y los contactos de montaje que se utilizan en combinación con accesorios de fijación compatibles. La combinación debe identificarse para el soporte del equipo dentro de los límites del peso y la orientación de montaje los límites de la aprobación. Cuando el contacto de soporte esté instalado dentro de una caja, ésta se incluirá en el cálculo de relleno cubierto en 314-16(b)(4).

314-28. Cajas de paso y de empalme. Las cajas utilizadas como cajas de paso y de empalme deben cumplir con las especificaciones de (a) hasta (e) siguientes.

Excepción: Las cajas de terminales que se suministran con los motores deben cumplir con las disposiciones de 430-12.

a) Tamaño mínimo. Para las canalizaciones que contienen conductores del 21.2 mm² (4 AWG) o más grandes que deben estar aislados, y para cables que contienen conductores tamaño 21.2 mm² (4 AWG) y más grandes, las dimensiones mínimas de las cajas de paso o de empalme instaladas en un tendido de cable o canalización deben cumplir con lo que se especifica en (1) a (3) siguientes.

1) Tendidos rectos. En tendidos rectos, la longitud de la caja no debe ser menor a ocho veces el diámetro de la canalización más grande.

2) Tendidos en ángulos o en U, o empalmes. En donde se hagan empalmes, tendidos en ángulos o en U, la distancia entre cada entrada de canalización dentro de la caja y la pared opuesta de la caja no debe ser menor a seis veces el diámetro de la canalización más grande en una hilera. Esta distancia se debe incrementar para las entradas adicionales, en una cantidad igual a la suma de los diámetros de todas las otras entradas de canalizaciones en la misma hilera y en la misma pared de la caja. Cada hilera se debe calcular individualmente, y se debe usar la hilera que proporcione la máxima distancia.

Excepción: Cuando una entrada para la canalización o cable está en la pared opuesta a una cubierta removible, de una caja se permitirá que la distancia desde esta pared hasta la cubierta cumpla con los requisitos de distancia para un alambre por cada terminal que se indica en la Tabla 312-6(a).

La distancia entre las entradas de las canalizaciones que alojan al mismo conductor no debe ser menor a seis veces el diámetro de la canalización más grande.

Si en lugar del tamaño de la canalización en los anteriores incisos (a)(1) y (a)(2) se toma el tamaño del cable, se debe utilizar el diámetro mínimo de la canalización para el número y tamaño de los conductores del cable.

3) Dimensiones más pequeñas. Se permitirán cajas de paso y otras cajas con dimensiones menores a las exigidas en los anteriores incisos (a)(1) y (a)(2) para instalaciones de combinaciones de conductores con una ocupación menor a la máxima del tubo conduit o la tubería (de los tubos conduit o la tubería que se utiliza) permitida por la Tabla 1 del Capítulo 10, siempre y cuando la caja haya sido aprobada para, y esté marcada permanentemente con, el número máximo y el tamaño máximo permitidos para los conductores.

Para instalaciones de combinaciones de conductores que se permiten en la Tabla 1 del Capítulo 10, se permiten cajas de paso aprobadas con dimensiones menores que las que se requieren en 314-28(a)(2) y que tengan un radio de curvatura a la línea central no menor que el que se indica en la Tabla 2 del Capítulo 10 para dobladoras de un movimiento y de zapata completa. Estas cajas de paso deben estar marcadas para demostrar que se han evaluado específicamente de acuerdo con esta disposición.

Cuando las combinaciones permitidas de conductores para las cuales se ha aprobado la caja o caja de paso son menores que el llenado máximo del tubo o tubería que se permite en la tabla 1 del Capítulo 10, a caja o caja de paso debe estar permanentemente marcada con el número máximo y tamaño máximo de los conductores permitidos. Para otros tamaños de conductor y combinaciones, el área de la sección transversal total del llenado no debe exceder el área de la sección transversal de los conductores especificados en el marcado, con base en el tipo del conductor identificado como parte del producto aprobado.

NOTA: A menos que se especifique lo contrario, las normas de producto aplicables que evalúan los marcados de llenado cubiertos aquí son con base en conductores con aislamiento tipo XHHW.

b) Conductores en cajas de paso o de empalme. En cajas de paso o cajas de empalme que tengan cualquiera de sus dimensiones mayor a 1.80 metros, todos los conductores deben estar cableados o agrupados.

c) Tapas. Todas las cajas de paso y cajas de empalme deben tener tapas compatibles con la construcción de la caja y deben ser adecuadas para las condiciones de uso. Cuando se utilizan tapas metálicas, éstas deben cumplir con los requisitos de puesta a tierra de 250-110.

d) Barreras permanentes. Cuando se instalan barreras permanentes en una caja, cada sección se debe considerar como una caja independiente.

e) Bloques de distribución de fuerza. Se permitirán los bloques de distribución de fuerza en las cajas de paso y de empalme de más de 1640 cm³ para conexiones de conductores cuando estén instalados en cajas y cuando la instalación cumpla con (1) a (5) siguientes.

Excepción: Se permitirán barras terminales de puesta a tierra de equipos en envoltentes más pequeños.

1) Instalación. Los bloques de distribución de energía en las cajas deben ser aprobados. Los bloques de distribución de energía instalados en el lado de la línea del equipo de acometida deberán estar aprobados y marcados como "adecuados para su uso en la acometida" o equivalente.

2) Tamaño. Además de que en donde se hagan empalmes, tendidos en ángulos o en U, la distancia entre cada entrada de canalización dentro de la caja y la pared opuesta de la caja no debe ser menor a seis veces el diámetro de la canalización más grande en una hilera, se debe instalar el bloque de distribución de fuerza en una caja con dimensiones no menores a las especificadas en las instrucciones de instalación del fabricante.

3) Espacio para el doblado de los conductores. El espacio para el doblado del conductor en las terminales de los bloques de distribución de fuerza debe cumplir con 312-6.

4) Partes vivas. Los bloques de distribución de fuerza no deben tener partes vivas no aisladas y expuestas dentro de una caja, ya sea que la cubierta de la caja esté instalada o no.

5) Conductores de paso. Cuando se utilicen las cajas de paso o de empalme para conductores que no terminan en el(los) bloque(s) de distribución de fuerza, los conductores de paso se deben disponer de tal modo que los terminales del bloque de distribución de fuerza no se obstruyan después de la instalación.

314-29. Cajas y registros que deben ser accesibles. Las cajas, y registros se deben instalar de forma que el alambrado que se encuentra dentro de ellos pueda ser accesible sin retirar ninguna parte del edificio o estructura, en circuitos subterráneos, sin excavar las banquetas, el pavimento, la tierra u otras sustancias que se utilicen para establecer el terminado del terreno.

Excepción: Se permitirán cajas y registros aprobados, cuando están cubiertos por grava, agregado liviano o suelo granulado no cohesivo, si su ubicación está identificada de manera eficaz y es accesible para la excavación.

314-30. Registros. Los registros se deben diseñar e instalar para que resistan todas las cargas que probablemente se impongan sobre ellos. Deben estar identificados para uso en sistemas subterráneos y cumplir con (a) hasta (d) siguientes.

a) Tamaño. Los registros se deben dimensionar de acuerdo con 314-28(a) para conductores que operan a 1000 volts o menos, y de acuerdo con 314-71 para conductores que operan a más de 1000 volts. Para los registros sin fondo a los que se aplican las disposiciones de la Excepción a 314-28(a)(2), o de la Excepción 1 de 314-71(b)(1), la medición de la tapa removible se debe hacer desde el extremo del tubo conduit o del ensamble del cable.

b) Entradas del alambrado. Las canalizaciones subterráneas y los conjuntos de cables subterráneos que entran en un registro se deben prolongar dentro del envolvente, pero no se exigirá que estén conectados mecánicamente al envolvente.

c) Alambrado encerrado. Todos los conductores y cualquier empalme o terminación, si están presentes, deben ser aprobados como adecuados para lugares mojados.

d) Cubiertas. Las cubiertas de los registros deben tener una marca o un logotipo de identificación que indique de manera visible la función del envolvente, por ejemplo "eléctrico". Las cubiertas de los registros deben requerir de la utilización de herramientas para abrirlas, o deben pesar más de 45 kilogramos. Las cubiertas metálicas y otras superficies conductoras expuestas deben estar unidas de acuerdo con 250-92 si los conductores en el registro son conductores de acometida, o de acuerdo con 250-96 (a) si los conductores en el registro son conductores de alimentador o de circuito derivado.

