

## SEXTA SECCION

### SECRETARIA DE ENERGIA

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

(Viene de la Quinta Sección)

**b) Instalación.** Cuando se utilicen cordones flexibles, éstos deben cumplir con todas las condiciones siguientes:

- (1) Ser de un tipo aprobado para uso extra rudo;
- (2) Contener adicionalmente a los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra que cumpla con la sección 400-23;
- (3) Estar sujetos por abrazaderas u otros medios adecuados, de manera que no se ejerza tensión mecánica sobre las terminales de conexión;
- (4) En lugares de la División 1 y División 2 donde se requiere que las cajas, guarniciones o envoltentes sean a prueba de explosión, el cordón debe terminar con un conector o enchufe aprobado para su uso en esos lugares o un cordón conector instalado con un sello aprobado para ese uso. En lugares División 2 donde no se requiere equipo a prueba de explosión, el cordón debe terminar con un conector o enchufe aprobado para su uso en esos lugares.
- (5) Ser de longitud continua. Cuando aplique (a)(5) de esta sección, los cordones deben ser continuos desde la fuente de energía hasta el ensamble portátil temporal y del ensamble portátil temporal hasta el equipo de utilización.

**NOTA:** Para los cordones flexibles expuestos a líquidos que tienen efectos nocivos sobre el aislamiento de los conductores, ver 501-20.

#### **501-145. Contactos y clavijas, Clase I, Divisiones 1 y 2.**

**a) Contactos.** Los contactos deben formar parte del cableado de un establecimiento, excepto según lo permitido en la sección 501-140(a).

**b) Clavijas de conexión.** Las clavijas de conexión deben ser del tipo que permita la conexión de un cordón flexible con el conductor de puesta a tierra del equipo y deben estar identificadas para su uso en esos lugares.

#### **501-150. Sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones**

**a) Clase I, División 1.** En las áreas Clase I, División 1, todos los aparatos y equipos de los sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones, cualquiera que sea su tensión, deben estar aprobados para áreas Clase I, División 1 y todo el alambrado debe cumplir con lo indicado en 501-10(a), 501-15(a) y 501-15(c).

**b) Clase I, División 2.** En las áreas Clase I, División 2, los sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones deben cumplir con (1) a (4) siguientes:

**1) Contactos.** Los desconectadores, interruptores automáticos, y contactos de cierre y apertura de estaciones de botones, relevadores, campanas y sirenas, deben estar en envoltentes aprobadas para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en 501-105(a).

**Excepción:** Se permiten envoltentes de uso general si los contactos de interrupción de corriente son alguno de los siguientes:

- (1) Sumergidos en aceite; o
- (2) Encerrados en cámaras herméticamente selladas contra la entrada de gases o vapores; o
- (3) En circuitos no incendiarios; o
- (4) Parte de un componente no incendiario.

**2) Resistencias y equipo similar.** Las resistencias, dispositivos resistores, tubos electrónicos, rectificadores y equipo similar deben cumplir con 501-105(b)(3).

**3) Protectores.** Se deben instalar envolventes para los dispositivos de protección contra descargas por rayos y para los fusibles. Se permite que tales envolventes sean del tipo de uso general.

**4) Alambrado y sellado.** Todo el alambrado debe cumplir con 501-10(b) y 501-15(b) y 501-15(c).

## ARTÍCULO 502

### ÁREAS CLASE II

#### Parte A. Generalidades

**502-1. Alcance.** El Artículo 502 trata de los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico y para el alambrado para todas las tensiones en lugares Clase II, División 1 y 2 donde puede haber riesgo de incendio o explosión debido a polvos combustibles.

**502-5. Equipo a prueba de explosión.** En lugares Clase II no se exigirán ni serán aceptables el equipo y el alambrado a prueba de explosión, a menos que también estén identificados para esos lugares.

**502-6. Zona del equipo.** El equipo aprobado y marcado de acuerdo con 506-9(c)(2) para lugares Zona 20 se permitirá para lugares Clase II, División 1 para la misma atmósfera polvosa y con una clase de temperatura adecuada.

El equipo aprobado y marcado de acuerdo con 506-9(c)(2) para lugares Zona 20, 21 o 22 se debe permitir para lugares Clase II, División 2 para la misma atmósfera polvosa y con una clase de temperatura adecuada.

#### Parte B. Alambrado

**502-10. Métodos de alambrado.** Los métodos de alambrado deben cumplir con (a) o (b) siguientes.

##### a) Clase II, División 1.

**1) Generalidades.** En los lugares Clase II, División 1, se permitirán los métodos de alambrado indicados en los numerales (1) hasta 5):

- (1) Tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado.
- (2) Cable del tipo MI con accesorios terminales aprobados para esos lugares. Los cables del tipo MI se deben instalar y sostener de modo que se eviten esfuerzos mecánicos en los accesorios terminales.
- (3) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas proporcionen servicio a la instalación, se permitirán cables de los tipos MC y MC-HL aprobados para uso en lugares Clase II, División 1, con una armadura metálica continua corrugada y hermética al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado, unos conductores de puesta a tierra de equipos separados de acuerdo con 250-122, y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación.
- (4) Debe permitirse la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en canalizaciones, de acuerdo con lo establecido en la sección 502-10(a). Los cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 502-15.
- (5) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personas calificadas atienden la instalación, cable tipo ITC-HL con recubrimiento metálico continuo y corrugado y un recubrimiento total de material polimérico adecuado y terminado con accesorios adecuados para la aplicación e instalados de acuerdo con el artículo 727.

**2) Conexiones flexibles.** Cuando sea necesario utilizar conexiones flexibles, se permitirá uno o más de los siguientes elementos:

- (1) Conectores flexibles herméticos al polvo.
- (2) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.
- (3) Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.
- (4) Cable del tipo MC y MC-HL con armadura entrelazada que tenga cubierta externa de un material polimérico adecuado y con accesorios terminales aprobados para lugares Clase II, División I.
- (5) Cordones flexibles aprobados para uso extra rudo y provistos de conectores de cordones herméticos al polvo. Cuando se utilicen cordones flexibles, éstos deben cumplir lo establecido en 502-140.
- (6) Para uso en ascensores, un cable para ascensores identificado para tal fin, del Tipo EO, ETP o ETT, especificado en la columna "uso" de la tabla 400-4 para "lugares (clasificados como) peligrosos" y terminados con accesorios herméticos al polvo.

**NOTA:** Para los requisitos de puesta a tierra cuando se usa tubo conduit flexible, ver 502-30 (b).

- 3) Cajas y accesorios.** Los accesorios y cajas deben estar equipados con refuerzos roscados para la conexión al tubo conduit o a las terminales de los cables y deben ser herméticas al polvo. Los accesorios y cajas en los que se hagan derivaciones, empalmes o conexiones, o que se utilicen en lugares del grupo E, deben estar identificados para lugares Clase II.

**b) Clase II División 2.**

**1) Generalidades.** En lugares Clase II, División 2, se permitirán los siguientes métodos de alambrado:

- (1) Todos los métodos de alambrado permitidos en 502-10(a).
- (2) Tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubería metálica eléctrica, canalizaciones herméticas al polvo.
- (3) Cables del tipo MC o MC-HL o MI con accesorios terminales aprobados.
- (4) Cables del tipo PLTC y cables del tipo PLTC-ER de acuerdo con lo previsto en el Artículo 725 incluyendo la instalación en charolas portacables, el cable debe estar terminado con accesorios aprobados.
- (5) Cables del tipo ITC y cables del tipo ITC-ER de acuerdo con lo permitido en 727-4 y terminados con accesorios aprobados.
- (6) Cables de los tipos MC, MI o TC deben ser instalados con cualquiera de los siguientes métodos de instalación: en una sola capa en charolas portacables de los tipos de escalera, ventilada o de canal ventilado, con un espacio entre dos cables adyacentes no menor al diámetro del cable más grueso.
- (7) En establecimientos industriales con acceso restringido al público donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que únicamente personas calificadas dan servicio a la instalación y donde la tubería conduit metálica no proporciona suficiente resistencia a la corrosión se permite el uso de tubo conduit reforzado de resina termoajustable (RTRC), codos de fábrica y accesorios aprobados, todos marcados con el sufijo -XW y tubo conduit de PVC Cédula 80, codos de fábrica y accesorios aprobados.
- (8) Debe permitirse la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en bandejas portacables o cualquier otra canalización, de acuerdo con lo establecido en la sección 502-10(b). Los cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 502-15.
- (9) Canalizaciones prealambradas.

**Excepción a (6):** Se permitirá instalar el cable del tipo MC o MC-HL aprobado para uso en lugares Clase II División 1, sin las separaciones exigidas en (6).

**2) Conexiones flexibles.** Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles, se deben aplicar las disposiciones de 502-10(a)(2).

**3) Alambrado no incendiario instalado en campo.** Se permitirá alambrado no incendiario instalado en campo con cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control, se permitirán en un circuito de alambrado no incendiario instalado en campo siempre que el aparato sencillo no interconecte el circuito de alambrado no incendiario instalado en campo con ningún otro circuito.

**NOTA:** El aparato sencillo se define en el Artículo 100.

Los circuitos separados de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

- (1) En cables separados.
- (2) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de una armadura metálica puesta a tierra.
- (3) En cables multiconductores o canalizaciones donde los conductores de cada circuito tienen aislamiento con espesor mínimo de 0.25 milímetros.

**4) Cajas y accesorios.** Todas las cajas y accesorios deben ser herméticos al polvo.

**502-15. Sellado en Clase II, Divisiones 1 y 2.** Cuando una canalización proporcione comunicación entre una envolvente que debe ser a prueba de ignición de polvo con otra que no lo es, se deben instalar los medios adecuados para evitar la entrada de polvo, a través de la canalización, en la envolvente a prueba de ignición de polvo. Se permitirá utilizar uno de los siguientes medios:

- (1) Un sello eficaz y permanente.
- (2) Una canalización horizontal de longitud no inferior a 3.00 metros.
- (3) Una canalización vertical de longitud no inferior a 1.50 metros que se extienda hacia abajo desde la envolvente a prueba de ignición de polvo.
- (4) Una canalización instalada de manera equivalente a (2) o (3) que se prologue sólo horizontalmente y hacia abajo desde la envolvente a prueba de ignición de polvo.

No se exigirán sellos cuando una canalización proporcione comunicación entre una envolvente que deba ser a prueba de ignición de polvo con otra ubicada en un lugar no clasificado.

Los accesorios de sellado deben ser accesibles.

No se exigirá que los sellos sean a prueba de explosión.

**NOTA:** Un método de sellado es la masilla para sellado eléctrico.

**502-25. Partes expuestas sin aislar en lugares Clase II, Divisiones 1 y 2.** No debe haber partes expuestas no aisladas tales como conductores, barras, terminales o componentes que funcionen a más de 30 volts (15 volts en lugares mojados). Estas partes se deben proteger adicionalmente con una técnica de protección de acuerdo con 500-7(e), (f) o (g) que sea adecuada para el lugar.

**502-30. Puesta a tierra y unión en lugares Clase II, Divisiones 1 y 2.** Independientemente de la tensión del sistema eléctrico el alambrado y el equipo en lugares Clase II, División 1 y 2 deben estar puestos a tierra según se especifica en el Artículo 250 y de acuerdo con los requisitos (a) y (b) siguientes.

**a) Unión.** No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares Clase II y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

**Excepción:** Los medios específicos de unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor puesto a tierra del circuito y el conductor del electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, como se especifica en 250-32(b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicada en el lado carga del medio de desconexión.

**b) Tipos de conductores para puesta a tierra de equipos.** Los tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos deben incluir un puente de unión de equipo tipo alambre, cumpliendo con 250-102.

**Excepción:** En lugares Clase II, División 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Se usa tubo conduit metálico flexible aprobado hermético a los líquidos de 1.80 metros o menos de longitud, con los accesorios para puesta a tierra.
- (2) La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperes o menos.
- (3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

**502-35. Protección contra tensiones transitorias en lugares Clase II, Divisiones 1 y 2.** Los apartarrayos y los dispositivos de protección contra tensiones transitorias instalados en lugares Clase II, División 1 deben estar en envolventes adecuadas. Los capacitores de protección contra tensiones transitorias deben ser de un tipo diseñado para ese servicio específico.

### Parte C. Equipo

#### 502-100. Transformadores y capacitores

**a) Áreas Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, los transformadores y capacitores deben cumplir con (1) a (3) siguientes:

**1) Cuando contengan líquido que pueda arder.** Los transformadores y capacitores que contengan líquido que pueda arder deben instalarse solamente en bóvedas aprobadas, que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48 y además de los siguientes:

- (1) Las puertas u otras aberturas que comuniquen con el área División 1, deben tener a ambos lados de la pared puertas cortafuegos de cierre automático y las puertas deben estar ajustadas cuidadosamente y equipadas con sellos adecuados (por ejemplo, cinta para la intemperie), para reducir al mínimo la entrada de polvo a la bóveda.
- (2) Las aberturas y ductos de ventilación se deben comunicar sólo con el aire exterior, y

(3) Debe haber aberturas adecuadas para alivio de presión, que comuniquen con el aire exterior.

**2) Cuando no contengan líquido que pueda arder.** Los transformadores y los capacitores que no contengan líquido que pueda arder deben instalarse en bóvedas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48, o ser de un tipo aprobado para áreas Clase II como un ensamble completo, incluyendo sus terminales de conexión.

**3) Grupo E.** No se deben instalar transformadores o capacitores en lugares Clase II, División 1, Grupo E.

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, los transformadores y capacitores deben cumplir con (1) a (3) siguientes:

**1) Cuando contengan líquido que pueda arder.** Los transformadores y capacitores que contengan un líquido que pueda arder, deben instalarse en bóvedas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48.

**2) Cuando contengan bifenilos policlorados (askarel).** Véase 450-25.

**3) Transformadores de tipo seco.** Los transformadores de tipo seco se deben instalar en bóvedas, o deben tener sus devanados y terminales de conexión encerrados en cajas metálicas herméticas sin ventilación o alguna otra abertura y operar a tensiones eléctricas que no excedan de 600 volts.

#### **502-115. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles**

**a) Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles, incluyendo las estaciones de botones, relevadores y dispositivos similares deben estar provistos con envolventes identificadas para esos lugares.

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, las envolventes para fusibles, desconectadores, interruptores automáticos y controladores de motores, incluyendo pulsadores, relevadores y otros dispositivos similares, deben ser herméticas al polvo o de cualquier manera identificados para esos lugares.

#### **502-120. Transformadores de control y resistencias**

**a) Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, los transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y las resistencias, así como cualquier dispositivo de sobrecorriente o mecanismo de desconexión asociado con ellos, deben estar provistos con envolventes identificadas para esos lugares.

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, los transformadores y las resistencias, deben cumplir con (1) a (3) siguientes:

**1) Mecanismos de desconexión.** Los mecanismos de desconexión (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente) asociados con transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias, deben estar en envolventes herméticas al polvo o de cualquier manera identificadas para su uso en esos lugares.