Parte C. Especificaciones de construcción

314-40. Cajas metálicas, cajas de empalme y accesorios.

a) Resistentes a la corrosión. Las cajas metálicas, las cajas y los accesorios deben ser resistentes a la corrosión o deben estar bien galvanizados, esmaltados o tener otro recubrimiento adecuado por dentro y por fuera para prevenir la corrosión.

NOTA: Véase 300-6 con respecto a la limitación en el uso de las cajas y los accesorios protegidos contra la corrosión únicamente con esmalte.

b) Espesor del metal. Las cajas de lámina de acero con tamaño no superior a 1650 cm³ se deben fabricar de acero cuyo espesor no sea inferior a 1.59 milímetros. La pared de una caja o una caja de hierro maleable y una caja o caja de paso de aluminio, latón, bronce, o cinc, troquelada o de moldeado permanente debe tener un espesor no inferior a 2.38 milímetros. Las cajas o cajas de paso de otros metales fundidos deben tener un espesor de pared no menor que 3.17 milímetros.

Excepción 1: Se permitirá que las cajas aprobadas que demuestren tener características y resistencia equivalentes sean fabricadas con otros metales o de menor espesor.

Excepción 2: Se permitirá que las paredes de las cajas aprobadas de radio reducido, de las que trata 314-16(c)(2), estén fabricadas con un metal de menor espesor.

c) Cajas metálicas de más de 1650 cm³. Las cajas metálicas con tamaño mayor a 1650 cm³ se deben construir de manera tal que sean suficientemente resistentes y rígidas. Si son fabricadas con lámina de acero, el espesor del metal no debe ser inferior a 1.35 milímetros sin recubrimiento.

d) Disposiciones para la puesta a tierra. En cada caja metálica se debe suministrar un medio para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. Se permitirá que el medio sea un orificio roscado o su equivalente.

314-41. Cubiertas. Las cubiertas metálicas deben ser del mismo material de la caja con la cual se utiliza, o deben estar revestidas con un material aislante firmemente unido cuyo espesor no sea inferior a 0.79 milímetros, o deben estar aprobados para este propósito. Las cubiertas deben estar aprobadas para uso como sistema de canalización. Las cubiertas metálicas deben tener el mismo espesor de las cajas con las cuales se utiliza o deben estar aprobados para este propósito. Debe permitirse usar cubiertas de porcelana o de otros materiales aislantes aprobados si su forma y espesor ofrecen la resistencia y protección exigidas.

314-42. Pasacables. Las cubiertas de las cajas de salida que tienen orificios a través de los cuales puedan pasar cordones flexibles colgantes, deben tener pasacables aprobados o tener superficies lisas y bien redondeadas en las cuales se pueda apoyar el cordón. Cuando los conductores individuales pasan a través de una cubierta metálica, se debe suministrar, para cada conductor, un orificio independiente equipado con un pasacables de material aislante adecuado. Estos orificios independientes deben estar conectados por una ranura tal como lo exige 300-20.

314-43. Cajas no metálicas. Los medios de soporte u otras formas de montaje de las cajas no metálicas deben estar por fuera de la caja, o se debe construir la caja de forma que se evite el contacto entre los conductores dentro de la caja y los tornillos de soporte.

314-44. Marcado. Todas las cajas, cubiertas, anillos de extensión, anillos sencillos y similares deben estar marcados de forma duradera y legible con el nombre del fabricante o la marca comercial.

Parte D. Cajas de paso y de empalme, y registros para uso en sistemas de más de 1000 volts nominales

314-70. Generalidades

a) Cajas de paso y de empalme. Cuando se utilizan cajas de paso y de empalme en sistemas de más de 1000 volts, la instalación debe cumplir con las disposiciones de la Parte D y con las siguientes disposiciones de este Artículo:

- (1) Parte A, 314-2; 314-3 y 314-4
- (2) Parte B, 314-15; 314-17; 314-20; 314-23(a), (b), o (g); 314-28(b) y 314-29
- (3) Parte C, 314-40(a) y (c); y 314-41

b) Cajas. Cuando se utilizan cajas en sistemas de más de 1000 volts, la instalación debe cumplir con las disposiciones de la Parte D y con las siguientes generalidades de este Artículo:

- (1) Parte A, 314-4
- (2) Parte B, 314-15; 314-17; 314-23(a), (e), o (g); 314-28(a)(3) y 314-29
- (3) Parte C, 314-40(a) y 314-41

c) Registros. Cuando se utilizan los registros en sistemas de más de 1000 volts, la instalación debe cumplir con las disposiciones de la Parte D y con las siguientes generalidades de este Artículo:

- (1) Parte A, 314-3 y 314-4
- (2) Parte B, 314-15; 314-17; 314-23(g); 314-28(b); 314-29 y 314-30

314-71. Tamaño de las cajas de paso y de empalme, y registros. Las cajas de paso y de empalme y los registros deben suministrar el espacio y las dimensiones adecuadas para la instalación de los conductores y deben cumplir con los requisitos específicos de esta sección.

a) Para tendidos rectos. La longitud de la caja no debe ser menor a 48 veces el diámetro exterior, medido sobre el forro del conductor más grande, blindado o recubierto de plomo o del cable que entra en la

caja. La longitud no debe ser menor a 32 veces el diámetro exterior del conductor o cable no blindado que sea más grande.

b) Para tendidos en ángulo o en U.

1) Distancia a la pared opuesta. La distancia entre cada cable o conductor que entra en la caja y la pared opuesta de ésta no debe ser menor a 36 veces el diámetro exterior, medido sobre el forro, del cable o conductor más grande. Esta distancia se debe incrementar para las entradas adicionales en una cantidad igual a la suma de los diámetros exteriores, medidos sobre el forro, de todas las otras entradas de cables o conductores a través de la misma pared de la caja.

Excepción 1: Cuando la entrada de un conductor o cable está en la pared de una caja opuesta a una cubierta removible, se permitirá que la distancia desde esta pared hasta la cubierta no sea menor al radio de curvatura para los conductores, tal como se especifica en 300-34.

Excepción 2: Cuando los cables no son blindados y no están recubiertos con plomo, se permitirá que la distancia de 36 veces el diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.

2) Distancia entre la entrada y la salida. La distancia entre la entrada de un cable o conductor y su salida de la caja no debe ser menor a 36 veces el diámetro exterior, medido sobre el forro, de este cable o conductor.

Excepción: Cuando los cables no son blindados y no están recubiertos con plomo, se permitirá que la distancia de 36 veces el diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.

c) Laterales removibles. Uno o más laterales de las cajas de paso deben ser removibles.

314-72. Requisitos de construcción e instalación

a) Protección contra la corrosión. Las cajas se deben fabricar con materiales resistentes a la corrosión o se deben proteger adecuadamente, tanto interna como externamente, con esmalte, galvanización, enchapado u otros medios.

b) Paso a través de divisiones. Se deben instalar pasacables, pantallas o accesorios adecuados que tengan bordes lisos y redondeados donde los conductores o los cables pasan a través de las divisiones, y en otros lugares, cuando sea necesario.

c) Envoltente completo. Las cajas deben proporcionar un envoltente completo para los cables o conductores que contienen.

d) Alambrado accesible. Las cajas se deben instalar de forma que los conductores sean accesibles sin retirar ninguna parte fija al edificio o estructura. El espacio de trabajo que se debe suministrar debe estar de acuerdo con lo que se estipula en 110-34.

e) Cubiertas adecuadas. Las cajas se deben cerrar con cubiertas adecuadas, sujetas firmemente en su lugar. Se considerará que las cubiertas de cajas subterráneas con un peso mayor a los 45 kilogramos cumplen con este requisito. Las cubiertas para las cajas deben estar marcadas permanentemente con el siguiente texto:

“PELIGRO-ALTA TENSIÓN”

Este marcado debe estar por fuera de la cubierta de la caja y debe ser fácilmente visible. Las letras deben ser mayúsculas y tener una altura mínima de 13 milímetros.

f) Adecuadas para la manipulación prevista. Las cajas y sus cubiertas deben tener la capacidad de resistir la manipulación a la cual probablemente sean sometidas.

ARTÍCULO 320

CABLE ARMADO TIPO AC

Parte A. Generalidades

320-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para el cable armado tipo AC.