**2) Bobinas y devanados.** Los transformadores de control, solenoides y bobinas de impedancia que no estén encerrados en la misma envolvente que los mecanismos de desconexión, deben estar en envolventes metálicas herméticas sin orificios de ventilación o se deben instalar en envolventes herméticas al polvo o de cualquier manera identificadas para su uso en esos lugares.

**3) Resistencias.** Las resistencias y dispositivos con resistencias deben estar en envolventes a prueba de ignición de polvo, que son herméticas al polvo o de cualquier manera identificadas para su uso en esos lugares.

#### **502-125. Motores y generadores**

**a) Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con cualquiera de las condiciones siguientes:

- (1) Estar identificados para el lugar.
- (2) Estar totalmente encerrados y ventilados mediante tuberías.

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben ser: totalmente encerrados sin ventilación, totalmente encerrados con tuberías de ventilación, totalmente encerrados enfriados por agua y aire, totalmente encerrados enfriados por ventilador o a prueba de ignición de polvo, cuya temperatura exterior máxima a plena carga cumpla con lo indicado en 500-8(d)(2) en operación normal al aire libre (libre de polvo acumulado) y no deben tener aberturas externas.

**Excepción:** Si se considera que la acumulación de polvo no conductor ni abrasivo es pequeña, y si la maquinaria es de fácil acceso para su limpieza y mantenimiento de rutina, se pueden instalar:

- (1) Máquinas normalizadas del tipo, abierto, sin contactos deslizantes ni mecanismos centrífugos de desconexión o de otro tipo (incluyendo dispositivos de sobrecorriente, de sobrecarga y sobretemperatura) o dispositivos con resistencias integradas.

- (2) Máquinas normalizadas de tipo abierto con los contactos, los mecanismos de desconexión o dispositivos de resistencia, encerrados dentro de alojamientos herméticos al polvo sin ventilación u otras aberturas.
- (3) Motores autolimpiantes del tipo de jaula de ardilla para uso textil.
- (4) Máquinas con rodamientos sellados, rodamientos aislados y sellos.

**502-128. Tuberías de ventilación.** Las tuberías de ventilación de motores, generadores u otras máquinas eléctricas rotatorias o de envolventes de equipo eléctrico, deben ser de lámina metálica de espesor no menor que 0.5 milímetros o de otro material igualmente no combustible y deben cumplir con lo siguiente:

- (1) Conducir directamente a una fuente de aire limpio fuera del local;
- (2) Tener rejillas en los extremos exteriores para impedir la entrada de pájaros y animales pequeños, y
- (3) Estar protegidos contra daños materiales, contra la oxidación y demás influencias corrosivas.

Las tuberías de ventilación deben cumplir también con las siguientes condiciones (a) y (b):

**a) Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, las tuberías de ventilación y sus conexiones a los motores o a las envolventes a prueba de ignición de polvo para otros equipos o aparatos, deben ser herméticas al polvo en toda su longitud. En las tuberías metálicas, las costuras y uniones deben cumplir con una de las condiciones siguientes:

- (1) Estar remachadas y soldadas;
- (2) Estar atornilladas y soldadas;
- (3) Estar soldadas, o
- (4) Ser herméticas al polvo por cualquier otro medio igualmente efectivo.

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, las tuberías de ventilación y sus conexiones deben ser lo suficientemente herméticas como para impedir la entrada de cantidades apreciables de polvo al interior del equipo ventilado o envolvente, así como impedir el escape de chispas, llamas o materiales en combustión que puedan encender las acumulaciones de polvo o materiales combustibles en las cercanías. En las tuberías metálicas pueden utilizarse costuras plegadas y uniones remachadas o soldadas, y donde se necesite cierta flexibilidad, como en las conexiones a los motores eléctricos, se deben usar juntas deslizantes herméticamente ajustadas.

#### **502-130. Luminarias.**

**a) Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, las luminarias fijas y portátiles deben cumplir con (1) a (4) siguientes:

**1) Marcado.** Cada luminaria debe estar identificada para el lugar y estar claramente marcada para indicar el tipo y el voltaje máximo de la lámpara para la cual fue diseñada.

**2) Daños físicos.** Cada luminaria debe estar protegida contra daños físicos por medio de una guarda adecuada, o por su propia ubicación.

**3) Luminarias colgantes.** Las luminarias colgantes deben estar suspendidas por medio de tramos de tubo conduit metálico roscado tipo pesado o semipesado, por cadenas con accesorios aprobados, o por otros dispositivos también aprobados. En tramos rígidos de tubo conduit de más de 30 centímetros de longitud, debe añadirse un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no mayor que 30 centímetros sobre la parte inferior del tramo de tubo o debe darse la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, colocado a no más de 30 centímetros desde el punto de fijación hasta la caja del accesorio de soporte. Las uniones roscadas deben estar dotadas de tornillos de fijación u otros medios efectivos para evitar que se aflojen. Cuando el alambreado ubicado entre la caja o accesorio de salida y la luminaria colgante no vaya en un tubo, debe utilizarse cordón flexible aprobado para uso rudo, de acuerdo con 502-10(a)(2)(5). No debe utilizarse el cordón flexible como medio de soporte de la luminaria.

**4) Soportes.** Las cajas, ensambles de cajas o accesorios utilizados para soporte de las luminarias deben estar aprobados para áreas Clase II.

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, las luminarias deben cumplir con (1) a (5) siguientes:

**1) Equipo portátil de alumbrado.** El equipo portátil de alumbrado debe estar identificado para el lugar y debe estar marcada claramente la potencia máxima de la lámpara para la cual fue aprobada.

**2) Alumbrado fijo.** Las luminarias para alumbrado fijo deben tener envoltentes herméticas al polvo o bien, identificadas para el lugar. Cada luminaria debe estar claramente marcada para indicar la potencia máxima en watts de la lámpara que puede utilizarse sin que se exceda la temperatura de la superficie expuesta según lo indicado en 500-8(d)(2), bajo condiciones normales de operación.

**3) Daños físicos.** Las luminarias para alumbrado fijo deben estar protegidas contra daño físico con guardas adecuadas o por su propia ubicación.

**4) Luminarias colgantes.** Las luminarias colgantes deben suspenderse por medio de tramos de tubo conduit metálico tipo pesado o semipesado, por cadenas con accesorios aprobados, o por otros dispositivos también aprobados. En tramos de tubo conduit de más de 30 centímetros debe añadirse un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no mayor que 30 centímetros sobre la parte inferior del tramo de tubo, o se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, debe colocarse a no más de 30 centímetros desde el punto de fijación a la caja o a los accesorios de soporte. Cuando el alumbrado entre la caja o los accesorios de salida y la luminaria no esté dentro de un tubo, se permitirá utilizar cordón flexible aprobado para uso rudo si está terminado con un conector aprobado que mantenga la técnica de protección. No debe utilizarse el cordón flexible como medio de soporte de la luminaria.

**5) Lámparas de descarga eléctrica.** El equipo de arranque y control de las lámparas de descarga eléctrica debe cumplir con lo indicado en 502-120(b).

#### **502-135. Equipo de utilización**

**a) Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, todo el equipo de utilización debe estar identificado para el lugar.

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, todo el equipo de utilización debe cumplir con (1) a (4) siguientes:

**1) Calefactores.** El equipo de utilización calentado eléctricamente debe estar identificado para el lugar.

**Excepción:** El panel de calefacción radiante con envoltente metálica debe ser hermético al polvo y marcado de acuerdo con lo establecido en 500-8(c).

**2) Motores.** Los motores de equipo de utilización deben cumplir con lo indicado en 502-125(b).

**3) Desconectores, interruptores automáticos y fusibles.** Las envoltentes para desconectores, interruptores automáticos y fusibles deben cumplir con 502-115(b).

**4) Transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias.** Los transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias deben cumplir con lo indicado en 502-120(b).

#### **502-140. Cordones flexibles - Clase II, Divisiones 1 y 2.**

**a) Usos permitidos.** Los cordones flexibles utilizados en áreas Clase II deben cumplir todo lo siguiente:

- (1) Para la conexión entre equipos de iluminación portátiles u otros equipos de utilización de energía portátiles y la parte fija de su circuito de alimentación. El cordón flexible debe estar adosado al equipo de utilización con un conector de cordones adecuado para la técnica de protección del compartimiento del cableado del equipo. Debe emplearse una clavija de conexión que cumpla con lo establecido en la sección 502-145.
- (2) Donde en la sección (502-10)(a)(2) se permita el uso de un cordón flexible para equipos de utilización eléctrica móviles; donde el cordón flexible esté protegido por la ubicación o por un medio de protección contra daños adecuado y sólo en un establecimiento industrial donde las condiciones de mantenimiento y supervisión de la ingeniería garanticen que sólo personas calificadas efectúen la instalación y presten los correspondientes servicios.
- (3) Para bombas eléctricas sumergibles con medios para su retiro sin entrar en el foso mojado. Debe permitirse la extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre el foso mojado y la fuente de alimentación.
- (4) Para mezcladores eléctricos previstos para entrar y salir de tanques o recipientes de mezcla de tipo abierto.
- (5) Para ensambles portátiles temporales que consistan en contactos, interruptores u otros dispositivos que no sean considerados equipos de utilización portátiles, pero que sean individualmente adecuados para la ubicación.

**b) Instalación.** Donde se usen cordones flexibles, los cordones deben cumplir con todo lo descrito a continuación:

- (1) Ser de un tipo aprobado para uso extra rudo

**Excepción:** Cordones flexibles aprobados para uso rudo, como se permite en 502-130(a)(3) y (b)(4).

- (2) Contener, además de los conductores de circuito, un conductor de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 400-23
- (3) Estar soportados por abrazaderas u otros medios adecuados, de tal manera que evite tensión mecánica en las terminales de conexión;
- (4) En lugares División 1, el cordón debe terminar con un conector aprobado para el lugar o un conector de cordón aprobado instalado con un sello aprobado para el lugar. En lugares División 2 el cable deberá estar terminado con un conector a prueba de polvo.
- (5) Ser de una longitud continua. Donde se aplique lo establecido en la sección 502-140(a)(5), los cordones deben ser de longitud continua desde la fuente de alimentación hasta el ensamble portátil temporal y desde el ensamble portátil temporal hasta el equipo de utilización.

**502-145. Contactos y clavijas.** Los contactos y clavijas de conexión deben estar identificados para el lugar.

**a) Clase II, División 1.**

(1) **Contactos.** En las áreas Clase II, División 1, los contactos deben ser parte del cableado del establecimiento.

(2) **Clavijas de conexión.** Las clavijas deben ser del tipo que provea una conexión para el conductor de puesta a tierra del equipo del cordón flexible.

**b) Clase II, División 2.**

(1) **Contactos.** En las áreas Clase II, División 2, los contactos y clavijas deben ser parte del cableado del establecimiento.

(2) **Clavijas de conexión.** Las clavijas de conexión deben ser del tipo que provea una conexión al conductor de puesta a tierra del equipo del cordón flexible.

**502-150. Sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores.**

**NOTA:** Véase el Artículo 800 para los requisitos que rigen la instalación de circuitos de comunicaciones.

**a) Clase II, División 1.** En las áreas Clase II, División 1, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y sistemas de comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con las condiciones (1) hasta (3) siguientes:

**1) Contactos.** Los interruptores, interruptores automáticos, relevadores, contactores, fusibles y los contactos que interrumpen corriente de campanas, altavoces y sirenas, así como los demás dispositivos en los cuales puedan producirse chispas o arcos, deben estar encerrados en envoltentes identificadas para el lugar.

**Excepción:** Cuando los contactos de apertura estén sumergidos en aceite o cuando la interrupción de la corriente se produce dentro de una cámara sellada contra la entrada de polvo, las envoltentes pueden ser del tipo para uso general.

**2) Resistencias y equipo similar.** Las resistencias, transformadores, bobinas, rectificadores, válvulas electrónicas y demás equipo o aparatos generadores de calor, deben estar encerrados en envoltentes identificadas para el lugar.

**Excepción:** Cuando las resistencias o equipo similar estén sumergidos en aceite, o contenidos en una cámara sellada a prueba de entrada de polvo, las envoltentes pueden ser del tipo de uso general.

**3) Maquinarias rotatorias.** Los motores, generadores y demás maquinarias rotatorias eléctricas deben cumplir con 502-125(a).

**b) Clase II, División 2.** En las áreas Clase II, División 2, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y sistemas de comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con las condiciones (1) hasta (4) siguientes:

**1) Contactores.** Los contactores deben cumplir con lo indicado en 502-150(a)(1) o estar instalados dentro de envoltentes herméticas al polvo o bien identificados para el lugar.

**Excepción:** En los circuitos no inflamables se permite el uso de envoltentes de uso general.

**2) Transformadores y equipos similares.** Los devanados y las terminales de conexión de los transformadores, bobinas y equipos similares deben cumplir con 502-120(b)(2).

**3) Resistencias y equipo similar.** Las resistencias, dispositivos de resistencia, tubos electrónicos, rectificadores y equipo similar deben cumplir con 502-120(b)(3).

**4) Máquinas rotatorias.** Los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con lo indicado en 502-125(b).

## ARTÍCULO 503

### ÁREAS CLASE III

#### Parte A. Generalidades

**503-1. Alcance.** El Artículo 503 trata de los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico y para el alambrado, para todas las tensiones en lugares Clase III, División 1 y 2 donde puedan existir riesgos de incendio o explosión debido a fibras/pelusas inflamables.

**503-5. Generalidades.** El equipo instalado en áreas Clase III debe ser capaz de operar a plena carga sin desarrollar en su superficie una temperatura capaz de causar una deshidratación excesiva o carbonización gradual de fibras o pelusas acumuladas. Los materiales orgánicos carbonizados o excesivamente secos tienen una alta probabilidad de encenderse por combustión espontánea. La máxima temperatura en la superficie bajo condiciones de operación no debe exceder de 165 °C para equipo no sujeto a sobrecargas, y 120 °C para equipo (tales como motores y transformadores) que puedan sobrecargarse. En un lugar de Clase III, División I, la temperatura de funcionamiento debe ser la temperatura de los equipos cuando estén cubiertos con la máxima cantidad de polvo (simulación de fibras/partículas suspendidas) que pueda acumularse sobre el equipo.

**503-6. Zona del equipo.** El equipo aprobado y marcado de acuerdo con 506-9(c)(2) para lugares Zona 20 y con una clase de temperatura no mayor que T120 °C (para equipo que puede ser sobrecargado) o no mayor que T165 °C (para equipo no sujeto a sobrecargas) se permitirán para lugares Clase III, División 1.

El equipo aprobado y marcado de acuerdo con 506-9(c)(2) para lugares Zona 20, 21 o 22 y con clase de temperatura no mayor que T120 °C (para equipo que pueda ser sobrecargado) o no mayor que T165 °C (para equipo no sujeto a sobrecargas) se permitirán en lugares Clase III, División 2.