320-2. Definición.

Cable armado tipo AC. Ensamble fabricado de conductores aislados en una armadura metálica entrelazada flexible. Véase 320-100.

320-6 Requisitos de aprobación. El cable tipo AC y los accesorios asociados deben estar aprobados.

Parte B. Instalación

320-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de los cables tipo AC en los siguientes casos:

- (1) Para alimentadores y circuitos derivados tanto en instalaciones visibles como ocultas.
- (2) En charolas portacables.
- (3) En lugares secos.
- (4) Recubiertos de acabado de yeso sobre ladrillo u otra mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados.
- (5) Cuando se instalan o se tienden en los espacios vacíos de los bloques de mampostería o las paredes de losa, si dichas paredes no están expuestas o sometidas a mojarse o a humedecerse excesivamente.

NOTA: Los “usos permitidos” no constituyen una lista que incluya todos los casos.

320-12. Usos no permitidos. Los cables tipo AC no se deben utilizar en los siguientes casos:

- (1) Cuando están sometidos al daño físico.
- (2) En lugares húmedos o mojados.
- (3) En los espacios vacíos de los bloques de mampostería o las paredes de losa, cuando dichas paredes están expuestas o sometidas a mojarse o humedad excesiva.
- (4) Cuando están expuestos a condiciones corrosivas.
- (5) Si están recubiertos de acabado de yeso sobre ladrillo u otra mampostería en lugares húmedos o mojados.

320-15. Instalación visible. Los tendidos visibles de cable, excepto lo que se especifica en 300-11(a), deben seguir muy de cerca la superficie del acabado del edificio o de los largueros. También se permitirá que los tendidos visibles se instalen en la cara inferior de las vigas cuando están sostenidos en cada viga y colocados de tal manera que no se vean sometidos al daño físico.

320-17. A través o paralelo a elementos estructurales. El cable tipo AC debe estar protegido de acuerdo con lo que se indica en 300-4(a), (c) y (d) cuando se instala a través de o paralelo a elementos estructurales.

320-23. En desvanes accesibles. Los cables tipo AC que se encuentran en desvanes o espacios bajo el techo accesibles, se deben instalar según se especifica en (a) y (b) siguientes.

a) Cables que se tienden a través de la parte superior de las vigas del piso. Cuando se instalen en desvanes o espacios accesibles entre tejado y techo, cruzando sobre las vigas del techo o sobre postes o travesaños a una distancia menor que 2.00 metros del techo o de las vigas de este, los cables deben protegerse por medio de tiras protectoras adecuadas que tengan al menos la altura del diámetro del cable. Cuando este espacio no sea accesible por medio de escaleras permanentes o portátiles, sólo se requiere protegerlos hasta una distancia de 1.80 metros a partir del borde más próximo del orificio de la escotilla o de la entrada al desván.

b) Cable instalado paralelo a elementos estructurales. Cuando el cable se instala paralelo a los lados de las columnas, los travesaños, los plafones o las vigas del piso, no se exigirán tirantes ni largueros de protección, y la instalación también debe cumplir con lo que se indica en 300-4(d).

320-24. Radio de curvatura. La curvatura en el cable tipo AC se debe hacer de manera que no se produzca daño al cable. El radio de la curva del borde interior de cualquier doblez no debe ser menor a cinco veces el diámetro del cable tipo AC.

320-30. Sujeción y soporte

a) Generalidades. El cable tipo AC se debe sostener y asegurar con grapas, amarres de cable, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios similares, diseñados e instalados de modo que no se cause daño al cable.

b) Sujeción. A menos que se permita algo diferente, el cable tipo AC se debe fijar a una distancia no mayor de 30 centímetros de cada caja de salida, caja de empalme, gabinete o accesorio, y a intervalos no mayores de 1.40 metros cuando se instalan sobre o a través de elementos estructurales.

c) Soporte. A menos que se permita algo diferente, el cable tipo AC debe estar sostenido a intervalos no mayores de 1.40 metros. Los tendidos horizontales de cable tipo AC instalados en elementos estructurales de madera o metal, o medios de soporte similares se deben considerar que están sostenidos, cuando dichos soportes están a intervalos que no exceden 1.40 metros.

d) Cables no sostenidos. Se permitirá que el cable tipo AC no esté sostenido ni soportado cuando cumpla con cualquiera de las siguientes condiciones:

- (1) Si es tendido o alambrado entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.
- (2) No tiene más de 60 centímetros de longitud en las terminales en donde la flexibilidad es necesaria.
- (3) No tiene más de 1.80 metros de longitud desde el último punto de soporte del cable hasta el punto de conexión a una luminaria u otro equipo eléctrico, y el cable y el punto de conexión están dentro de un plafón accesible. Para los propósitos de esta sección, se permitirán accesorios del cable tipo AC como medios de soporte del cable.

320-40. Cajas y herrajes. En todos los puntos en donde termina la cubierta del cable tipo AC, se debe suministrar un accesorio para proteger los cables contra la abrasión, a menos que el diseño de las cajas de salida o de los accesorios sea tal que brinden una protección equivalente y, además, se debe proporcionar un pasacables aislante o su protección equivalente entre los conductores y la cubierta. El conector o la abrazadera con los que se fija el cable tipo AC a las cajas o los gabinetes, deben tener un diseño tal que permita que el pasacables aislante o su equivalente sean visibles para inspección.

Cuando se cambie del cable tipo AC a otro cable o método de alambrado en canalización, se debe instalar una caja o accesorio en los puntos de empalme, según se exige en 300-15.

320-80. Ampacidad. La ampacidad se debe determinar de acuerdo con 310-15.

a) Aislamiento térmico. El cable armado instalado en aislamiento térmico del techo debe tener conductores con temperatura nominal de 90 °C. La ampacidad del cable instalado en estas aplicaciones no debe exceder a la de los conductores de 60 °C. Se permitirá usar el valor nominal de 90 °C para los cálculos de la corrección y ajuste de la ampacidad; sin embargo, la ampacidad no debe exceder la de los conductores de 60 °C.

b) Charola portables. La ampacidad de un cable tipo AC instalado en una charola portables se debe determinar de acuerdo con 392-80(a).

Parte C. Especificaciones de construcción

320-100. Construcción. El cable tipo AC debe tener una cubierta de cinta metálica flexible y debe tener una banda interna de unión, de cobre o aluminio en contacto estrecho con la cubierta en toda su longitud.

320-104. Conductores. Los conductores aislados deben ser del tipo indicado en la Tabla 310-104(a) o de aquellos identificados para uso en este cable. Además, los conductores deben tener una cubierta exterior de fibra resistente a la humedad y retardante de la flama. Para el tipo ACT, se deberá exigir una cubierta de fibra resistente a la humedad únicamente sobre los conductores individuales.

320-108. Conductor de puesta a tierra del equipo. El cable tipo AC debe suministrar una trayectoria adecuada para la corriente de falla, tal como se exige en 250-4(a)(5) o (b)(4) para comportarse como un conductor de puesta a tierra del equipo.

320-120. Marcado. El cable se debe marcar de acuerdo con lo que se especifica en 310-120, excepto que el tipo AC debe tener una identificación fácil del fabricante mediante marcas externas distintivas sobre la cubierta del cable en toda su longitud.

ARTÍCULO 322

ENSAMBLES DE CABLE PLANO TIPO FC

Parte A. Generalidades

322-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para los ensambles de cable plano tipo FC.

322-2. Definición.

Ensamblados de cable plano, tipo FC. Ensamblados de conductores paralelos formados integralmente con un tejido de material aislante, diseñados específicamente para instalación en campo en canalizaciones metálicas superficiales.

322-6. Aprobado de requerimientos. Tipo FC y accesorios asociados deben estar aprobados.

Parte B. Instalación

322-10. Usos permitidos. Los ensamblados de cable plano sólo se permitirán en los siguientes casos:

- (1) Como circuitos derivados para alimentar dispositivos enchufables adecuados para iluminación, aparatos pequeños o cargas de potencias pequeñas. El valor nominal del circuito derivado no debe ser mayor de 30 amperes.
- (2) Cuando se usan para instalación visible.
- (3) En lugares en donde no estarán expuestos a daño físico. Cuando un ensamble de cable plano se instala a menos de 2.50 metros por encima del piso o plataforma fija de trabajo, se debe proteger mediante una cubierta identificada para tal uso.
- (4) En canalizaciones metálicas superficiales identificadas para dicho uso. La parte del canal del sistema de canalización metálica superficial debe estar totalmente instalada, antes de tender el ensamble de cable plano dentro de la canalización.