#### Parte B. Alambrado

**503-10. Métodos de alambrado.** Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en 503-10(a) o (b) siguientes:

##### a) Clase III, División 1.

**1) Generalidades.** En lugares Clase III, División 1, el método de alambrado debe estar de acuerdo con (1) a (4) siguientes:

- (1) Tubo conduit metálico pesado, Tipo PVC, Tipo RTRC, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico ligero, canalizaciones herméticas al polvo o cables del tipo MC o MC-HL o MI con accesorios terminales aprobados.
- (2) Cable Tipo PLTC y cable Tipo PLTC-ER de acuerdo con lo previsto en el Artículo 725 incluyendo la instalación en charolas portacables. El cable debe terminarse con accesorios aprobados.
- (3) Cable Tipo ITC y cable Tipo ITC-ER como está permitido en 727-4 y terminado con accesorios aprobados.
- (4) Cables de los tipos MC, MI, TC o TCR deben ser instalados con cualquiera de los siguientes métodos de instalación: en una sola capa en charolas portacables de los tipos de escalera, ventilada o de canal ventilado, con un espacio entre dos cables adyacentes no menor al diámetro del cable más grueso.

**Excepción para (4):** Se puede permitir instalar el Cable Tipo MC o MC-HL aprobado para uso en lugares Clase II, División I, sin el espacio requerido en (a)(1)(4) anterior.

- (5) Canalizaciones prealambradas

**2) Cajas y accesorios.** Todas las cajas y accesorios deben ser herméticas al polvo.

**3) Conexiones flexibles.** Donde es necesario emplear conexiones flexibles, se permite uno o más de las siguientes:

- (1) Conectores flexibles herméticos al polvo,
- (2) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados,
- (3) Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados,
- (4) Cable con armadura metálica tipo MC o MC-HL con cubierta metálica o de material polimérico e instalado con terminaciones a prueba de polvo.
- (5) Cordones flexibles de conformidad con 503-140.

**NOTA:** Véase 503-30(b) para los requisitos de puesta a tierra cuando se utiliza tubo conduit flexible.

(6) Para uso en ascensores, un cable para ascensores identificado para tal fin, del Tipo EO, ETP o ETT, especificado en la columna "uso" de la tabla 400-4 para "lugares (clasificados como) peligrosos" y terminados con accesorios herméticos al polvo.

**4) Alambrado no incendiario instalado en campo.** Se permitirá el alambrado no incendiario instalado en campo con cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control se permitirán en un circuito de alambrado no incendiario instalado en campo siempre que el aparato sencillo no interconecte el circuito de alambrado no incendiario instalado en campo con ningún otro circuito.

**NOTA:** El aparato sencillo se define en el Artículo 100.

Los circuitos separados de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

- (1) En cables separados.
- (2) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de una armadura metálica puesta a tierra.
- (3) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito tienen aislamiento con un espesor mínimo de 0.25 milímetros.

**b) Clase III, División 2.** En las áreas Clase III, División 2, el método de alambrado debe cumplir con el inciso (a) anterior.

**Excepción:** En las secciones, compartimentos, o áreas utilizadas solamente para almacenamiento y que no contengan maquinaria, puede utilizarse alambrado de línea abierta sobre aisladores de acuerdo con lo indicado en el Artículo 398, pero solamente a condición de que exista una protección como la requerida en 398-15(c) cuando los conductores no vayan por espacios en el techo y estén fuera del alcance de fuentes que puedan causar daños físicos.

**503-25. Partes expuestas sin aislar en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2.** No debe haber partes expuestas no aisladas tales como conductores, barras conductoras, terminales o componentes que funcionen a más de 30 volts (15 volts en lugares mojados). Estas partes se deben proteger además con una técnica de protección de acuerdo con 500-7(e), (f) o (g) que sea adecuada para el lugar.

**Excepción:** Lo especificado en 503-155.

**503-30. Puesta a tierra y unión en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2.** Independientemente de la tensión del sistema eléctrico el alambrado y el equipo en lugares Clase III, División 1 y 2 deben estar puestos a tierra según se especifica en el Artículo 250 y de acuerdo con los requisitos adicionales de (a) y (b) siguientes.

**a) Unión.** No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes para unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios para unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envoltentes, etc., que intervienen entre los lugares Clase III y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

**Excepción:** Los medios específicos para unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor del electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, tal como se especifica en 250-32 (b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicada en el lado carga del medio de desconexión.

**b) Tipos de conductores para puesta a tierra de equipos.** Los tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos deben incluir un puente de unión y cumplir con 250-102.

**Excepción:** En lugares Clase III, Divisiones 1 y 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Se usa tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos de 1.80 metros o menos de longitud, con los accesorios aprobados para puesta a tierra.
- (2) La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperes o menos.
- (3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

#### **Parte C. Equipo**

**503-100. Transformadores y capacitores en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2.** Los transformadores y capacitores deben cumplir lo establecido en 502-100(b).

**503-115. Desconectores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles Clase III, Divisiones 1 y 2.** Los desconectores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluyendo estaciones de botones, relevadores y dispositivos similares, deben estar en envoltentes herméticos al polvo.

**503-120. Transformadores de control y resistencias, en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2.** Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizadas como o en conjunto con equipos de control para motores, generadores y otros aparatos deben estar en envoltentes herméticos al polvo conforme con las limitaciones de temperatura indicadas en 503-5.

**503-125. Motores y generadores en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2.** En áreas Clase III, Divisiones 1 y 2, los motores, generadores y otras máquinas rotatorias deben ser totalmente encerradas no ventiladas, totalmente encerradas con tubería de ventilación, o totalmente encerradas enfriadas por ventilador.

**Excepción:** En áreas donde sólo se dé una moderada acumulación de pelusas sobre, dentro o en la vecindad de una máquina eléctrica rotatoria, y donde dicha máquina sea de fácil acceso para limpieza y mantenimiento de rutina, se permite cualquiera de los siguientes:

- (1) Motores autolimpiantes tipo jaula de ardilla para uso en textiles.
- (2) Motores normales del tipo abierto sin contactos deslizantes u otro tipo de mecanismo de conmutación, incluyendo dispositivos de sobrecarga para el motor.
- (3) Motores normales del tipo abierto con contactos, tales como mecanismos de conmutación o dispositivos de resistencia, encerrados dentro de envoltentes herméticos sin ventilación u otras aberturas.

**503-128. Tubería de ventilación, Clase III, Divisiones 1 y 2.** Las tuberías de ventilación para motores, generadores, u otras máquinas rotatorias, o para envoltentes de equipo eléctrico, deben ser de metal con espesor no menor que 0.5 milímetros o de un material no combustible igualmente resistente, y que cumpla con las condiciones siguientes:

- (1) Conducir directamente a una fuente de aire limpio fuera del local;
- (2) Tener rejillas en los extremos exteriores para impedir el paso de pequeños animales y aves, y
- (3) Estar protegidos contra daño físico, oxidación u otras influencias corrosivas.

Las tuberías de ventilación deben ser suficientemente herméticas, incluidas sus conexiones, para reducir al mínimo la entrada de fibras o pelusas dentro de equipo o envoltentes ventiladas, e impedir el escape de chispas, llamas o material encendido que pueda incendiar fibras o pelusas de material combustible en la vecindad. Para tubería metálica, se permiten costuras herméticas y uniones remachadas o soldadas; y pueden utilizarse juntas deslizantes ajustadas donde cierta flexibilidad es necesaria, como en las conexiones a los motores.

#### **503-130. Luminarias en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2.**

**a) Alumbrado fijo.** Las luminarias para alumbrado fijo deben estar provistas con envoltentes para las lámparas y portalámparas, diseñadas para reducir al mínimo la entrada de fibras, pelusas y partículas volátiles, e impedir la salida de chispas, material en combustión o metal caliente. Cada luminaria debe estar claramente marcada para indicar la potencia, en watts, de las lámparas que pueden utilizarse sin que se exceda la temperatura de 165 °C en las superficies expuestas bajo condiciones normales de operación.

**b) Daño físico.** Cada luminaria debe estar protegida contra daños físicos por medio de una guarda adecuada.

**c) Luminarias colgantes.** Las luminarias colgantes deben estar suspendidas por medio de un tramo de tubo conduit metálico roscado tipo pesado o semipesado, o con cadenas con accesorios aprobados. Para tramos de tubo mayores que 30 centímetros, deben disponerse tirantes permanentes y efectivos para impedir desplazamientos laterales a un nivel no mayor que 30 centímetros sobre la parte inferior del tramo del tubo, o debe darse la flexibilidad necesaria mediante un accesorio aprobado o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, colocado a no más de 30 centímetros desde el punto de fijación hasta la caja o al accesorio de soporte.

**d) Equipo portátil de alumbrado.** El equipo portátil de alumbrado debe tener agarraderas y estar protegido con guardas adecuadas. Los portalámparas deben ser del tipo sin interruptor, sin preparaciones para recibir clavijas. No deben tener partes metálicas portadoras de corriente expuestas, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente deben estar puestas a tierra. En todos los otros aspectos, el equipo portátil de alumbrado debe cumplir con 503-130(a).

**503-135. Equipo de utilización en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2.**

**a) Calentadores.** Los equipos de utilización calentados eléctricamente deben estar identificados para lugares Clase III.

**b) Motores.** Los motores o equipos de utilización accionados por motor deben cumplir lo establecido en 503-125.

**c) Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles.** Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles deben cumplir lo establecido en 503-115.

**503-140. Cordones flexibles Clase III, Divisiones 1 y 2.** Los cordones flexibles deben cumplir con las condiciones siguientes:

- (1) Ser del tipo aprobado para uso extra rudo;
- (2) Tener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra conforme a lo indicado en 400-23;
- (3) Estar soportados por abrazaderas u otros medios adecuados, de tal manera que eviten la tensión mecánica en las conexiones de las terminales, y
- (4) Estar equipados con un conector de cordón hermético al polvo.

**503-145. Contactos y clavijas Clase III, Divisiones 1 y 2.** Los contactos y clavijas deben ser del tipo con conexión de puesta a tierra y estar diseñadas para minimizar la acumulación o entrada de fibras, pelusas o partículas volátiles, e impedir el escape de chispas o partículas fundidas.

**Excepción:** En áreas donde solamente se dé una moderada acumulación de pelusa sobre, dentro o en la vecindad de un contacto, y donde tal contacto sea de fácil acceso para limpieza y mantenimiento de rutina, se permite utilizar contactos montados para minimizar la entrada de fibras, pelusas o partículas volátiles, de uso general con conexión de puesta a tierra.

**503-150. Sistemas de señalización, alarma, control remoto y altavoces de intercomunicación clase III, Divisiones 1 y 2.** Los sistemas de señalización, alarma, control remoto y altavoces de intercomunicación, deben cumplir con los requisitos del Artículo 503 relativos a métodos de alambrado, desconectores, transformadores, resistencias, motores, luminarias y componentes relacionados.

**503-155. Grúas, montacargas y equipo eléctrico similar - Clase III, Divisiones 1 y 2.** Cuando se instalen para operar sobre fibras combustibles o acumulaciones de las pelusas, las grúas viajeras y montacargas para el manejo de materiales, limpiadoras viajeras para máquinas textiles, y equipo similar, deben cumplir con 503-155(a) hasta (d) siguientes:

**a) Fuente de alimentación.** La fuente de alimentación a los conductores de contacto debe estar aislada de todos los otros sistemas y estar equipada con un detector de tierra aceptable que active una alarma y automáticamente desenergice a los conductores de contacto en caso de una falla a tierra, o que produzca una alarma visual y audible mientras los conductores de contacto estén energizados y la falla a tierra persista.

**b) Conductores de contacto.** Los conductores de contacto deben ubicarse o resguardarse para ser inaccesibles a personal no calificado y estar protegidos contra contactos accidentales con objetos extraños.

**c) Colectores de corriente.** Los colectores de corriente deben acomodarse o resguardarse para confinar el chisporroteo normal e impedir el escape de chispas o partículas calientes. Para reducir el chisporroteo, deben colocarse dos o más superficies de contacto separadas en cada conductor de contacto. Deben tenerse medios confiables para mantener libres de la acumulación de pelusa o de partículas volátiles a los conductores de contacto y escobillas de corriente.

**d) Equipo de control.** El equipo de control debe cumplir con lo indicado en 503-115 y 503-120.

**503-160. Banco y cargador de baterías - Clase III, Divisiones 1 y 2.** Los cargadores de baterías deben localizarse en cuartos separados, construidos o recubiertos con suficiente material no combustible, diseñados de tal forma que eviten la acumulación en cantidades combustibles de pelusa o partículas volátiles y deben estar adecuadamente ventilados.

#### ARTÍCULO 504

#### SISTEMAS INTRÍNECAMENTE SEGUROS

**504-1. Alcance.** Este Artículo cubre la instalación de aparatos intrínsecamente seguros (I.S.), alambrado y sistemas para los Artículos 500 a 516.

#### 504-2. Definiciones.

**Circuito intrínsecamente seguro:** Circuito en el cual cualquier chispa o efecto térmico es incapaz de causar la ignición de una mezcla de material combustible o inflamable en aire bajo condiciones de prueba determinadas.

**Circuitos intrínsecamente seguros diferentes.** Circuitos intrínsecamente seguros en los que las posibles interconexiones no se han evaluado ni identificado como intrínsecamente seguras.

**504-3. Aplicación de otros Artículos.** A excepción de lo modificado por este Artículo, todos los Artículos aplicables de esta NOM deben cumplirse.

**504-4. Equipos.** Todo aparato intrínsecamente seguro y aparatos asociados deben estar aprobados.

**Excepción:** Un aparato sencillo, como se describe en el diagrama de control, no requiere estar aprobado.

#### 504-10. Instalación de equipo

**a) Diagrama de control.** Los aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados y otros equipos, deben instalarse de acuerdo con lo indicado en los diagramas de control.

Se permitirá que un aparato sencillo que se indique o no en los diagramas de control sea instalado siempre que el aparato sencillo no interconecte circuitos intrínsecamente seguros

**NOTA 1:** La identificación del diagrama de control está marcada sobre el aparato.

**NOTA 2:** Aparatos asociados con un valor  $U_m$  marcado de menos de 250 volts pueden requerir de protección adicional contra sobretensión en las entradas para limitar las posibles tensiones de falla hasta un valor inferior al  $U_m$  marcado en el producto.

**b) Ubicación.** Los aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados pueden instalarse en cualquier área peligrosa (clasificada) para la cual han sido identificados. Debe permitirse la instalación de los aparatos asociados en áreas peligrosas (clasificadas) para las cuales se han identificado.

Se permitirá instalar aparatos sencillos en cualquier lugar peligroso (clasificado) de acuerdo con la sección 504-10(d)

**c) Envoltentes.** Deben permitirse envoltentes para fines generales para aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados, a menos que estuviera especificado de otro modo en la documentación del fabricante.

**d) Aparato sencillo.** Se permitirá instalar aparatos sencillos en áreas peligrosas (clasificadas) donde la temperatura máxima superficial del aparato sencillo no exceda la temperatura de ignición de los gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles, o fibras/partículas inflamables que estén presentes. La temperatura máxima superficial se puede determinar a partir de los valores de la potencia de salida del aparato asociado o del aparato al cual está conectado para obtener la clase de temperatura. La clase de temperatura se puede determinar mediante:

(1) Referencia a la Tabla 504-10(d).

(2) Cálculo usando la fórmula siguiente:

$$T = P_o R_t + T_{amb}$$

Donde,

T = es la temperatura superficial

$P_o$  = es la potencia de salida marcada en el aparato asociado o el aparato intrínsecamente seguro.

$R_t$  = es la resistencia térmica del aparato sencillo

$T_{amb}$  = es la temperatura ambiente (normalmente 40 °C) y la Tabla 500-8(c) de referencia.

Además, los componentes con un área superficial menor que 10 cm<sup>2</sup> (excluyendo las puntas de conductores) se pueden clasificar como T5 si su temperatura superficial no excede de 150 °C.

**Tabla 504-10 (d).- Evaluación para la clasificación T4 de acuerdo con el tamaño y la temperatura del componente**

Área superficial total, excluyendo las puntas de conductores	Requisito para la clasificación T4 (con base en la temperatura ambiente de 40 °C)
<20 mm <sup>2</sup>	Temperatura superficial ≤275 °C
≥20 mm <sup>2</sup> ≤10 cm <sup>2</sup>	Temperatura superficial ≤200 °C
≥ 20 mm <sup>2</sup>	Potencia que no excede 1.3 W*

\* Basada en una temperatura ambiente de 40 °C. Reducir a 1.2 watts con temperatura ambiente de 60 °C o a 1.0 watt con temperatura ambiente de 80 °C

**504-20. Métodos de alambrado.** Se permite instalar aparatos intrínsecamente seguros y su alambrado, utilizando cualquiera de los métodos de alambrado adecuados para áreas no clasificadas, incluyendo aquellos cubiertos en los Capítulos 7 y 8. La aplicación de sellos debe ser como se indica en 504-70, y la separación debe ser como la indicada en 504-30.

**504-30. Separación de conductores intrínsecamente seguros**

**a) De conductores de circuitos no intrínsecamente seguros**

**1) En canalizaciones, charolas portables y cables.** Los conductores de circuitos intrínsecamente seguros no deben colocarse en canalizaciones, charolas portables o cables con conductores que no sean de circuito intrínsecamente seguros.

**Excepción 1:** Cuando los conductores de circuitos intrínsecamente seguros estén separados de los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros por una distancia de al menos 50 milímetros y asegurados, o mediante una división metálica puesta a tierra o mediante una división de aislamiento adecuado.

**NOTA:** Divisiones de lámina metálica de 0.90 milímetros de espesor o mayores, se consideran normalmente aceptables.

**Excepción 2:** Cuando (1) todos los conductores de circuitos intrínsecamente seguros o (2) todos los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros estén en cables con cubierta o armadura metálica puesta a tierra, donde esos elementos metálicos sean capaces de transportar la corriente de falla a tierra.

**NOTA:** Los cables que cumplen con los requisitos indicados en los Artículos 330 y 332 son típicos de aquéllos considerados aceptables.

**Excepción 3:** Se permitirá instalar circuitos intrínsecamente seguros en lugares de División 2 o Zona 2 en una canalización, charola portables o cable junto con circuitos de alambrado no incendiario instalados en campo, si se instalan de acuerdo con 504-30(b).

**Excepción 4:** Se permitirá instalar circuitos intrínsecamente seguros que pasen de un lugar de División 2 o Zona 2 para alimentar un aparato ubicado en un lugar de División 1, Zona o Zona 1 en una canalización, charola portables o cable junto con circuitos de alambrado no incendiario instalados en campo, si se instalan de acuerdo con 504-30 (b).

**NOTA:** Los circuitos de alambrado no incendiario instalados en campo se describen en 501-10(b)(3), 502-10(b)(3), 503-10(a)(4).

**2) Dentro de envoltentes.** Los conductores de los circuitos intrínsecamente seguros deben estar asegurados de tal manera que cualquier conductor que pueda zafarse de su terminal no pueda hacer contacto con otra terminal. Los conductores deben estar separados de los conductores de los circuitos que no son intrínsecamente seguros por uno de los métodos (1) a (4) siguientes:

- (1) Separación mínima de 50 milímetros de los conductores de cualquier circuito no intrínsecamente seguro.
- (2) Separación de los conductores de los circuitos no intrínsecamente seguros mediante una división metálica puesta a tierra de 0.91 milímetros de espesor o más.
- (3) Separación de los conductores de los circuitos no intrínsecamente seguros mediante una división aislante aprobada que se extienda hasta dentro de 1.5 milímetros de las paredes del envoltente.

- (4) Cuando: (1) todos los conductores del circuito intrínsecamente seguro o (2) todos los conductores del circuito no intrínsecamente seguro estén en cables con revestimiento metálico o con armadura metálica puesta a tierra, donde el recubrimiento o blindaje tiene la capacidad para transportar la corriente de falla a tierra.

**NOTA 1:** Se consideran como casos típicos aceptables los cables que cumplan los requisitos de los Artículos 330 y 332.

**NOTA 2:** Un método típico para cumplir con este requisito es el uso de compartimientos de alambrado separados para las terminales de los circuitos intrínsecamente seguros y los no intrínsecamente seguros.

**NOTA 3:** Para asegurar la separación necesaria del alambrado se pueden utilizar barreras físicas, tales como divisiones metálicas puestas a tierra aprobadas, divisiones aislantes aprobadas o ductos de alambrado de acceso restringido aprobados, separados de otros ductos por un mínimo de 19 milímetros.

**3) Otros (que no estén en sistemas de canalizaciones o charolas portacables).** Los conductores y cables de circuitos intrínsecamente seguros que no estén en canalizaciones o charolas portacables, deben estar sujetos y separados 50 milímetros como mínimo de los conductores y cables de cualquier circuito no intrínsecamente seguro.

**Excepción:** Donde: (1) todos los conductores del circuito intrínsecamente seguro estén en cables del tipo MI o MC, o (2) todos los conductores del circuito no intrínsecamente seguro estén instalados en canalizaciones o en cables del tipo MI o MC cuya cubierta o blindaje sea capaz de transportar la corriente de falla a tierra.

**b) De conductores de circuitos intrínsecamente seguros diferentes.** La separación entre dos terminales para la conexión en campo del cableado de diferentes circuitos intrínsecamente seguros debe ser al menos 6 milímetros, a menos que esté permitida la reducción de este espacio en los diagramas del proyecto. Los circuitos intrínsecamente seguros diferentes deben estar en cables separados, o deben estar separados entre sí por cualquiera de los siguientes medios:

- 1) Que los conductores de cada circuito estén dentro de una pantalla metálica puesta a tierra.
- 2) Que los conductores de cada circuito tengan un aislamiento con un espesor mínimo de 0.25 milímetros.

**Excepción:** A menos que estén identificados de otra manera.

**c) Desde metal puesto a tierra.** El espacio libre entre las piezas no aisladas de los conductores del cableado de campo conectados a terminales y metales puestos a tierra u otras piezas conductoras debe ser de al menos 3 milímetros.

#### **504-50. Puesta a tierra**

**a) Aparatos intrínsecamente seguros, envolventes y canalizaciones.** Deben ponerse a tierra, los aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados, pantallas metálicas, envolventes y canalizaciones, si son metálicas.

**NOTA:** Puede ser necesaria una unión suplementaria al electrodo de puesta a tierra para algunos aparatos asociados, por ejemplo, las barreras de diodos zener, si se especifica en el diagrama de control.

**b) Aparatos asociados y blindajes de los cables.** Los aparatos asociados y los blindajes de los cables se deben poner a tierra de acuerdo con el plano de control exigido. Ver 504-10(a).

**c) Conexión al electrodo de puesta a tierra.** Cuando se requiera la conexión a un electrodo de puesta a tierra, este electrodo debe ajustarse a las especificaciones indicadas en 250-52(a)(1), (a)(2), (a)(3) y (a)(4) y lo establecido en 250-30(a)(4). No se deben usar las secciones 250-52(a)(5), (a)(7) y (a)(8) si están disponibles cualquiera de los electrodos especificados en 250-52(a)(1), (a)(2), (a)(3) o (a)(4).

#### **504-60. Unión.**

**a) Aparatos intrínsecamente seguros.** Los aparatos intrínsecamente seguros, si son de metal, deben estar unidos en el área peligrosa (clasificada) de acuerdo con lo indicado en 501-30(a), 502-30(a), 503-30(a), 505-25 o 506-25, según aplique.

**b) Canalizaciones metálicas.** Donde se utilicen canalizaciones metálicas para alambrado de sistemas intrínsecamente seguros, todas las canalizaciones, independientemente de su ubicación, deben estar unidas de acuerdo con lo indicado en 501-30(a), 502-30(a), 503-30(a), 505-25 o 506-25 según sea aplicable.

**504-70. Sellado.** Los cables y tubo conduit que deban sellarse de acuerdo con lo indicado en 501-15, 502-15, 505-16 y 506-16, deben sellarse para reducir al mínimo el paso de gases, vapores y polvos. No se exigirá que dicho sellado sea a prueba de explosión o a prueba de flama, pero deben estar identificados para el propósito de reducir al mínimo el paso de gases, polvos o vapor en condiciones de funcionamiento normal y deben ser accesibles.

**Excepción:** No se requieren sellos para envoltentes que contengan únicamente aparatos intrínsecamente seguros, excepto por lo requerido en 501-17.

**504-80. Identificación.** Las etiquetas requeridas por esta sección deben ser adecuadas para el ambiente donde se instalen, considerando la exposición a productos químicos y a la luz solar.

**a) Terminales.** Los circuitos intrínsecamente seguros deben identificarse en las terminales y empalmes, de modo que se evite la interferencia no intencional con los circuitos durante las pruebas y mantenimiento.

**b) Alambrado.** Las canalizaciones, charolas portacables, y otros métodos de alambrado para sistemas intrínsecamente seguros, deben identificarse con etiquetas permanentemente adheridas con la leyenda "Alambrado intrínsecamente seguro" o su equivalente. Las etiquetas deben estar ubicadas de modo que sean visibles después de la instalación y colocadas de tal manera que puedan ser fácilmente localizadas a todo lo largo de la instalación. Las etiquetas de los circuitos intrínsecamente seguros deben aparecer en cada sección del sistema de alambrado que esté separado por envoltentes, paredes, divisiones o pisos. El espaciamiento entre las etiquetas no debe ser mayor que 7.50 metros.

**Excepción:** Se permite identificar los circuitos subterráneos, cuando sean accesibles después de salir del suelo.

**NOTA 1:** Los métodos de alambrado permitidos en áreas no clasificadas pueden utilizarse para sistemas intrínsecamente seguros en áreas peligrosas (clasificadas). Sin etiquetas que identifiquen la aplicación del alambrado, no se puede determinar si la instalación cumple con esta NOM.

**NOTA 2:** En áreas no clasificadas, la identificación es necesaria para evitar que, en un futuro, se agregue inadvertidamente a canalizaciones existentes un alambrado no intrínsecamente seguro.

**c) Código de color.** Se permite el uso de un código de color para identificar a los conductores intrínsecamente seguros cuando sean de color azul claro, siempre y cuando no se utilicen otros conductores con este mismo color. Asimismo, debe permitirse el código de color para identificar a las canalizaciones, charolas portacables y cajas registro de empalme, cuando estén coloreados de color azul claro y contengan únicamente alambrado intrínsecamente seguro.

## ARTÍCULO 505

### ÁREAS CLASE I, ZONAS 0, 1 Y 2

**505-1. Alcance.** Este Artículo cubre los requisitos para el sistema de clasificación por zonas, como una alternativa al sistema de clasificación por divisiones tratado en el Artículo 500, para equipo eléctrico y electrónico y alambrado en todas las tensiones en áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I, Zona 0, Zona 1 y Zona 2, en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables.

**NOTA:** Véase los Artículos 500 a 504 para los requisitos de equipo eléctrico y electrónico y alambrado para todas las tensiones en áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I, Divisiones 1 o 2; Clase II, Divisiones 1 o 2; y Clase III, Divisiones 1 o 2, en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables, polvos o fibras combustibles.

**505-2. Definiciones.** Para los propósitos de este Artículo se aplican las siguientes definiciones.

**A prueba de llama "d":** Tipo de protección en el cual la envoltente soportará sin sufrir daño, una explosión interna de una mezcla inflamable que ha penetrado a su interior a través de cualquier junta o abertura estructural en la envoltente y sin causar la ignición de una atmósfera explosiva externa compuesta de uno o más gases o vapores para los cuales se ha diseñado.

**Encapsulación "m":** Tipo de protección en el cual las partes eléctricas que podrían encender una atmósfera explosiva, tanto por chispa como por calentamiento, están encerradas en un compuesto, de manera que esta atmósfera explosiva no se pueda encender.

**NOTA:** El encapsulado se designa como tipo de protección "ma" para uso en lugares de Zona 0. La encapsulación se designa como tipo de protección "m" o "mb" para uso en lugares de Zona 1. El encapsulado se designa como tipo de protección "mc" para uso en lugares de Zona 2.

**Inmersión en aceite "o":** Tipo de protección en la cual el equipo eléctrico está sumergido en un líquido de protección de manera tal que una atmósfera explosiva, que pueda estar sobre el líquido o fuera de la envoltente, no se pueda encender.

**Presurización "p":** Tipo de protección para el equipo eléctrico que utiliza la técnica de protección contra el ingreso de la atmósfera externa, que puede llegar a ser explosiva, dentro de una envoltente, manteniendo un gas de protección en su interior a una presión mayor que la de la atmósfera externa.

**Relleno con polvo "q":** Tipo de protección en el cual las partes eléctricas capaces de encender una atmósfera explosiva están fijadas en una posición y completamente rodeadas por un material de relleno (polvo de vidrio o de cuarzo) para prevenir la ignición de una atmósfera explosiva externa.

**Tipo de Protección "n":** Tipo de protección en el cual el equipo eléctrico, en operación normal, no tiene la capacidad para encender una atmósfera explosiva de gas circundante, y no es probable que ocurra una falla capaz de causar la ignición.

**Seguridad aumentada "e":** Tipo de protección aplicada al equipo eléctrico que no produce arcos ni chispas en servicio normal y bajo condiciones anormales específicas, en el cual se aplican medidas adicionales para incrementar la seguridad contra la posibilidad de temperaturas excesivas y de la ocurrencia de arcos y chispas.

**Seguridad intrínseca "i":** Tipo de protección en el cual ninguna chispa o efecto térmico es capaz de causar la ignición de una mezcla de material inflamable o combustible en el aire, bajo condiciones de prueba prescritas.

**NOTA 1:** La seguridad intrínseca se designa como tipo de protección "ia" para uso en lugares de Zona 0. La seguridad intrínseca se designa como tipo de protección "ib" para uso en lugares de Zona 1. La seguridad intrínseca se designa como tipo de protección "ic" para uso en lugares de Zona 2.

**NOTA 2:** Los aparatos asociados intrínsecamente seguros, designados como [ia], [ib] o [ic], se conectan a un aparato intrínsecamente seguro ("ia", "ib" o "ic" respectivamente), pero se ubican fuera del lugar peligroso (clasificado) a menos que también esté protegido por otro tipo de protección (como por ejemplo a prueba de llama).