322-12. Usos no permitidos. Los ensamblados de cable plano no se deben utilizar en los siguientes casos:

- (1) Cuando están expuestos a condiciones corrosivas, a menos que sean adecuados para la aplicación.
- (2) En cubos de elevadores, en elevadores o escaleras móviles.
- (3) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto que se permita específicamente por otros Artículos en esta NOM.
- (4) En exteriores o en lugares mojados o húmedos, a menos que estén identificados para ese uso.

322-30. Sujeción y soporte. Los ensamblados de cable plano deben estar sostenidos por los medios especiales de diseño, dentro de las canalizaciones metálicas superficiales.

Las canalizaciones metálicas superficiales deben estar sostenidas tal como se exige para la canalización específica que se va a instalar.

322-40. Cajas y accesorios.

a) Terminaciones. Cada terminación de un ensamble de cable plano debe acabar en un dispositivo de casquillo terminal identificado para ese uso.

El accesorio para finalizar la canalización metálica superficial debe estar identificado para dicho uso.

b) Soporte colgante para luminarias. Los soportes colgantes para luminarias instaladas con los ensamblados de cable plano deben estar identificados para este uso.

c) Accesorios. Los accesorios que se van a instalar con los ensamblados de cable plano deben estar diseñados e instalados para prevenir daño físico a los ensamblados de cable.

d) Extensiones. Todas las extensiones desde ensamblados de cable plano se deben hacer con métodos de alambrado aprobados, dentro de cajas de empalme, instaladas en cualquiera de los extremos de los tendidos de los ensamblados de cable plano.

322-56. Empalmes y derivaciones.

a) Empalmes. Los empalmes se deben hacer en cajas de empalme aprobadas.

b) Derivaciones. Las derivaciones se deben hacer entre cualquier conductor de fase y el conductor puesto a tierra o cualquier otro conductor de fase, por medio de dispositivos y accesorios identificados para dicho uso. Los dispositivos de derivación deben tener un valor nominal no menor de 15 amperes o más de 300 volts a tierra, y deben estar codificados por color de acuerdo con los requisitos de 322-120(c).

Parte C. Especificaciones de construcción

322-100. Construcción. Los ensamblados de cable plano serán de dos, tres, cuatro o cinco conductores.

322-104. Conductores. Los ensambles de cable plano deben tener conductores de 5.26 mm² (10 AWG) de alambres de cobre con trenzado especial.

322-112. Aislamiento. La totalidad del ensamble de cable plano debe estar conformado de manera que proporcione una cobertura aislante adecuada a todos los conductores y utilizar uno de los materiales reconocidos en la Tabla 310-104(a) para alambrado general de circuitos derivados.

322-120. Marcado.

a) Temperatura nominal. Además de las disposiciones de 310-120, el cable tipo FC debe tener la temperatura nominal marcada de manera permanente sobre la superficie, a intervalos no mayores de 60 centímetros.

b) Identificación del conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra debe estar identificado en toda su longitud por medio de una marca blanca o gris distintiva y durable.

NOTA: El color gris puede haber sido utilizado en el pasado para un conductor de fase. Se recomienda tener precaución al trabajar en sistemas existentes.

c) Identificación en los bloques de terminales. Los bloques de terminales identificados para tal uso deben tener marcas distintivas y durables por código de color o de palabras. La sección para el conductor puesto a tierra debe tener una marca blanca u otra designación adecuada. La siguiente sección adyacente en el bloque de terminales debe tener una marca negra u otra designación adecuada. La sección que sigue debe tener una marca roja u otra designación adecuada. La sección final o exterior, opuesta a la sección del conductor puesto a tierra, debe tener una marca azul u otra designación adecuada.

ARTÍCULO 324

CABLE DE CONDUCTOR PLANO TIPO FCC

Parte A. Generalidades

324-1. Alcance. Este Artículo trata de los sistemas de alambrado instalados en campo para circuitos derivados con cables tipo FCC y sus accesorios asociados, tal como se define en este Artículo. El sistema de alambrado está diseñado para instalación debajo de cuadros de alfombras.

324-2. Definiciones.

Blindaje inferior. Capa protectora que se instala entre el piso y el cable de conductor plano tipo FCC, para proteger el cable contra daño físico, y puede o no estar incorporado como parte integral del cable.

Blindaje superior. Blindaje metálico puesto a tierra que cubre los componentes del sistema FCC que se encuentran debajo de la alfombra con el propósito de brindar protección contra daño físico.

Cable tipo FCC. Tres o más conductores planos de cobre colocados borde con borde, y separados cubiertos por un ensamble aislante.

Conector del cable. Conector diseñado para unir cables tipo FCC sin utilizar cajas de empalme.

Conexiones de placas metálicas. Medios de conexión diseñados para conectar eléctrica y mecánicamente una placa metálica a otra placa metálica, al alojamiento de un contacto, a un dispositivo autocontenido o a un ensamble de transición.

Ensamble de transición. Ensamble para facilitar la conexión del sistema FCC a otros sistemas de alambrado, que incorpora (1) un medio de interconexión eléctrica y (2) una cubierta o caja adecuada para proporcionar seguridad eléctrica y protección contra daño físico.

Sistema FCC. Sistema de alambrado completo para circuitos derivados, que está diseñado para su instalación debajo de cuadros de alfombras. El sistema FCC incluye el cable tipo FCC y el blindaje asociado, conectores, terminales, adaptadores, cajas y contactos.

NOTA: El sistema FCC incluye en el cable tipo FCC y el blindaje asociado, conectores terminales, adaptadores, cajas y contactos.

Terminal aislante. Aislador diseñado para aislar eléctricamente el extremo final de un cable tipo FCC.

324-6 Requisitos de aprobación. El cable tipo FCC y los accesorios asociados deben estar aprobados.

Parte B. Instalación

324-10. Usos permitidos.

a) Circuitos derivados. Se permitirá la utilización de sistemas FCC para circuitos derivados de uso general, circuitos derivados para aparatos y circuitos derivados individuales.

b) Valores nominales del circuito derivado

1) Tensión. La tensión entre los conductores de fase no debe ser mayor de 300 volts. La tensión entre los conductores de fase y el conductor puesto a tierra no debe ser mayor de 150 volts.

2) Corriente. Los circuitos de uso general y los circuitos derivados para aparatos deben tener valor nominal no mayor de 20 amperes. Los circuitos derivados individuales deben tener un valor nominal no mayor de 30 amperes.

c) Pisos. Se permitirá el uso de sistemas FCC en pisos con superficies duras, sólidas, lisas y continuas de concreto, cerámica o sistemas compuestos para pisos, madera y materiales similares.

d) Paredes. Se permitirá el uso de sistemas FCC en las superficies de la pared en canalizaciones metálicas superficiales.

e) Lugares húmedos. Se permitirá el uso de sistemas FCC en lugares húmedos.

f) Pisos con calefacción. Los materiales utilizados en pisos con calefacción a más de 30 °C deben estar identificados como adecuados para uso a estas temperaturas.

g) Altura del sistema. Cualquier parte de un sistema FCC con una altura sobre el nivel del piso que supere 2.30 milímetros debe estar ahusada o biselada en los bordes hasta el nivel del piso.

324-12. Usos no permitidos. Los sistemas FCC no se deben utilizar en los siguientes lugares:

- (1) En exteriores o en lugares mojados.
- (2) Cuando están sometidos a vapores corrosivos.
- (3) En cualquier lugar peligroso (clasificado).
- (4) En edificios residenciales.
- (5) En edificios de hospitales y escuelas, diferentes a las áreas administrativas.

324-18. Cruzamientos. No se permitirán cruzamientos de más de dos tendidos de cable tipo FCC en ningún punto. Se permitirán los cruzamientos de un cable tipo FCC por encima o por debajo de un cable plano de señalización o de telecomunicaciones.

En cada caso, una capa puesta a tierra de la cubierta metálica debe separar los dos cables, y no se permitirán cruzamientos de más de dos cables planos en ningún punto.

324-30. Sujeción y soporte. Todos los componentes del sistema FCC deben estar anclados firmemente al piso o a la pared, utilizando un adhesivo o un sistema de anclaje mecánico identificado para este uso. Los pisos se deben preparar con el fin de garantizar la adherencia del sistema FCC al piso hasta que se coloquen los cuadros de alfombra.

324-40. Cajas y accesorios.

a) Conexiones del cable y terminales aislantes. Todas las conexiones del cable tipo FCC deben utilizar conectores identificados para ese propósito, instalados de tal forma que se proporcione continuidad eléctrica, aislamiento y sellado contra la humedad y los derrames de líquidos. Todos los extremos de cable desnudo deben estar aislados y sellados contra la humedad y los derrames de líquidos, por medio de terminales aislantes aprobadas.

b) Polarización de las conexiones. Todos los contactos y las conexiones se deben construir e instalar de forma que se mantenga la polarización adecuada del sistema.

c) Blindajes

1) Blindaje superior. Se debe instalar una cubierta metálica en la parte superior, por encima de todos los cables tipo FCC, conectores y terminales aislantes montados en el piso. El blindaje superior debe cubrir por completo todos los tendidos, esquinas, conectores y extremos del cable.

2) Blindaje inferior. Se debe instalar un blindaje inferior por debajo de todos los cables tipo FCC, conectores y terminales aislantes.

d) Conexión a otros sistemas. La alimentación de fuerza, la conexión de puesta a tierra y la conexión del sistema de blindaje entre el sistema FCC y otros sistemas de alambrado se debe hacer en un ensamble de transición identificado para tal uso.

e) Conectores de la cubierta metálica. La cubierta metálica debe estar conectada entre sí y a las cajas, los alojamientos de los contactos, los dispositivos autocontenidos y los ensambles de transición por medio de conectores de la cubierta metálica.

324-41. Cubiertas del piso. El cable tipo FCC, los conectores del cable y las terminales aislantes deben estar cubiertos con cuadros de alfombra con tamaño máximo de 1.0 m de lado. Los cuadros de alfombra que van adheridos ya deben tener el adhesivo necesario.

324-42. Dispositivos.

a) Contactos. Todos los contactos, sus alojamientos y los dispositivos autocontenidos utilizados con el sistema FCC deben estar identificados para este uso y se deben conectar al cable tipo FCC y a los blindajes metálicos. La conexión de cualquier conductor de puesta a tierra del cable tipo FCC se debe hacer al sistema de blindaje en cada contacto.

b) Contactos y alojamientos. Se permitirá, con el sistema FCC, el uso de los alojamientos de los contactos y de los dispositivos autocontenidos, diseñados para montaje en el piso o para montaje dentro de la pared o sobre ella. Los alojamientos de los contactos y los dispositivos autocontenidos deben tener medios para facilitar la entrada y la terminación del cable FCC y para conectar eléctricamente el alojamiento o el dispositivo con la cubierta metálica. Los contactos y los dispositivos autocontenidos deben cumplir con lo que se estipula en 406-4. Se permitirá instalar en un alojamiento común, las salidas de fuerza y de comunicaciones, según la Excepción 2 de 800-133(a)(1).

324-56. Empalmes y derivaciones.

a) Modificaciones en los sistemas FCC. Se permitirán modificaciones en los sistemas FCC. Se deben utilizar conectores de cable nuevos en los puntos de conexión nuevos para hacer las modificaciones. Se permitirá dejar tendidos de cables no utilizados y los conectores de cable asociados en el lugar y energizados. Todos los extremos del cable deben estar cubiertos con terminales aislantes.

b) Ensamblados de transición. Todos los ensambles de transición deben estar identificados para su uso. Cada ensamble debe tener medios que faciliten la entrada del cable tipo FCC dentro del ensamble, para conectar el cable tipo FCC a los conductores puestos a tierra, y para la conexión eléctrica del ensamble a los blindajes metálicos del cable y a los conductores de puesta a tierra del equipo.

324-60. Puesta a tierra. Todos los blindajes metálicos, cajas, alojamientos de contactos y dispositivos autocontenidos deben ser eléctricamente continuos hasta el conductor de puesta a tierra del equipo del circuito derivado alimentador. Todas estas conexiones eléctricas se deben hacer con conectores identificados para este propósito. La resistividad eléctrica de este sistema de blindaje no debe ser mayor a la de un conductor del cable tipo FCC usado en la instalación.

Parte C. Especificaciones de construcción

324-100. Construcción.

a) Cable tipo FCC. El cable tipo FCC debe estar aprobado para su uso con el sistema FCC y debe constar de tres, cuatro o cinco conductores planos de cobre, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra del equipo.

b) Blindaje.

1) Materiales y dimensiones. Todos los blindajes superiores e inferiores deben ser de diseño y de materiales identificados para tal propósito. Los blindajes superiores deben ser metálicos. Se permitirán materiales tanto metálicos como no metálicos para los blindajes inferiores.

2) Resistividad. Los blindajes metálicos deben tener áreas de sección transversal que aseguren una resistividad eléctrica no superior a la de un conductor del cable tipo FCC usado en la instalación.

324-101. Resistencia a la corrosión. Los componentes metálicos del sistema deben ser resistentes a la corrosión, estar recubiertos con materiales resistentes a la corrosión o aislados del contacto con sustancias corrosivas.

324-112. Aislamiento. El material aislante del cable debe ser resistente a la humedad y retardante de flama. Todos los materiales aislantes en los sistemas FCC deben estar identificados para tal uso.

324-120. Marcado.

a) Marcado del cable. El cable tipo FCC debe estar marcado claramente y de forma durable en ambos lados, a intervalos no mayores de 60 centímetros, con la información exigida en 310-120 (a) y con la siguiente información adicional:

- (1) Material de los conductores.
- (2) Temperatura nominal máxima.
- (3) Ampacidad.

b) Identificación del conductor. Los conductores deben estar marcados en forma clara y durable en ambos lados y en toda su longitud, tal como se especifica en 310-110.

ARTÍCULO 326**CABLE CON SEPARADOR INTEGRADO DE GAS TIPO IGS****Parte A. Generalidades**

326-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para cables con separador integrado de gas tipo IGS.

326-2. Definición.

Cable con separador integrado de gas tipo IGS. Ensamble de fábrica de uno o más conductores, cada uno aislado individualmente y encerrado en un tubo conduit flexible no metálico de ajuste con holgura, como un cable con separador integrado de gas con tensión nominal de 0 hasta 600 volts.

Parte B. Instalación

326-10. Usos permitidos. Se permitirá el cable tipo IGS para uso subterráneo, incluso directamente enterrado, de la siguiente manera:

- (1) Conductores de la acometida.
- (2) Conductores del alimentador o del circuito derivado.
- (3) Conductores de acometida subterránea.

326-12. Usos no permitidos. El cable tipo IGS no se debe usar como alambrado interior ni estar visible en contacto con edificios.

326-24. Radio de curvatura. Cuando el tubo conduit no metálico enrollable y los cables son doblados para su instalación, o se tengan que doblar o flexionar durante el transporte o instalación, el radio de curvatura medido en el interior de la curva no debe ser menor al especificado en la Tabla 326-24.

Tabla 326-24.- Radio mínimo de curvatura

Tamaño o designación del conduit		Radio mínimo
Designación métrica	Tamaño comercial	cm
53	2	60
78	3	90
103	4	115

326-26. Doblecés. Un tramo de cable de tipo IGS entre dos cajas de paso o terminaciones, no debe tener más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total), incluidos los dobleces situados inmediatamente a la entrada o salida de la caja de paso o terminación.

326-40. Accesorios. Las terminales y empalmes de los cables de tipo IGS se deben identificar como del tipo adecuado para mantener la presión del gas dentro del conduit. Cada tramo de cable y tubo conduit debe tener una válvula y una tapa para comprobar la presión del gas o inyectar gas dentro del conduit.

Tabla 326-80.- Ampacidad de los cables tipo IGS

mm ²	Tamaño o designación	Amperes	mm ²	Tamaño o designación	Amperes
-----------------	----------------------	---------	-----------------	----------------------	---------

(kcmil)			(kcmil)		
127	250	119	1267	2500	376
253	500	168	1520	3000	412
380	750	206	1647	3250	429
507	1000	238	1773	3500	445
633	1250	266	1900	3750	461
760	1500	292	2027	4000	476
887	1750	315	2154	4250	491
1013	2000	336	2280	4500	505
1140	2250	357	2407	4750	519

326-80. Ampacidad. La ampacidad del cable tipo IGS no debe superar los valores que se presentan en la Tabla 326-80.