**505-3. Otros Artículos.** Todas las demás reglas aplicables contenidas en esta NOM deben aplicarse al alambrado y equipo eléctrico instalado en áreas peligrosas (clasificadas).

**Excepción.** Lo modificado por este Artículo y por el Artículo 504.

#### **505-4. Generalidades.**

**a) Documentación para las ocupaciones industriales.** Todas las áreas en ocupaciones industriales designadas como lugares peligrosos (clasificados) deben estar documentadas adecuadamente. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

**NOTA 1:** Con respecto a los ejemplos de planos de clasificación de áreas, ver apéndice B2.

**NOTA 2:** Donde el equipo de detección de gas se use como medio de protección de acuerdo con la sección 505-8(i)(1), (i)(2) o (i)(3), la documentación típicamente incluye el tipo del equipo de detección, lugar de su instalación, criterios de alarma y apagado y la frecuencia de calibración.

**b) Normas de referencia.** Información importante relacionada con los temas tratados en el Capítulo 5 se puede encontrar en otras publicaciones.

**NOTA 1:** Para la evaluación de la conformidad de esta NOM los evaluadores deben estar familiarizados con la experiencia de la industria y con las normas aplicables a la clasificación de las distintas áreas, a la determinación de la ventilación adecuada y a la protección contra los riesgos producidos por la electricidad estática y los rayos.

**NOTA 2:** Para información adicional sobre la clasificación de áreas peligrosas, clasificación de materiales inflamables y requisitos de instalaciones que por su naturaleza son áreas peligrosas (clasificadas); véase el apéndice B.

**NOTA 3:** Para información adicional sobre la clasificación protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas en áreas peligrosas (clasificadas); véase el apéndice B.

**NOTA 4:** Para información adicional sobre la clasificación ventilación en áreas peligrosas (clasificadas); véase el apéndice B.

**NOTA 5:** Para información adicional sobre la clasificación sistemas eléctricos para áreas peligrosas (clasificadas) en plataformas marinas petroleras y de gas; véase el apéndice B.

#### **505-5. Clasificación de lugares.**

**a) Generalidades.** Las áreas deben clasificarse dependiendo de las propiedades de los gases inflamables, vapores inflamables generados por líquidos, vapores combustibles generados por líquidos, polvos combustibles o fibras/partículas suspendidas que pudieran estar presentes y de la posibilidad de que esté presente una concentración o cantidad inflamable o combustible. Donde solamente se usan o manipulan materiales pirofóricos, estas áreas quedan fuera del alcance de este artículo.

Cada cuarto, sección o superficie debe considerarse individualmente para determinar su clasificación.

**NOTA 1:** Véase 505-7 para las restricciones sobre clasificación de áreas.

**NOTA 2:** Aplicando el ingenio en el diseño de las instalaciones eléctricas de las áreas peligrosas (clasificadas), con frecuencia puede ubicarse la mayor parte de los aparatos en áreas menos peligrosas o no peligrosas, y así reducir el número de equipos especiales necesarios.

Los recintos y áreas que contienen sistemas de refrigeración con amoniaco equipados con ventilación mecánica adecuada operando continuamente o que arranca por medio de un sistema de detección de la concentración que no exceda 150 ppm se pueden clasificar como lugares "no clasificados"

**b) Lugares de Clase I, Zonas 0, 1 y 2.** Los lugares de Clase I, Zonas 0, 1 y 2 son aquellos en los cuales gases o vapores inflamables están presentes en el aire o pueden estarlo, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares de Clase I, Zonas 0, 1 y 2 deben incluir a aquellos que se especifican en 505(b)(1), (b)(2) y (b)(3).

**1) Clase I, Zona 0.** Un lugar de Clase I, Zona 0 es un lugar:

- (1) En el que continuamente están presentes concentraciones de gases o vapores inflamables, o
- (2) En el que están presentes durante largos períodos de tiempo concentraciones de gases o vapores inflamables.

**NOTA 1:** Esta clasificación incluye el interior de tanques o recipientes ventilados que contengan líquidos inflamables volátiles; el interior de envoltentes para recubrimiento o aplicación por rociado mal ventilados, en los que se utilicen solventes volátiles inflamables; la parte entre el exterior y el interior del techo de un tanque de techo flotante que contenga líquidos volátiles inflamables; el interior de recipientes, fosos y tanques abiertos que contengan líquidos volátiles inflamables; el interior de un ducto de escape que se usa para ventilar concentraciones inflamables de gases o vapores; y el interior de envoltentes mal ventiladas que contengan normalmente instrumentos de ventilación que usan o analizan fluidos inflamables y la ventilación al interior de las envoltentes.

**2) Clase I, Zona 1.** Un lugar de Clase I, Zona 1 es un lugar:

- (1) En el que es probable que haya concentraciones de gases o vapores inflamables en condiciones normales de operación, o
- (2) En el que frecuentemente puede haber concentraciones de gases o vapores inflamables debido a operaciones de reparación o mantenimiento, o por fugas, o
- (3) En el que se opera equipo o se llevan a cabo procesos de tal naturaleza que la ruptura u operación defectuosa del equipo podría producir la liberación de concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables y causar además la falla simultánea de los equipos eléctricos, de un modo que cause que el equipo eléctrico se convierta en una fuente de ignición, o
- (4) Que está adyacente a un lugar de Clase I, Zona 0, desde la que podrían pasarse concentraciones inflamables de vapores, excepto si ese paso se previene mediante una ventilación de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y se suministran medios eficaces de protección contra fallas de la ventilación.

**NOTA 1:** Se considera como operación normal la situación en la cual el equipo de planta opera dentro de sus parámetros de diseño. Las fugas menores de materiales inflamables pueden ser parte de operaciones normales. Las fugas menores incluyen aquellas provenientes de los empaques o sellos mecánicos de las bombas. No se consideran como operaciones normales las fallas que provocan reparación o parada total (tales como las rupturas de los sellos de las bombas y empaques de las bridas y los derrames producidos por accidentes).

**NOTA 2:** Esta clasificación incluye normalmente los lugares en los que se transfieren líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables de un recipiente a otro. Las áreas cercanas a las operaciones de aplicación por rociado y pintura, en las que se utilizan solventes inflamables; los compartimientos o salas de secado adecuadamente ventilados en los que se evaporan solventes inflamables; los lugares adecuadamente ventilados que contengan equipo de extracción de grasas y aceites que utilicen solventes volátiles inflamables; las áreas de las plantas de limpieza y teñido que utilizan líquidos inflamables volátiles; los cuartos de generadores de gas ventilados adecuadamente, y otras áreas de las plantas de producción de gas en las que se puedan producir fugas de gases inflamables; los cuartos de bombas de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables que estén inadecuadamente ventilados; el interior de refrigeradores y congeladores en los que se guardan materiales inflamables volátiles en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper fácilmente; y todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones combustibles de vapores o gases inflamables durante la operación normal, pero no clasificados como Zona 0.

**3) Clase I, Zona 2.** Un lugar de Clase I, Zona 2 es un lugar:

(1) En el que no es probable que haya concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables en condiciones de operación normales y, si las hay, será durante un corto período de tiempo, o

(2) En el que se manipulan, procesan o utilizan líquidos volátiles inflamables, gases inflamables o vapores inflamables, pero en el cual los líquidos, gases o vapores están normalmente confinados dentro de recipientes cerrados de sistemas cerrados de los que sólo pueden escapar como resultado de una rotura o ruptura accidental del recipiente o sistema, o como consecuencia de la operación anormal del equipo con el cual los líquidos o gases se manipulan, procesan o utilizan, o

(3) En el que normalmente las concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables se previenen mediante ventilación mecánica de presión positiva pero que pueden resultar peligrosas como consecuencia de la falla u operación anormal del equipo de ventilación, o

(4) Que está adyacente a un lugar de Clase I, Zona 1 desde el que podrían pasarse concentraciones de gases o vapores inflamables, a menos que ese paso se prevenga mediante una ventilación de presión positiva adecuada, desde una fuente de aire limpio y equipado de medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

**NOTA:** La clasificación de la Zona 2 incluye normalmente los lugares donde se utilizan líquidos volátiles inflamables, gases o vapores inflamables pero que resultarían peligrosos sólo en caso de accidente o de alguna condición de operación inusual.

**505-6. Grupos de materiales.** Para efectos de pruebas, aprobación y clasificación por áreas, las distintas mezclas de aire (no enriquecidas con oxígeno) se deben agrupar como se exige en (a), (b) y (c) siguientes.

**NOTA:** El Grupo I está proyectado para su uso en tipos de atmósferas que contienen grisú (una mezcla de gases, compuesta principalmente por metano, que se encuentra bajo tierra, usualmente en minas). Esta NOM no se aplica a instalaciones subterráneas en minas. Ver 1.2.2(d)

El Grupo II se debe subdividir en los subgrupos IIC, IIB y IIA, como se indica en 505-6(a), (b) y (c) de acuerdo con la naturaleza del gas o vapor, para técnicas de protección "d", "ia", "ib", "[ia]", e "[ib]", y, donde sea aplicable, "n" y "o".

**NOTA 1:** La subdivisión de gas y vapor como se describe anteriormente se basa en la separación segura experimental máxima (MESG), en la corriente mínima de ignición (MIC) o en ambas.

**NOTA 2:** La verificación del equipo eléctrico que utiliza técnicas de protección "e", "m", "p," y "q," debido a la técnica de diseño, no exige pruebas que involucren la MESG o la MIC. Por tanto, no se exige subdividir el Grupo II para estas técnicas de protección.

**NOTA 3:** Actualmente el Grupo II se subdivide en Grupo IIA, Grupo IIB y Grupo IIC. Los requisitos de marcado previos permitían que algunos tipos de protección se marquen sin una subdivisión, exhibiendo solamente Grupo II

**NOTA 4:** Es necesario que los significados de los diferentes marcados de los equipos y la clasificación del Grupo II se observen cuidadosamente para prevenir confusión con la Clase I, Divisiones 1 y 2, Grupos A, B, C y D.

**a) Grupo IIC.** Atmósferas que contienen acetileno, hidrógeno o gases inflamables o vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden encenderse o explotar, que tienen una separación segura experimental máxima (MESG) menor o igual a 0.50 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) menor o igual a 0.45.

**NOTA:** El grupo IIC equivale a una combinación de Clase I, Grupo A y Clase I, Grupo B, tal como se describió en 500-6(a)(1) y (a) (2).

**Grupo IIB.** Atmósferas que contienen acetaldehído, etileno o gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden encenderse o explotar, que tienen una distancia segura experimental máxima (MESG) mayor de 0.50 milímetros y menor o igual a 0.90 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) mayor de 0.45 y menor o igual a 0.80.

**NOTA:** El grupo IIB equivale al Grupo C de la Clase I, tal como se ha descrito en 500-6(a)(3).

**Grupo IIA.** Atmósferas que contienen acetona, amoníaco, alcohol etílico, gasolina, metano, propano o gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden encenderse o explotar, que tengan una distancia segura experimental máxima (MESG) mayor que 0.90 milímetros o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) mayor de 0.80.

**NOTA:** El grupo IIA equivale al Grupo D de la Clase I, tal como se ha descrito en 500-6(a)(4).

**505-7. Precaución especial.** El Artículo 505 exige que la construcción e instalación del equipo garanticen el desempeño seguro bajo condiciones adecuadas de operación y mantenimiento.

**NOTA 1:** Es importante que las autoridades a cargo de la inspección y los usuarios ejerzan un cuidado mayor al normal con relación a la instalación y el mantenimiento del equipo eléctrico en lugares peligrosos (clasificados).

**NOTA 2:** Las condiciones ambientales bajas exigen consideración especial. El equipo eléctrico que dependa de las técnicas de protección descritas en 505-8(a) puede no ser conveniente para su uso a temperaturas inferiores a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a menos que estén identificados para servicio a baja temperatura. Sin embargo, a temperaturas ambiente bajas, tal vez no existan concentraciones inflamables de vapores en un lugar clasificado como Clase I, Zonas 0, 1 o 2 a temperatura ambiente normal.

**a) Implementación del sistema de clasificación por zonas.** La clasificación de las áreas, la ingeniería y el diseño, la selección de equipo y los métodos de alambrado, la instalación y la inspección deben ser realizados por personas calificadas.

**b) Clasificación doble.** En los casos de áreas dentro del mismo predio clasificadas separadamente, se permitirá que los lugares de Clase I, Zona 2 terminen junto a, pero que no se traslapen a los lugares de Clase I, División 2. Los lugares de Clase I, Zona 0 o Zona 1 no deben terminar junto a lugares de Clase I, División 1 o División 2.

**c) Reclasificación permitida.** Se permitirá que un lugar de Clase I, División 1 o División 2 se reclasifique como un lugar de Clase I, Zona 0, Zona 1 o Zona 2, siempre que todo el espacio que se clasifica debido a una sola fuente de gas o vapor inflamable se reclasifique según los requisitos de este Artículo.

**d) Obstáculos sólidos.** El equipo a prueba de llama con juntas bridadas no se debe instalar de manera que las aberturas bridadas estén más cerca que las distancias mostradas en la Tabla 505-7(d), de cualquier obstáculo sólido que no sea parte del equipo (tales como objetos de acero, paredes, protectores contra la intemperie, abrazaderas de montaje, tubería u otro equipo eléctrico), a menos que el equipo esté aprobado para una distancia de separación menor.

**Tabla 505-7(d).- Distancia mínima de las obstrucciones desde aberturas bridadas a prueba de llamas "d".**

Grupo de gases	Distancia mínima
	milímetros
IIC	40
IIB	30
IIA	10

**e) Presencia simultánea de gases inflamables y polvo combustible o fibras/partículas suspendidas inflamables.** Donde haya o pueda haber gases inflamables, polvo combustible o fibras/partículas suspendidas inflamables al mismo tiempo, se debe considerar la presencia simultánea durante la selección e instalación del equipo eléctrico y el método de alambrado, incluyendo la determinación de la temperatura de operación del equipo eléctrico.

**f) Corriente de cortocircuito disponible para el tipo de protección "e".** A menos que estén marcados para la conexión a circuitos con corriente de cortocircuito disponible, la corriente de cortocircuito disponible para equipos eléctricos que utilicen el tipo de protección "e" para las conexiones del cableado de campo en lugares de Zona 1 debe limitarse a 10 000 rms amperes simétricos, a fin de reducir la probabilidad de ignición de una atmósfera inflamable por causa de un arco eléctrico durante un incidente de cortocircuito.

**NOTA:** La limitación de la corriente de cortocircuito disponible hasta este nivel podría requerir la aplicación de fusibles de limitación de corriente o interruptores automáticos de limitación de corriente.

**505-8. Técnicas de protección.** Técnicas de protección aceptables para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en áreas peligrosas (clasificadas) deben ser de (a) hasta (i).

**a) A prueba de llama "d".** Se permitirá aplicar esta técnica de protección para equipos instalados en áreas Clase I, Zona 1 o Zona 2.

**b) Presurización.** Se permite aplicar esta técnica de protección para equipos instalados en áreas Clase I, Zonas 1 o Zona 2 para los cuales estén identificados.