Parte C. Especificaciones de construcción

326-104. Conductores. Los conductores deben ser barras sólidas de aluminio en paralelo, compuestos de 1 a 19 barras de 1.27 centímetros de diámetro. El tamaño mínimo de los conductores debe ser 127 mm² (250 kcmil) y el máximo 2407 mm² (4750 kcmil).

326-112. Aislamiento. El aislamiento debe ser cinta de papel kraft seco y gas de hexafluoruro de azufre (SF₆) a presión, ambos aprobados para uso eléctrico. La presión nominal del gas debe ser de 138 kPa manométrica (20 libras por pulgada cuadrada manométricas). El espesor del separador de papel debe ser el que se especifica en la Tabla 326-112.

Tabla 326-112.- Espesor del papel separador

mm ²	Tamaño o designación (kcmil)	Espesor milímetros
127 – 507	250 - 1000	1.02
633 - 2407	1250 - 4750	1.52

326-116. Tubo conduit. El tubo conduit debe ser de polietileno de media densidad, identificado como adecuado para usarse en una tubería para gas natural de diámetro nominal con designación métrica de 53, 78 o 103 (tamaño comercial 2, 3 o 4). Las dimensiones para el porcentaje de ocupación del tubo conduit se presentan en la Tabla 326-116.

El tamaño del tubo conduit permitido para cada tamaño del conductor se debe calcular para un porcentaje de ocupación que no exceda los valores de la Tabla 1 del Capítulo 10.

Tabla 326-116.- Dimensiones del conduit

Tamaño del conduit		Díámetro exterior real	Díámetro interior real
Designación métrica	Tamaño comercial	centímetros	
53	2	6	5
78	3	9	7.3
103	4	11.5	9.5

326-120. Marcado. El cable se debe marcar de acuerdo con 310-120(a), (b)(1) y(d).

ARTÍCULO 328

CABLE DE MEDIA TENSIÓN

Parte A. Generalidades

328-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción del cable de media tensión.

328-2. Definición.

Cable de media tensión. Cable individual o multiconductor, con aislamiento dieléctrico sólido, para tensiones de 2001 volts o más.

328-6. Requisitos de aprobación. Los cables Tipo MT y sus accesorios asociados deben estar aprobados.

Parte B. Instalación

328-10. Usos permitidos. Se permitirá usar los cables de media tensión en instalaciones hasta de 35 000 volts en los siguientes lugares:

- (1) En lugares secos o mojados
- (2) En canalizaciones
- (3) En charolas portacables, cuando están identificadas para tal uso, como lo especifican 392-10, 392-20(b), (c), y (d), 392-22(c), 392-30(b)(1), 392-46, 392-56, y 392-60. Se permitirá que el cable de media tensión que tiene cubierta metálica o armadura exterior, que también cumple con los requisitos para el cable tipo MC, y que está identificado como cable de "Media tensión" o "MC", se instale en charolas portacables de acuerdo con 392-10(b)(2).
- (4) Directamente enterrado, de acuerdo con 300-50.
- (5) En alambrados sostenidos por cable mensajero, según la Parte B del Artículo 396.
- (6) En tramos expuestos, de acuerdo con 300-37. Se permitirá que se instale el cable de media tensión que tiene cubierta metálica o blindaje exterior, que cumple con los requisitos para el cable tipo MC, y que está identificado como "Cable de media tensión" o "MC", en tramos expuestos de cable con cubierta metálica de acuerdo con 300-37.

NOTA: El listado de "usos permitidos" no incluye todos los usos.

328-12. Usos no permitidos. No se permitirá usar los cables de media tensión cuando estén expuestos a la luz directa del sol, a menos que estén identificados para tal uso.

328-14. Instalación. El cable de media tensión se debe instalar, terminar y probar por personal calificado.

328-30. Soporte. El cable Tipo MT que termina en un equipo o instalados en registros de paso o bóvedas deberán estar asegurados y soportados por soportes metálicos o no metálicos adecuados para soportar el peso mediante abrazaderas de cables e identificados para sujeción y soporte, u otros medios aprobados, a intervalos que no excedan 1.5 m de las terminaciones o un máximo de 1.8 m entre soportes.

328-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables de media tensión se debe determinar según lo establecido en 310-60. La ampacidad de los cables de media tensión instalados en charolas portacables se debe determinar según lo establecido en 392-80(b).

Parte C. Especificaciones de construcción

328-100. Construcción. Los cables de media tensión deben tener conductores de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre y deben cumplir lo establecido en la Tabla 310-104(c), la Tabla 310-104(d) o en la 310-104(e).

328-120. Marcado. Los cables de media tensión deben estar marcados como exige 310-120.

ARTÍCULO 330

CABLE CON ARMADURA METÁLICA TIPO MC

Parte A. Generalidades

330-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción del cable con armadura metálica tipo MC.

330-2. Definición.

Cable con armadura metálica tipo MC. Ensamble hecho en fábrica de uno o más conductores aislados, con o sin elementos de fibra óptica, encerrados en una armadura de cinta metálica entrelazada o en una cubierta metálica lisa o corrugada.

330-6. Requisitos de aprobación. Los cables Tipo MC deben estar aprobados. Los accesorios usados para conectar los cables Tipo MC a las cajas, gabinetes u otros equipos deben estar aprobados e identificados para el uso.

Parte B. Instalación

330-10. Usos permitidos.

a) Usos generales. Se permitirá utilizar cables de tipo MC en los siguientes casos:

- (1) Para acometidas, alimentadores y circuitos derivados.
- (2) Para circuitos de fuerza, alumbrado, control y señales.
- (3) En interiores y exteriores.
- (4) expuestos u ocultos.
- (5) Directamente enterrados, cuando estén identificados para ese uso.
- (6) En charolas portacables, cuando estén identificados para ese uso.
- (7) En cualquier canalización.
- (8) Como cable aéreo suspendido de un cable mensajero.
- (9) En lugares peligrosos (clasificados), cuando específicamente se permita por otros Artículos en esta NOM.
- (10) En lugares mojados cuando se provea una cubierta resistente a la corrosión sobre la cubierta metálica y se cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:
 - a. Que la cubierta metálica sea impermeable a la humedad.
 - b. Que debajo de la cubierta metálica tenga una cubierta impermeable a la humedad.
 - c. Que los conductores aislados bajo la cubierta metálica estén aprobados para uso en lugares mojados y que sobre la cubierta metálica lleve una cubierta resistente a la corrosión.
- (11) Cuando se utilizan cables de un solo conductor, todos los conductores de fase y, cuando se usa, el conductor puesto a tierra, se deben agrupar con el fin de minimizar la tensión inducida sobre el forro.

b) Usos específicos. Se permitirá la instalación del cable tipo MC según lo estipulado en las partes B y C del Artículo 725 y del 770-133, según se apliquen, y de acuerdo con 330-10(b)(1) hasta (b)(4).

1) Charolas portacables. El cable tipo MC instalado en charolas portacables debe cumplir con 392-10, 392-12, 392-18, 392-20, 392-22, 392-30, 392-46, 392-56, 392-60(c) y 392-80.

2) Directamente enterrado. El cable directamente enterrado debe cumplir con 300-5 o 300-50, según corresponda.

3) Instalado como cable de acometida. Se permitirá instalar el cable tipo MC como cable de acometida de acuerdo con 230-43.

4) Instalado en el exterior de edificios o estructuras, o como cable aéreo. El cable tipo MC instalado en el exterior de edificios o estructuras o como cable aéreo debe cumplir con lo especificado en 225-10, 396-10 y 396-12.

NOTA: El listado de "usos permitidos" no incluye todos los usos.

330-12. Usos no permitidos. Los cables de tipo MC no se deben usar bajo ninguna de las siguientes condiciones:

- (1) Cuando estén sometidos a daño físico.
- (2) Cuando estén expuestos a alguna de las condiciones corrosivas destructivas que se indican en (a) o (b), a menos que la cubierta metálica o la armadura sean resistentes a las condiciones o estén protegidos con material resistente a las condiciones:

- a. Directamente enterrados en la tierra o embebidos en concreto, a menos que estén identificados para ser enterrados directamente.
- b. Cuando estén expuestos a relleno de ceniza, cloruros fuertes, álcalis cáusticos o vapores de cloro o de ácido clorhídrico.

330-15. Instalaciones expuestas. Los tendidos de cables expuestos, excepto las que se indican en el punto 300-11 (a), deberán seguir de cerca la superficie del acabado del edificio o de los estribos. También se permite instalar los tendidos expuestos en la parte inferior de las vigas donde se soporten en cada viga y situados de manera que no se sometan a daño físico.

330-17. A través o paralelo a elementos estructurales. El cable tipo MC debe estar protegido según 300-4(a), (c) y (d) cuando se instala a través o paralelo a elementos estructurales.

330-23. En áticos accesibles. La instalación de cables de tipo MC en desvanes o espacios bajo el techo accesibles, debe cumplir lo establecido en 320-23.

330-24. Radio de curvatura. Todos los dobleces en el cable tipo MC deben hacerse de manera que el cable no sufra daños. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva no debe ser menor a lo indicado en (a) hasta (c) siguientes.

a) Forro liso.

- (1) Diez veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el diámetro exterior del cable no sea mayor de 1.90 centímetros.
- (2) Doce veces el diámetro exterior de la cubierta metálica cuando el diámetro exterior del cable sea mayor de 1.90 centímetros hasta de 3.80 centímetros.
- (3) Quince veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el diámetro exterior del cable sea mayor de 3.80 centímetros.

b) Armadura de tipo entrelazado o forro corrugado. Siete veces el diámetro exterior de la cubierta metálica.

c) Conductores blindados. Doce veces el diámetro exterior de uno de los conductores individuales, o siete veces el diámetro exterior del cable multiconductor, de estos valores el mayor.

330-30. Sujeción y soporte.

a) Generalidades. El cable tipo MC se debe sostener y sujetar con grapas, amarres para cable, abrazaderas aprobadas e identificadas para asegurar y soportar, soportes colgantes o accesorios similares, u otros medios aprobados, diseñados e instalados de modo que no se cause daño al cable.

b) Sujeción. A menos que se disponga algo diferente, los cables se deben fijar a intervalos no mayores de 1.80 metros. Los cables que tengan cuatro o menos conductores con tamaño no superior al 5.26 mm² (10 AWG) se deben sujetar a una distancia no mayor de 30 centímetros de cada caja, gabinete, accesorio u otra terminación del cable. En instalaciones verticales, debe permitirse que los cables con conductores de fase de 250 kcmil y mayores se sujeten a intervalos que no excedan de 3 m.

c) Soporte. A menos que se disponga algo diferente, los cables deben estar sostenidos en intervalos no mayores de 1.80 metros.

Los tendidos horizontales de cable tipo MC instalados en elementos estructurales de madera o metal, o medios de soporte similares se deben considerar como sostenidos y asegurados cuando dicho soporte está a intervalos que no exceden 1.80 metros.

d) Cables no soportados. Se permitirá que el cable tipo MC no esté soportado cuando cumpla con una de las siguientes condiciones:

- (1) Si el cable está tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.
- (2) No tiene más de 1.80 metros de longitud desde el último punto de soporte del cable hasta el punto de conexión a una luminaria u otro equipo eléctrico, y el cable y el punto de conexión están dentro de un plafón accesible. Para los propósitos de esta sección, se permitirán accesorios del cable tipo MC como medios de soporte del cable.
- (3) Es de tipo MC del tipo de armadura enclavada en tramos que no excedan de 900 mm desde el último punto donde está sujetado de manera segura y se usa para conectar equipos donde la flexibilidad es

necesaria para minimizar la transmisión de la vibración desde el equipo o de suministrar flexibilidad para equipos que requieran ser movidos con posterioridad a su instalación.

330-31. Conductores individuales. Cuando se utilizan cables de un solo conductor con armadura o forro no ferroso, la instalación debe cumplir con lo establecido en 300-20.

330-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables de tipo MC se debe determinar según 310-15 o 310-60 para conductores de 2.08 mm² (14 AWG) y más grandes, y según la Tabla 402-5 para conductores del 0.823 mm² (18 AWG) y el 1.31 mm² (16 AWG). La instalación no debe exceder la temperatura nominal de las terminales y del equipo.

a) Cable tipo MC instalado en charolas portables. La ampacidad del cable tipo MC instalado en charolas portables se debe determinar según 392-80.

b) Conductores tipo MC individuales agrupados. Cuando se agrupan conductores tipo MC individuales en una configuración triangular o cuadrada y se instalan en un cable mensajero o visibles, conservando un espacio de aire libre de no menos de 2.15 veces el diámetro del conductor más grande dentro de la configuración (2.15 x diámetro exterior), y las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los conductores no debe exceder la ampacidad permisible en las siguientes tablas:

- (1) Tabla 310-15(b)(20) para conductores de tensión nominal de 0 hasta 2000 volts.
- (2) Tabla 310-60(c)(67) y Tabla 310-60(c)(68) para conductores con tensión nominal de más de 2000 volts.

Parte C. Especificaciones de construcción

330-104. Conductores. Los conductores deben ser de cobre, aluminio, aluminio recubierto de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel, sólidos o trenzados. El tamaño mínimo de los conductores debe ser 0.823 mm² (18 AWG) si es de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel o 13.3 mm² (6 AWG) si es de aluminio o de aluminio recubierto de cobre.

330-108. Conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el cable tipo MC se usa para proporcionar un conductor de puesta a tierra del equipo, debe cumplir con lo establecido en 250-118(10) y 250-122.

330-112. Aislamiento. Los conductores aislados deben cumplir con lo establecido en (a) o (b) siguientes.

a) 1000 volts o menos. Los conductores aislados de tamaños 0.823 mm² (18 AWG) y 1.31 mm² (16 AWG) deben ser de alguno de los tipos presentados en la Tabla 402-3, con temperatura máxima de operación no menor a 90 °C y según lo que permite 725-49. Los conductores de tamaño superior a 1.31 mm² (16 AWG) deben ser de alguno de los tipos presentados en la Tabla 310-104(a), o de un tipo identificado para uso en cables de tipo MC.

b) Más de 1000 volts. Los conductores aislados deben ser de uno de los tipos presentados en las Tablas 310-104(c) hasta 310-104(e).

330-116. Forro. El recubrimiento metálico debe ser de uno de los siguientes tipos: cubierta metálica lisa, cubierta metálica corrugada o armadura de cinta metálica entrelazada. La cubierta metálica debe ser continua y de ajuste estrecho. Se debe usar un forro o armadura no magnética en un conductor individual tipo MC. Se permitirá el uso de protección suplementaria en forma de una cubierta externa de material resistente a la corrosión, que debe ser obligatoria cuando dicha protección sea necesaria. El forro no se debe usar como un conductor portador de corriente.

NOTA: Véase 300-6 con relación a la protección contra la corrosión.

ARTÍCULO 332

CABLE CON AISLAMIENTO MINERAL Y CUBIERTA METÁLICA TIPO MI

Parte A. Generalidades

332-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción del cable con aislamiento mineral y cubierta metálica tipo MI.

332-2. Definición.

Cable con aislamiento mineral y cubierta metálica tipo MI. Cable ensamblado en fábrica, de uno o más conductores aislados con un aislante mineral refractario altamente comprimido y encerrado en un forro continuo de cobre o de aleación de acero, hermético a los líquidos y a los gases.

332-6. Requisitos de aprobación. El cable Tipo MI y sus accesorios asociados deberán estar aprobados.

Parte B. Instalación

332-10. Usos permitidos. Se permitirá usar los cables de tipo MI en:

- (1) Para acometidas, circuitos alimentadores y circuitos derivados.
- (2) Para circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización.
- (3) En lugares secos, mojados o continuamente húmedos.
- (4) En interiores o exteriores.
- (5) Ocultos o visibles.
- (6) Recubiertos de mezcla, concreto, tierra u otro material de mampostería, sobre o debajo del suelo.
- (7) En lugares peligrosos (clasificados), cuando específicamente se permita por otros Artículos en esta NOM.
- (8) Expuestos a aceite y gasolina.
- (9) Expuestos a condiciones corrosivas que no deterioren su forro.
- (10) En tramos subterráneos, si están protegidos adecuadamente contra daños físicos y condiciones corrosivas.
- (11) Dentro o fijos a charolas portacables.