**c) Seguridad intrínseca.** Se permitirá aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en áreas Clase I Zonas 0, Zona 1 o Zona 2 para los cuales estén aprobados.

**d) Tipo de Protección "n."** Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I Zona 2. El tipo de protección "n," también se subdivide en nA, nC y nR.

**NOTA 1:** Véase la Tabla 505-9(c)(2)(4) para la descripción de las subdivisiones del tipo de protección "n".

**e) Inmersión en aceite "o."** Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I Zona 1 o Zona 2.

**f) Seguridad aumentada "e."** Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I Zona 1 o Zona 2.

**g) Encapsulado "m"** Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I, Zona 0, Zona 1 o Zona 2 para los cuales estén identificados.

**NOTA 1:** Véase la Tabla 505-9(c)(2)(4) para la descripción de las subdivisiones por encapsulación.

**h) Relleno con polvo "q."** Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I Zona 1 o Zona 2.

**i) Sistema de detección de gas combustible.** Se permitirá un sistema de detección de gas combustible como un medio de protección en establecimientos industriales con acceso restringido al público y donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personas calificadas atenderán la instalación. Donde se instale dicho sistema, se permitirá el equipo especificado en (1), (2) o (3) siguientes. El tipo de equipo de detección, su aprobado, lugares de instalación, los criterios de alarma y de parada total, así como la frecuencia de calibración deben estar documentados cuando se usan los detectores de gas combustible como una técnica de protección.

**1) Ventilación inadecuada.** En los lugares de Clase I, Zona 1 que se clasifican así debido a la inadecuada ventilación, se permitirán los equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, Zona 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, Zona 1, para el grupo adecuado de materiales y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

**2) Interior de un edificio.** En un edificio ubicado en un lugar Clase I, Zona 2 o con una abertura hacia este lugar, cuando el interior no contiene una fuente de gas o vapor inflamable, se permitirá usar equipos eléctricos para lugares no clasificados. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, Zona 1 o Clase I, Zona 2, para el grupo adecuado de materiales y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

**3) Interior de un panel de control.** En el interior de un panel de control que contenga instrumentación que utilice o mida líquidos, gases o vapores inflamables, se permitirá usar equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, Zona 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, Zona 1, para el grupo adecuado de materiales y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

#### **505-9. Equipo.**

**a) Apropriado.** El equipo identificado se debe determinar como apropiado mediante uno de los siguientes:

- (1) Equipo aprobado o marcado.
- (2) Evidencia de la evaluación del equipo por parte de un laboratorio de prueba aprobado o de una entidad de inspección involucrada en la evaluación de producto.
- (3) Evidencia aceptable para la autoridad competente tal como la autoevaluación del fabricante o el criterio de ingeniería del propietario.

**NOTA:** La documentación adicional para el equipo puede incluir certificados que demuestren la conformidad con las normas aplicables al equipo, que indiquen las condiciones especiales de uso y otra información pertinente.

#### **b) Aprobado.**

- (1) Se permitirá utilizar equipo aprobado para la Zona 0 en la Zona 1 o Zona 2 para el mismo gas o vapor, siempre que esté instalado de acuerdo con los requisitos para el tipo de protección marcado. Se permitirá que el equipo que esté aprobado para uso en un lugar de la Zona 1 se utilice en un lugar

de la Zona 2 para el mismo gas o vapor, siempre que esté instalado de acuerdo con los requisitos para el tipo de protección marcado.

- (2) Se permitirá que el equipo sea aprobado para un gas o vapor específico, mezclas específicas de gases o vapores o cualquier combinación específica de gases o vapores.

**NOTA:** Un ejemplo común es el equipo marcado para "IIB. + H2".

**c) Marcado.** Los equipos se deben marcar de acuerdo con (1) o (2) siguientes.

**1) Equipo de división.** Se permitirá que el equipo identificado para Clase I, División 1 o Clase I, División 2, además de estar marcado de acuerdo con 500-8(c), esté marcado con todo lo siguiente:

- (1) Clase I, Zona 1 o Clase I, Zona 2 (según sea aplicable).
- (2) Grupos de clasificación de gas aplicable, de acuerdo con la Tabla 505-9(c)(1)(2).
- (3) Clasificación de temperatura de acuerdo con 505-9(d)(1).

**Tabla 505-9(c)(1)(2).- Grupos de materiales**

Grupo de material	Comentario
IIC	Ver 505-6(a)
IIB	Ver 505-6(b)
IIA	Ver 505-6(c)

**2) Equipo de zona.** El equipo que cumpla una o más de las técnicas de protección descritas en 505-8 se debe marcar con toda la siguiente información, en el orden presentado:

- (1) Clase.
- (2) Zona.
- (3) Símbolo "AEx".
- (4) Técnicas de protección, de acuerdo con la Tabla 505-9(c)(2)(4).
- (5) Grupo de materiales aplicable de acuerdo con la Tabla 505-9(c)(1)(2) o un gas o vapor específico.
- (6) Clasificación de temperatura de acuerdo con 505-9(d)(1).

**Excepción 1:** Se exigirá que los aparatos asociados que NO son adecuados para su instalación en un lugar peligroso (clasificado) esté marcado únicamente con la información indicada en los numerales (3), (4) y (5), pero AMBOS, el símbolo AEx (3) y el símbolo para el tipo de protección (4) deben estar encerrados dentro de los mismos corchetes, por ejemplo [AEx ia] IIC.

**Excepción 2:** No se exigirá que los aparatos sencillos, tal como se definen en 504-2, tengan marcada la temperatura de operación ni la clase de temperatura.

**Excepción 3:** No debe requerirse que los accesorios para la terminación de cables tengan marcada la temperatura de funcionamiento ni la clase de temperatura.

**NOTA 1:** Un ejemplo del marcado que se exige para aparatos intrínsecamente seguros para la instalación en lugares de Clase I, Zona 0 es "Clase I, Zona 0, AEx ia IIC T6". La explicación del marcado exigido se ilustra en la Figura 505-9(c)(2).

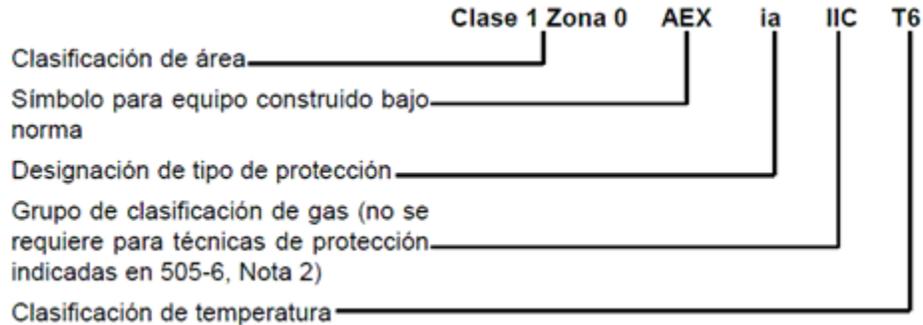
**NOTA 2:** Un ejemplo del marcado que se exige para aparatos asociados intrínsecamente seguros montados en una envolvente a prueba de llama para la instalación en lugares de Clase I, Zona 1 es "Clase I, Zona 1 AEx d[ia] IIC T4".

**NOTA 3:** Un ejemplo del marcado que se exige para aparatos asociados intrínsecamente seguros que NO son para la instalación en lugares peligrosos (clasificados) es "[AEx ia] IIC".

**NOTA 4:** El EPL (nivel de protección de equipo por sus siglas en inglés) puede aparecer en la placa del producto. Los EPL están designados por: G para gas; D para polvo y M para minería y van seguidos de una letra (a, b, o c) para dar al usuario un mayor entendimiento en cuanto a si el equipo ofrece un nivel de protección ya sea: (a) "muy alto"; (b) "alto" o (c) "mejorado" contra la ignición de una atmósfera explosiva. Por ejemplo, un motor AEx d IIC T4 (que es adecuado en cuanto a su protección, para usarlo en Zona 1) puede adicionalmente estar marcado con: EPL de "Gb" para indicar que fue provisto con un alto nivel de protección, tal como el AEx d IIC T4 Gb.

**NOTA 5:** El equipo instalado fuera de un área Zona 0, conectado eléctricamente a un equipo ubicado dentro de un área Zona 0, puede estar marcado Clase I, Zona 0/1. El "/" indica que el equipo contiene un elemento de separación y puede ser instalado en la frontera entre áreas Zona 0 y Zona 1.

**d) Temperatura Clase I.** El marcado de temperatura que se especifica a continuación no debe exceder la temperatura de autoignición del gas o vapor específico que se va a encontrar.



**NOTA Figura 505-9(c)(2).- Marcado del equipo de zona.**

**1) Clasificación de temperatura.** El equipo debe estar marcado indicando la temperatura de funcionamiento o la clase de temperatura referenciada para un ambiente a 40 °C, o la temperatura ambiente más alta si el equipo está dimensionado y marcado para una temperatura ambiente mayor que 40 °C. Si se da la clase de temperatura, se debe indicar usando la clase de temperatura (código T) que se muestra en la Tabla 505-9(d)(1).

El equipo eléctrico diseñado para uso en un intervalo de temperatura ambiente entre - 20 °C y + 40 °C debe tener un marcado de no temperatura ambiente.

El equipo eléctrico diseñado para uso en un intervalo de temperatura ambiente diferente de - 20 °C a +

40 °C se considera que es especial y entonces su intervalo de temperatura ambiente se debe marcar en el equipo, incluyendo el símbolo "Ta" o "Tamb", junto con el intervalo especial de temperatura ambiente en grados Celsius.

**NOTA:** Como ejemplo, dicho marcado podría ser "-30 °C a + 40 °C".

**Tabla 505-9(c)(2)(4).- Designación de tipos de protección**

Designación	Técnica	Zona *
d	Envolvente a prueba de llama	1
db	Envolvente a prueba de llama	1
e	Seguridad aumentada	1
eb	Seguridad aumentada	1
ia	Seguridad intrínseca	0
ib	Seguridad intrínseca	1
ic	Seguridad intrínseca	2
[ia]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ib]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ic]	Aparatos asociados	No clasificados**
m	Encapsulado	1
ma	Encapsulado	0
mb	Encapsulado	1
mc	Encapsulado	2
nA	Equipos que no producen chispas	2
nAc	Equipos que no producen chispas	2
nC	Equipos que producen chispa en los cuales los contactos están protegidos adecuadamente, por otra técnica que no sean las envolventes con respiración	2

	restringida	
nCc	Equipos que producen chispa en los	2
nR	cuales los contactos están protegidos	2
nRc	adecuadamente, por otra técnica que no	2
	sean las envolventes con respiración	
	restringida	
	Envolventes con respiración restringida	
	Envolventes con respiración restringida	
o	Inmersión en aceite	1
ob	Inmersión en aceite	1
px	Presurización	1
pxb	Presurización	1
py	Presurización	1
pyb	Presurización	1
pz	Presurización	2
pzc	Presurización	2
q	Relleno con polvo	1
qb	Relleno con polvo	1

\* No se considera el uso cuando se utiliza una combinación de técnicas.

\*\* Se permitirá instalar aparatos asociados en un lugar peligroso (clasificado) si están protegidos adecuadamente usando otro tipo de protección.

**Excepción 1:** No se exigirá que los equipos del tipo no generador de calor, como por ejemplo los accesorios de tubo conduit, y los equipos del tipo generador de calor que tengan una temperatura máxima no mayor de 100 °C, tengan marcada la temperatura de operación o la clase de temperatura.

**Excepción 2:** Se permitirá que los equipos identificados para lugares Clase I, División 1 o División 2 de acuerdo con 505-20(a), (b) y (c) estén marcados de acuerdo con 500-8(c) y la Tabla 500-8(c).

**Tabla 505-9 (d)(1).- Clasificación de la temperatura superficial máxima para equipos eléctricos del grupo II**

Clase de temperatura (código T)	Máxima temperatura de la superficie (°C)
T1	≤450
T2	≤300
T3	≤200
T4	≤135
T5	≤100
T6	≤85

**e) Roscado.** Las conexiones roscadas deberán ser NPT o métricas. Los tubos conduit y accesorios se deben apretar firmemente con llave para prevenir las chispas cuando a través del sistema de tubos conduit fluya una corriente de falla y asegurar la integridad a prueba de explosiones o llamas del sistema de tubo conduit, donde sea aplicable. El equipo provisto de entradas roscadas para conexiones de alambrado en campo se debe instalar de acuerdo con (1) o (2) y (3) siguientes:

**1) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o tubo conduit con rosca NPT.** Para equipos provistos con entradas roscadas para tubo conduit o accesorios con roscas tipo NPT se deben utilizar accesorios de tubo conduit o accesorios para cables.

Las entradas NPT en los equipos a prueba de fuego o a prueba de explosiones se harán con al menos cinco hilos totalmente introducidos.

**Excepción:** Para equipo aprobado a prueba de explosión o a prueba de llama, las entradas NPT roscadas en fábrica se deben hacer con por lo menos 4 ½ hilos totalmente introducidos.

**2) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o tubo conduit con rosca métrica.** Para estos equipos las entradas se deben identificar como métricas. Para la conexión a un tubo conduit o accesorios con rosca NPT, se deben usar adaptadores.

Para entradas métricas en equipo a prueba de explosión o a prueba de llama deben tener una clase de ajuste de al menos 6g/6H y estar hechas con al menos cinco hilos totalmente introducidos para los grupos C, D, IIB o IIA y no menos de ocho hilos totalmente introducidos para los grupos A, B, IIC, o IIB + H<sub>2</sub>.

**3) Entradas que no se usen.** Todas las entradas que no se usen deben ser cerradas con tapones aprobados para el lugar y deben mantener el tipo de protección. El tapón debe cumplir con (1) o (2) anteriores.

**f) Cables de fibra óptica.** Un cable de fibra óptica con o sin conductores de corriente (cable de fibra óptica compuesto), debe ser instalado para hacer frente al riesgo de incendio asociado y sellado para hacer frente al riesgo de explosión asociado, de acuerdo con los requerimientos de 505-15 y 505-16.

**505-15. Métodos de alambrado.** Los métodos de alambrado deben mantener la integridad de las técnicas de protección y deben cumplir con (a) hasta (c) siguientes:

**a) Clase I, Zona 0.** En lugares Clase I, Zona 0 los equipos protegidos por la seguridad intrínseca "ia" y el equipo protegido por encapsulación "ma" deberán conectarse utilizando circuitos intrínsecamente seguros "ia" con métodos de alambrado intrínsecamente seguros según el Artículo 504.

**b) Clase I, Zona 1.**

**1) Generalidades.** En lugares Clase I, Zona 1 se permitirán todos los métodos de alambrado indicados de (a) hasta (i) siguientes:

- a. Todos los métodos de alambrado permitidos por **a)** anterior.
- b. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, y donde el cable no esté sujeto a daños físicos, cables de los tipos MC y MC-HL aprobados para uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con una armadura continua metálica corrugada hermética al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado y unos conductores separados de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-122, y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación. El cable del tipo MC-HL se debe instalar de acuerdo con las disposiciones del Artículo 330, Parte B.
- c. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, y donde el cable no esté sujeto a daños físicos, cables del tipo ITC-HL aprobados para uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con un forro continuo metálico corrugado hermético al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación. El cable Tipo ITC-HL se debe instalar de acuerdo con lo previsto en el Artículo 727.

**NOTA:** Ver 727-4 y 727-5 con relación a las restricciones del uso del cable tipo ITC.

- d. Cables del tipo MI con accesorios terminales aprobados para lugares de Clase I, Zona 1 o División 1. Los cables del tipo MI se deben instalar y sostener de manera que se eviten esfuerzos de tensión en los accesorios terminales.
- e. Tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit semipesado de acero roscado.
- f. Se permitirá tubo conduit del tipo PVC y tubo conduit del tipo RTRC, cuando esté embebido en concreto con un espesor mínimo de 5 centímetros y esté enterrado cuando menos 60 centímetros, medidos desde la parte superior del tubo conduit hasta el nivel del suelo. Se debe usar tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit semipesado de acero roscado para los últimos 60 centímetros del tramo subterráneo hasta que salga de la tierra o hasta el punto de conexión con la canalización que vaya sobre el suelo. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos para dar continuidad eléctrica al sistema de canalizaciones y para poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente.
- g. Se permitirá el tipo de protección de seguridad intrínseca "ic" mediante la aplicación de los métodos de cableado especificados en el Artículo 504.

- h. Se permitirá la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en canalizaciones, de acuerdo con lo establecido en la sección 505-15(b). Los cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 505-16.
  - i. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, para aplicaciones limitadas a 600 volts nominales o menos, para diámetros de cables de 25 milímetros o menos y donde el cable no esté sujeto a daños físicos, cables del tipo TC-ER-HL adecuados para su uso en lugares de Clase I, Zona 1, con una chaqueta entera y uno o más conductores separados de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con lo establecido en la sección 250-122, y terminados con accesorios adecuados para el lugar; los cables del tipo TC-ER-HL deben instalarse de conformidad con lo descrito en las disposiciones del Artículo 336, incluidas las restricciones de la sección 336-10(7).
- 2) Conexiones flexibles.** Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, se permitirán accesorios flexibles para lugares Clase I, Zona 1 o División 1 o cordón flexible de acuerdo con las disposiciones de 505-17 terminado con un conector de cordón aprobado, que mantenga el tipo de protección de la terminal del compartimento.

**c) Clase I, Zona 2.**

**1) Generalidades.** En los lugares Clase I, Zona 2 se permitirán los métodos de alambrado siguientes:

- a. Todos los métodos de alambrado permitidos en 505-15(b).
- b. Cables tipo, MC, MT, TC o TC-ER con accesorios terminales aprobados, incluyendo la instalación en sistemas de charolas portacables. Los cables del tipo MT de un solo conductor deben ser blindados o con armadura metálica.
- c. Cables tipo ITC e ITC-ER según lo permitido en 727-4 y terminado con accesorios aprobados
- d. Cables tipo PLTC y PLTC-ER que cumplan lo establecido en el Artículo 725, incluyendo la instalación en sistemas de charolas portacables. El cable PLTC se debe instalar con accesorios terminales aprobados.
- e. Electroductos (*busway*) con empaques, ductos eléctricos encerrados con empaques.
- f. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación y donde el tubo conduit metálico no brinda suficiente resistencia a la corrosión, se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), codos elaborados en fábrica y accesorios asociados, todos aprobados y marcados con el sufijo -XW, y tubo conduit de PVC Cédula 80, codos elaborados en fábrica y accesorios asociados. En donde se exigen sellos para las condiciones de límites como los que se definen en 505-16(c)(1)(b), el método de alambrado de la Zona 1 se debe extender en el área de la Zona 2 hasta el sello, que se debe ubicar en el lado de la Zona 2 del límite entre Zona 1 – Zona 2.
- g. Se permitirá protección intrínsecamente segura tipo “ic” utilizando cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas con protección intrínsecamente segura tipo “ic” se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en el plano de control, se permitirán en un circuito intrínsecamente seguro tipo “ic” siempre que tal aparato no interconecte el sistema intrínsecamente seguro tipo “ic” con ningún otro circuito.

**NOTA:** El aparato sencillo se define en el Artículo 100.

- h. Debe permitirse la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en bandejas portacables o cualquier otra canalización, de acuerdo con lo establecido en la sección 505-15(c). Los cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 505-16.
- i. Canalizaciones prealambradas

Los circuitos separados de intrínsecamente seguros tipo “ic” se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

- (1) En cables separados.
- (2) En cables multiconductores, en los que los conductores de cada circuito están dentro de una armadura metálica puesta a tierra.

- (3) En cables multiconductores, en los que los conductores de cada circuito tienen aislamiento con espesor mínimo de 0.25 milímetros.

**2) Conexiones flexibles.** Cuando debe haber disposiciones para una flexibilidad limitada, se permitirá usar accesorios metálicos flexibles, tubo conduit metálico flexible con accesorios aprobados, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados o cordón flexible de acuerdo con las disposiciones de 505-17, terminado con un conector de cordón aprobado que mantenga el tipo de protección de la terminal del compartimiento.

**NOTA:** Para los requisitos de puesta a tierra cuando se use tubo conduit flexible, ver 505-25(b).

**Excepción:** Para uso en ascensores, debe permitirse un cable para ascensores identificado para tal fin, del Tipo EO, ETP o ETT, especificado en la columna "uso" de la tabla 400-4 para "lugares (clasificados como) peligrosos", que esté terminado con conectores que mantengan el tipo de protección del compartimiento del terminal.

**505-16. Sellado y drenaje.** Los sellos en los sistemas de tubo conduit y cables deben cumplir las disposiciones de (a) hasta (e) siguientes. Se debe usar un compuesto sellante en los accesorios terminales de los cables del tipo MI para prevenir que entre humedad o algún líquido en el aislamiento del cable.

**NOTA 1:** Los sellos se utilizan en los sistemas de tubo conduit y cables para reducir al mínimo el paso de gases y vapores y prevenir el paso de llamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través del tubo conduit. Dicho paso a través del cable del tipo MI se previene en forma inherente a su construcción. A menos que sean diseñados y probados específicamente para el propósito, los sellos de tubo conduit y cables no están diseñados para prevenir el paso de líquidos, gases o vapores a una presión diferencial continua a través del sello. Incluso aunque haya diferencias de presión a través del sello, equivalentes a algunos centímetros de agua, puede haber un paso lento de gases o vapores a través del sello y a través de los conductores que pasan por él. Ver (c)(2)(b) de esta sección. Las temperaturas extremas y los líquidos y vapores muy corrosivos pueden afectar la capacidad del sello para cumplir su función prevista. Ver (d)(2) de esta sección.

**NOTA 2:** A través de los intersticios entre los hilos de los conductores trenzados de tamaño mayor de 33.6 mm<sup>2</sup> (2 AWG) se pueden introducir gases o vapores y propagarse las llamas. Un medio para reducir las entradas y prevenir la propagación de las llamas consiste en utilizar conductores de construcción especial, por ejemplo, de hilos compactados, o sellando los hilos individuales.

**a) Zona 0.** En lugares Clase I, Zona 0, los sellos se deben ubicar de acuerdo con (1), (2) y (3) siguientes.

**1) Sellos del tubo conduit.** Se deben proporcionar sellos a una distancia no mayor de 3.00 metros de donde el tubo conduit sale de un lugar de Zona 0. No debe haber uniones, coples, cajas ni accesorios, excepto reductores aprobados en el sello, en el tramo de tubo conduit entre el sello y el punto en el cual el tubo conduit sale del lugar.

**Excepción:** No se exigirá que esté sellado un tubo conduit rígido continuo que pase completamente a través del lugar de Zona 0 sin accesorios a menos de 30 centímetros más allá de cada límite, si los puntos de terminación del tubo conduit continuo están en lugares no clasificados.

**2) Sellos del cable.** Se deben proporcionar sellos en los cables en el primer punto de terminación después de entrar en el lugar de Zona 0.

**3) No se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama.** No se exigirá que los sellos sean a prueba de explosión o a prueba de llama.

**b) Zona 1.** En lugares Clase I, Zona 1 los sellos se deben ubicar de acuerdo con (1) hasta (8) siguientes.

**1) Envoltentes con protección del tipo "d" o "e".** Se debe instalar un sello a una distancia máxima de 5 centímetros en cada tubo conduit que entra en una envoltente con protección del tipo "e" o "d".

**Excepción 1:** Cuando la envoltente con protección del tipo "d" está marcada para indicar que no requiere sello.

**Excepción 2:** Para protección del tipo "e", se permitirán tubos conduit y accesorios que utilicen únicamente juntas de canalizaciones o accesorios NPT a NPT aprobados para la protección del tipo "e", entre la envoltente y el sello, y no se exigirá que el sello esté a una distancia de 5 centímetros de la entrada.

**NOTA:** Ejemplos de accesorios que usan roscas que no son NPT incluyen los coples de tubo conduit, codos con casquillo, uniones y drenajes de ventilación.

**Excepción 3:** No se exigirá sello para los tubos conduit instalados entre envoltentes con protección del tipo "e" que usan únicamente uniones de canalización o accesorios de tubo conduit NPT a NPT aprobados para la protección del tipo "e".

**2) Equipo a prueba de explosión.** Se deben suministrar sellos de tubo conduit en cada tubo conduit que entra a un equipo a prueba de explosión, de acuerdo con (a), (b) y (c) siguientes.

- a. En cada entrada de tubo conduit a una envolvente a prueba de explosión cuando aplique cualquiera de las condiciones siguientes:
  - (1) La envolvente contiene aparatos tales como interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o resistencias que puedan producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas que se consideren como una fuente de ignición en condiciones normales de funcionamiento, o (2) la entrada es de designador métrico de 53 (tamaño comercial 2) o más grande y la envolvente contenga terminales, empalmes o derivaciones. Para los propósitos de esta sección, se debe considerar como alta temperatura cualquiera que exceda el 80 por ciento de la temperatura de autoignición en grados Celsius, del gas o vapor involucrado.

**Excepción:** No se requerirán sellos para tubo conduit que entra en una envolvente en donde los interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o las resistencias cumplen una de las siguientes condiciones:

- a) Están encerrados dentro de una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores.
  - b) Están sumergidos en aceite.
  - c) Están encerrados dentro de una cámara a prueba de explosión sellada en fábrica ubicado dentro de la envolvente identificado para ese lugar y marcado con las palabras "sellado en fábrica" o equivalente,
- (2) La entrada de la envolvente sea de designador métrico 53 (tamaño comercial 2) o más grande y el envolvente contenga terminales, empalmes y derivaciones.

Un envolvente identificado para el lugar y marcado "línea sellada en fábrica "sellado en fábrica", "Sello no requerido" o un equivalente no se debe considerar que las carcassas selladas en fábrica sirvan como sello para otra envolvente adyacente a prueba de explosión que se exige que tenga un sello de conduit.
  - b. Los sellos de conduit se deben instalar a una distancia máxima de 45 centímetros de la envolvente. Entre el accesorio de sellado y la envolvente a prueba de explosión sólo se permitirán uniones, coples, reductores, codos, codos con casquillo y cajas de paso similares a los tipos en L, en T y en cruz, todos ellos a prueba de explosión y que no sean más grandes que el tamaño comercial del tubo conduit.
  - c. Cuando dos o más envolventes a prueba de explosión para los cuales se exigen sellos de conduit por 505-16 (b)(2), están conectadas mediante niples o tramos de tubo conduit de máximo 90 centímetros de longitud, se debe considerar suficiente un solo sello de conduit en cada conexión con niple o tramo de tubo conduit, si está ubicado a máximo 45 centímetros de cualquiera de las carcassas.

**3) Envolventes presurizadas.** Se deben suministrar sellos de conduit en cada entrada de tubo conduit en una envolvente presurizada, en donde el tubo conduit no está presurizado como parte del sistema de protección. Los sellos de conduit se deben instalar a una distancia no mayor de 45 centímetros de la envolvente presurizada.

**NOTA:** La instalación del sello lo más cerca posible de la envolvente reducirá problemas con el purgado del espacio de aire muerto en el tubo conduit presurizado.

**4) Límite de la Clase I, Zona 1.** Se deben suministrar sellos de tubo conduit en cada tramo de tubo conduit que salga de un lugar de Clase I, Zona 1. Se permitirá ubicar el accesorio de sellado en cualquier lado del límite de dicho lugar, a una distancia no mayor de 3.00 metros de dicho límite y debe estar diseñado e instalado para reducir al mínimo la cantidad de gas o vapor dentro de la porción de tubo conduit de la Zona 1 que se comunique con el tubo conduit que está más allá del sello. En el tramo comprendido entre el sello del tubo conduit y el punto en el que el tubo conduit sale del lugar de Zona 1, no debe haber uniones, coples, cajas ni accesorios, excepto los reductores a prueba de explosión, en el sello del tubo conduit.

**Excepción:** No se exigirá sellar los tubos conduit metálicos que no contengan uniones, coples, cajas o accesorios y que atraviesen completamente un lugar de Clase I, División 1 y que no tengan accesorios a menos de 30 centímetros más allá de cada límite, si los puntos de terminación del tubo conduit continuo están en lugares no clasificados.

**5) Cables con capacidad para transmitir gases o vapores.** En los tubos conduit que contengan cables con forro continuo hermético a los gases y vapores, a través de cuyo núcleo central puedan transmitir gases o

vapores, se deben sellar en el lugar de Zona 1 después de quitar la cubierta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee a cada conductor con aislamiento individual o tubo de fibra óptica y a la cubierta externa.

**Excepción:** Los cables multiconductores con un forro continuo hermético a los gases y vapores, a través de cuyo núcleo central se puedan transmitir gases o vapores, se pueden considerar como un solo conductor, sellando el cable en el tubo conduit a una distancia no mayor de 45 centímetros de la envolvente y el extremo del cable dentro de la envolvente con un medio aprobado para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de las llamas dentro del núcleo del cable, o por otros métodos aprobados. Para cables con pantalla y cables de pares trenzados no se exigirá quitar el material de blindaje ni separar el par trenzado.

**6) Cables sin capacidad para transmitir gases o vapores.** Si el cable no tiene la capacidad para transmitir gases o vapores a través de su núcleo central, cada cable multiconductor o de multifibras ópticas instalado en tubo conduit se debe considerar como un solo conductor o como un solo tubo de fibra óptica. Estos cables se deben sellar de acuerdo con 505-16(d).

**7) Cables que entran en las carcasas.** Se deben suministrar sellos de cable para cada cable que entre en envolventes a prueba de explosión o a prueba de llama. El sello debe cumplir con 505-16(d).