NOTA: El listado de "usos permitidos" no incluye todos los usos.

332-12. Usos no permitidos. Los cables tipo MI no se deben usar bajo las siguientes condiciones ni en los siguientes lugares:

- (1) En tramos subterráneos, a menos que estén protegidos contra el daño físico, cuando sea necesario.
- (2) Cuando estén expuestos a condiciones corrosivas y destructivas para la cubierta metálica, a menos que tengan protección adicional.

332-17. A través o paralelo a elementos estructurales. Los cables de tipo MI deben estar protegidos de acuerdo con 300-4, cuando se instalen a través o paralelos a elementos estructurales.

332-24. Radio de curvatura. Los dobleces en el cable tipo MI deben hacerse de manera que el cable no sufra daños. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva no debe ser menor a lo indicado a continuación:

- (1) Cinco veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el diámetro exterior del cable no sea mayor que 1.90 centímetros.
- (2) Diez veces el diámetro exterior de la cubierta metálica cuando el diámetro exterior del cable sea mayor de 1.90 centímetros, pero no más de 2.50 centímetros.

332-30. Sujeción y soporte. El cable tipo MI se debe sostener y sujetar con grapas, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios similares, diseñados e instalados de modo que no dañen al cable, a intervalos no mayores de 1.80 metros.

a) Tramos horizontales a través de orificios y muescas. En tramos que no sean verticales, se considerará que los cables instalados de acuerdo con 300-4 están sostenidos y sujetos cuando tales soportes estén a intervalos no mayores de 1.80 metros.

b) Cables sin soporte. Se permitirá que el cable tipo MI no tenga soporte cuando el cable esté tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.

c) Charolas portacables. Todos los cables tipo MI instalados en charolas portacables deben cumplir con lo que se estipula en 392-30(a).

332-31. Conductores individuales. Cuando se usen cables de un solo conductor, todos los conductores de fase y el conductor del neutro, cuando exista, se deben agrupar para reducir al mínimo la tensión inducida en el forro.

332-40. Cajas y accesorios.

a) Accesorios. Los accesorios utilizados para conectar los cables de tipo MI a las cajas, gabinetes u otros equipos deben estar identificados para ese uso.

b) Sellos de los extremos. En donde terminan los cables tipo MI, se debe aplicar un sello inmediatamente después de retirar el revestimiento, para prevenir la entrada de humedad en el aislamiento. Los conductores que sobresalgan del forro se deben aislar individualmente con un material aislante.

332-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables de tipo MI se debe determinar de acuerdo con 310-15. La temperatura del conductor en el accesorio del extremo sellado no debe exceder el valor nominal de temperatura del accesorio aprobado de extremo sellado, y la instalación no debe exceder la temperatura nominal de las terminales y del equipo.

a) Cable tipo MI instalado en charolas portacables. La ampacidad del cable tipo MI instalado en charolas portacables se debe determinar de acuerdo con 392-80(a).

b) Conductores tipo MI individuales agrupados. Cuando se agrupan conductores tipo MI individuales en una configuración triangular o cuadrada, tal como se exige en 332-31, y se instalan en un cable mensajero o visibles, conservando un espacio de aire libre de no menos de 2.15 veces el diámetro del conductor más grande dentro de la configuración (2.15 x diámetro exterior), y las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los conductores no debe exceder la ampacidad permisible que se indica en la Tabla 310-15(b)(17).

Parte C. Especificaciones de construcción

332-104. Conductores. Los conductores de los cables de tipo MI deben ser de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel, sólidos, con una resistencia correspondiente a los tamaños estándar AWG y kcmil.

332-108. Conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el forro exterior es de cobre, éste debe suministrar una trayectoria adecuada que sirva como conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el forro exterior es de acero, se debe proporcionar un conductor de puesta a tierra independiente.

332-112. Aislamiento. El aislamiento de los conductores de los cables de tipo MI debe ser un mineral refractario altamente comprimido que ofrezca espacio suficiente para todos los conductores.

332-116. Forro. El forro exterior debe ser de construcción continua, de modo que ofrezca protección mecánica y sello contra la humedad.

ARTÍCULO 334

CABLE CON FORRO NO METÁLICO TIPOS NM, NMC Y NMS

Parte A. Generalidades

334-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción de los cables con forro no metálico.

334-2. Definiciones.

Cable con forro no metálico. Ensamble montado en fábrica de dos o más conductores aislados y encerrados dentro de una cubierta exterior no metálica.

Tipo NM. Conductores aislados encerrados dentro de una cubierta exterior no metálica.

Tipo NMC. Conductores aislados encerrados dentro de una cubierta exterior no metálica, resistente a la corrosión.

Tipo NMS. Conductores aislados de control o de fuerza con conductores de señalización, datos y comunicaciones dentro de una cubierta exterior no metálica.

334-6. Aprobados. Los cables de los tipos NM, NMC y NMS y sus accesorios asociados deben ser aprobados.

Parte B. Instalación

334-10. Usos permitidos. Se permitirá usar los cables de tipo NM, NMC y NMS en los siguientes casos, excepto los usos no permitidos en la sección 334-12:

(1) Viviendas unifamiliares y bifamiliares y sus garajes juntos o separados, y sus edificios de almacenamiento

(2) Viviendas multifamiliares de los tipos de construcción III, IV y V.

(3) Otras estructuras de los tipos de construcción III, IV y V. Los cables deben estar ocultos dentro de paredes, pisos o plafones que proporcionen una barrera térmica, de un material con una resistencia nominal al fuego mínima de 15 minutos.

(4) Charolas portables en estructuras de los tipos III, IV o V, si el cable está identificado para ese uso.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-15(a)(3).

(5) Los tipos de construcción I y II cuando se instalen dentro de canalizaciones aprobadas para los tipos de construcción I y II.

a) Tipo NM. Se permitirá usar cables de tipo NM como sigue:

(1) Para instalaciones tanto visibles como ocultas en lugares normalmente secos, excepto lo prohibido en 334-10(3).

(2) Ser instalados o jalados con una guía en los espacios de aire en los bloques de mampostería o las paredes de azulejo.

b) Tipo NMC. Se permitirá instalar cables de tipo NMC como sigue:

(1) Para instalaciones tanto visibles como ocultas en lugares secos, húmedos, mojados o corrosivos, excepto lo prohibido en 334-10(3).

(2) En el interior y el exterior de paredes de bloque de ladrillo o azulejo.

(3) Ranuras poco profundas en ladrillo, concreto o adobe y protegidas contra clavos o tornillos por una lámina de acero de un espesor mínimo de 1.6 milímetros y recubiertas con yeso, adobe o un acabado similar.

c) Tipo NMS. Se permitirá instalar cables de tipo NMS como sigue:

(1) Para instalaciones tanto visibles como ocultas en lugares normalmente secos, excepto lo prohibido en 334-10(3).

(2) Ser instalados o jalados con una guía en los espacios de aire en los bloques de ladrillo o las paredes de azulejo.

334-12. Usos no permitidos.

a) Tipos NM, NMC y NMS. No se deben usar cables de tipo NM, NMC y NMS:

(1) En cualquier vivienda o estructura que no se permitan específicamente en 334-10(1), (2), (3) y (5).

(2) Expuestos dentro de plafones suspendidos en edificaciones que no sean viviendas unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares.

(3) Como cables de acometida.

(4) En talleres automotrices que tengan lugares peligrosos (clasificados), tal como se define en 511-3.

(5) En teatros y lugares similares, excepto lo permitido en 518-4(b).

(6) En estudios cinematográficos.

(7) En cuartos de baterías de acumuladores.

(8) En los cubos de elevadores, elevadores o escaleras móviles.

(9) Incrustados en cemento vaciado, concreto o agregado.

(10) En lugares peligrosos (clasificados), excepto que se permita específicamente en otros Artículos de esta NOM:

b) Tipos NM y NMS. No se deben instalar cables de tipo NM y NMS bajo las siguientes condiciones ni en los siguientes lugares:

(1) Cuando estén expuestos a humos o vapores corrosivos.

(2) Incrustados en ladrillo, concreto, adobe, tierra o yeso.

(3) En ranuras poco profundas en ladrillo, concreto o adobe y cubiertos con yeso, adobe u otro acabado similar.

(4) En lugares mojados o húmedos.

(Continúa en la Cuarta Sección)