**8) Límite de la Clase I, Zona 1.** Los cables se deben sellar en el punto en el cual salen del lugar de Zona 1.

**Excepción:** Cuando el cable está sellado en su punto de terminación.

**c) Zona 2.** En lugares Clase I, Zona 2 los sellos se deben ubicar de acuerdo con (1) y (2) siguientes.

**1) Sellos de conduit.** Los sellos de conduit se deben ubicar de acuerdo con (a) y (b)

- a. Para las conexiones con envolventes que se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama, se debe instalar un sello de conduit de acuerdo con (b)(1) y (b)(2) siguientes. Todas las porciones del tramo de tubo conduit o niple entre el sello y dicha envolvente deben cumplir lo establecido en (b) siguiente.
- b. En cada tramo de tubo conduit que pase de lugares Clase I, Zona 2 a lugares no clasificados. Se permitirá que el accesorio de sellado esté a cualquier lado del límite de dicho lugar y a una distancia no mayor de 3.00 metros de dicho límite, y debe estar diseñado e instalado para reducir al mínimo la cantidad de gas o vapor en la porción de tubo conduit dentro de la Zona 2 que se comunique con el tubo conduit que está más allá del sello. Entre el accesorio de sellado y el punto en el cual el tubo conduit sale del lugar de la Zona 2, se debe usar tubo conduit metálico pesado o tubo conduit semipesado de acero roscado, y se debe usar una conexión roscada en el accesorio de sellado. Excepto por los reductores a prueba de explosión aprobados en el sello del tubo conduit, no debe haber uniones, coples, cajas o accesorios entre el sello de conduit y el punto en el cual el tubo conduit sale del lugar de Zona 2. Los tubos conduit se deben sellar para minimizar la cantidad de gas o vapor dentro de la parte del tubo conduit que está en la Clase 1, Zona 2 que comunica al tubo conduit más allá del sello. Tales sellos no se requerirán a prueba de llama o explosión, pero deben estar identificados para el propósito de minimizar el paso de gases bajo condiciones normales de operación y deben ser accesibles.

**Excepción 1:** No se exigirá sellar los tubos conduit metálicos que no contengan uniones, coples, cajas ni accesorios, que atraviesen completamente un lugar de Clase I, Zona 2 y que no tengan accesorios a menos de 30 centímetros más allá de cada límite, si los puntos de terminación de los tubos conduit continuos están en lugares no clasificados.

**Excepción 2:** No se exigirá sellar, en el punto donde pasan desde un lugar de Clase I Zona 2 hasta un lugar no clasificado, los sistemas de tubos conduit que terminan en lugares no clasificados, cuando se hace una transición del método de alambrado a charola portacables, grupo o ensamble de cables, electroductos (*busway*) ventiladas, cable del tipo MI o a un cable no instalado en ninguna charola portacables o sistema de canalización. El lugar no clasificado debe ser exterior, o se permitirá que sea interior si el sistema de tubos conduit está todo en un solo cuarto. Los tubos conduit no deben terminar en una envolvente que contenga fuentes de ignición en condiciones normales de funcionamiento.

**Excepción 3:** No se exigirá un sello en el límite en los sistemas de tubos conduit que pasen desde una envolvente o cuarto no clasificado, como resultado de la presurización, hasta un lugar de Clase I, Zona 2.

**Excepción 4:** No se exigirá sellar los segmentos del sistema de tubos conduit sobre el piso, cuando pasen desde un lugar de Clase I, División 2 a un lugar no clasificado, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Ninguna parte del segmento del sistema de tubos conduit que pasa a través de un lugar Zona 0 o Zona 1, tiene uniones, coples, cajas o accesorios dentro de una distancia de 30 centímetros del lugar Zona 0 o Zona 1.
- (2) El segmento del sistema de tubos conduit está localizado completamente en el exterior.
- (3) El segmento del sistema de tubos conduit no está conectado directamente a bombas encapsuladas, conexiones de proceso o de servicio para mediciones de presión, de caudal o de análisis, etc., que dependan de un sólo sello de compresión, diafragma o tubo para prevenir la entrada de fluidos inflamables o combustibles al sistema de tubos conduit.
- (4) El segmento del sistema de tubos conduit contiene únicamente tubos conduit metálicos, uniones, coples, cajas de paso y accesorios roscados en el lugar no clasificado.
- (5) El segmento del sistema de tubos conduit está sellado en su entrada a cada envolvente o a accesorios terminales de carcasas que contengan terminales, empalmes o derivaciones en lugares Zona 2.

**2) Sellos de cable.** Los sellos de cable se deben colocar de acuerdo con (a), (b) y (c) siguientes.

- a. Envolventes a prueba de explosión o a prueba de llama. Los cables que entren en envolventes que se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama se deben sellar en el punto de entrada. El sello debe cumplir con 505-16(d). Los cables multiconductores o de multifibras ópticas, con un forro continuo hermético a los gases y al vapor, con capacidad para transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, se deben sellar en el lugar de Zona 2, después de quitar la cubierta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee a cada conductor con aislamiento individual de una manera tal que reduzca al mínimo el paso de gases y vapores. Los cables multiconductores o de multifibras ópticas instalados en tubo conduit se deben sellar como se describe en 505-16(b)(4).

**Excepción 1:** No se exigirá sello en el límite para los cables que pasen desde una envolvente o cuarto no clasificado como resultado de una presurización tipo Z, hasta un lugar de Zona 2.

**Excepción 2:** En cables con pantalla y cables de pares trenzados no se exigirá remover el material de blindaje ni separar los pares trenzados, siempre que la terminación esté hecha por medios aprobados para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de la llama dentro del núcleo del cable.

- b. Cables que no transmiten gases ni vapores. No se exigirá sellar los cables con forro continuo hermético al vapor y a los gases y que no transmitan gases ni vapores a través del núcleo del cable por encima de la cantidad permitida para los accesorios de sellado, excepto lo exigido en 505-16(c)(2)(a). El tramo mínimo de dichos cables no debe ser inferior a la longitud que limite el flujo de gases o vapores a través del núcleo de cable a la tasa permitida para los accesorios de sellado,  $200 \text{ cm}^3/\text{h}$  de aire a una presión de 1500 pascales ( $0.02 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ).

**NOTA:** El núcleo del cable no incluye los intersticios entre los hilos trenzados de los conductores.

- c. Cables con capacidad de transmitir gases o vapores. No se exigirá sellar los cables que tienen un forro continuo hermético al vapor y a los gases, que puedan transmitir gases o vapores a través del núcleo, excepto lo exigido en 505-16(c)(2)(a), a menos que el cable esté conectado a dispositivos o equipos de procesos que puedan originar una presión mayor que 1500 pascales ( $0.02 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ) ejercida en el extremo del cable, en cuyo caso se debe instalar un sello, barrera u otro medio que impida la migración de vapores o gases inflamables hacia un lugar no clasificado.

**Excepción:** Se permitirá que los cables con un forro ininterrumpido hermético a gases y vapores pase sin sellos a través de un lugar Clase I, Zona 2.

- d. Cables sin forro continuo hermético a gases y vapores. Los cables sin forro continuo hermético a gases y vapores se deben sellar en el límite de los lugares de Zona 2 y no clasificado, de manera que se reduzca al mínimo el paso de gases o vapores hacia el lugar no clasificado.

**NOTA:** El forro del cable puede ser de material metálico o no metálico.

**d) Clase I, Zonas 0, 1 y 2.** Donde se exijan sellos en los lugares Clase I, Zonas 0, 1 y 2, deben cumplir con lo establecido en (1) hasta (5) siguientes.

**1) Accesorios.** Las envolventes para conexiones o equipos deben tener medios integrales para su sellado, o se deben utilizar accesorios de sellado aprobados para el lugar. Los accesorios de sellado deben estar aprobados para uso con uno o más compuestos específicos y deben ser accesibles.

**2) Compuesto.** El compuesto debe proporcionar un sello contra el paso de gases o vapores a través del accesorio de sellado, no debe ser afectado por la atmósfera o los líquidos circundantes, y su punto de fusión no debe ser inferior a 93 °C.

**3) Espesor del compuesto.** En un sello terminado, el espesor mínimo del compuesto sellante no debe ser menor al tamaño comercial del accesorio de sellado, y en ningún caso menor de 16 milímetros.

**Excepción:** No se exigirá que los accesorios de sellado para cables tengan un espesor mínimo igual al tamaño comercial del accesorio.

**4) Empalmes y derivaciones.** No se deben hacer empalmes ni derivaciones en accesorios proyectados únicamente para sellamiento con compuesto, y los accesorios en los que se hayan hecho empalmes y conexiones no se deben rellenar con compuesto.

**5) Porcentaje de ocupación de los conductores o fibras ópticas.** El área de la sección transversal de los conductores o tubos de fibra óptica (metálicos o no metálicos) permitidos en un sello no debe exceder el 25 por ciento del área de la sección transversal del tubo conduit metálico pesado del mismo tamaño comercial, a menos que esté aprobado específicamente para un porcentaje de ocupación mayor.

#### **e) Drenaje**

**1) Equipo de control.** Cuando exista la probabilidad de que puedan quedar atrapados líquidos u otros vapores condensados dentro de las envolventes para equipos de control o en cualquier punto de un sistema de canalización, se deben proporcionar medios aprobados para prevenir la acumulación o para permitir el drenaje periódico de dichos líquidos o vapores condensados.

**2) Motores y generadores.** Cuando se estime que existe la probabilidad de que se acumulen líquidos o vapores condensados dentro de los motores o generadores, las uniones y los sistemas de tubos conduit se deben instalar de forma que se reduzca al mínimo la entrada de líquidos. Si se juzga necesario un medio para prevenir la acumulación o para permitir el drenaje periódico, dicho medio debe instalarse en la fábrica y se debe considerar como parte integral de la máquina.

#### **505-17 Cables, cordones y conexiones flexibles en lugares Clase I, Zonas 1 y 2.**

**a) Cordones flexibles, Clase I, Zonas 1 y 2.** Se permitirá un cordón flexible para la conexión entre el equipo portátil de alumbrado u otro equipo de utilización portátil y la porción fija de su circuito de alimentación. También se permitirá usar cordón flexible para la porción del circuito donde los métodos de alambrado fijos de 505-15(b) y (c) no pueden proporcionar el grado necesario de movimiento para el equipo eléctrico de utilización fijo y móvil, en un establecimiento industrial donde las condiciones de mantenimiento y supervisión de ingeniería garantizan que únicamente personas calificadas instalarán y atenderán la instalación y el cordón flexible esté protegido contra daños por su ubicación o por una protección adecuada. La longitud del cordón flexible debe ser continua. Cuando se usen cordones flexibles, éstos deben cumplir con las siguientes condiciones:

- (1) Ser de un tipo aprobado para uso extra rudo.
- (2) Contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra de equipos que cumpla lo establecido en 400-23.
- (3) Estar conectados a las terminales o a los conductores de alimentación de una manera aprobada.
- (4) Estar sostenidos por abrazaderas u otro medio adecuado de una manera que prevenga la tensión mecánica en las conexiones de los terminales.
- (5) Estar equipados con conector de cordón aprobado para mantener el tipo de protección en donde el cordón flexible entre en cajas, accesorios o envolventes que se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama.
- (6) El cordón que entre en una envolvente con seguridad incrementada "e" debe terminar con un conector aprobado de cordón para seguridad incrementada "e".

**NOTA:** Ver 400-10 con respecto a los usos permitidos de los cordones flexibles.

Las bombas eléctricas sumergibles con medios para su retiro sin entrar en el foso mojado se deben considerar como equipo de utilización portátil. Se permitirá la extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre el pozo y la fuente de alimentación.

Los mezcladores eléctricos proyectados para entrar y salir de tanques o recipientes de mezcla del tipo abierto se deben considerar equipo de utilización portátil.

**NOTA:** Ver 505-18 con respecto a los cordones flexibles sujetos a líquidos con efectos dañinos en el aislamiento del conductor.

**b) Conexiones de instrumentación para la zona 2.** Para facilitar los reemplazos, debe permitirse conectar los instrumentos de control de procesos mediante cordones flexibles, clavijas de conexión y contactos, siempre que se apliquen todas las siguientes condiciones:

(1) Se provea un interruptor para Zona 2, de modo que no se dependa de la clavija de conexión para interrumpir la corriente, a menos que el circuito sea de tipo de protección "ia", "ib" o "ic", en cuyo caso no se requiere el interruptor.

(2) La corriente no exceda de 3 amperes a 120 volts nominales.

(3) El cordón de alimentación no tenga más de 90 centímetros, sea de un tipo adecuado para uso extra rudo para uso rudo, si está protegido por su ubicación, y está alimentado a través de una clavija de conexión y un contacto del tipo de seguridad y con polo a tierra.

(4) Se provean solamente los contactos necesarios.

(5) El contacto lleve una etiqueta que advierta contra la desconexión bajo carga

#### **505-18. Conductores y aislamiento del conductor.**

**a) Conductores.** Para el tipo de protección "e", los conductores de alambrado de campo deben ser de cobre. Todo conductor (incluidos los de repuesto) que entren en equipos del tipo "e" debe terminar en una terminal del tipo "e".

**b) Aislamiento del conductor.** Cuando los líquidos o vapores condensados puedan acumularse sobre o entrar en contacto con el aislamiento de los conductores, dicho aislamiento debe ser de un tipo identificado para uso en estas condiciones, o el aislamiento debe estar protegido por un recubrimiento de plomo o por otro medio aprobado.

**505-19. Partes expuestas sin aislar.** No debe haber partes expuestas sin aislar, como conductores eléctricos, barras conductoras, terminales o componentes que funcionen a más de 30 volts (15 volts en lugares mojados). Estas partes se deben proteger además con un tipo de protección ia, ib o nA que sea adecuado para el lugar.

#### **505-20. Requisitos para los equipos**

**a) Zona 0.** En áreas Clase I, Zona 0 se permiten únicamente equipos específicamente aprobados y marcados como adecuados para uso en esas áreas.

**Excepción:** Se permite utilizar equipos intrínsecamente seguros aprobados para uso en áreas Clase I, División 1 para el mismo gas, o como se permite en 505-9(b)(2) y con una temperatura nominal adecuada.

**b) Zona 1.** En áreas Clase I, Zona 1 se permiten únicamente equipos específicamente aprobados y marcados como adecuados para uso en esas áreas.

**Excepción 1:** Se permite utilizar equipos aprobados para uso en áreas Clase I, División 1 o aprobados para uso en áreas Zona 0 para el mismo gas, o como se permite en 505-9(b)(2) y con una temperatura nominal adecuada

**Excepción 2:** Se permitirá usar equipos identificados para Clase I, Zona 1 o Zona 2 y con protección del tipo "p".

**c) Zona 2.** En áreas Clase I, Zona 2 se permiten únicamente equipos específicamente aprobados y marcados como adecuados para uso en esas áreas.

**Excepción 1:** Se permite utilizar equipos aprobados para uso en áreas Zona 0 o Zona 1 para el mismo gas, o como se permite en 505-9(b)(2) y con una temperatura nominal adecuada.

**Excepción 2:** Se permitirá usar equipos identificados para Clase I, Zona 1 o Zona 2 y con protección del tipo "p".

**Excepción 3:** Se permite utilizar equipos aprobados para uso en áreas Clase I, División 1 o División 2 para el mismo gas, o como se permite en 505-9(b)(2) y con una temperatura nominal adecuada.

**Excepción 4:** En áreas Clase I Zona 2 se permite la instalación de motores abiertos o motores cerrados que no son a prueba de explosión ni a prueba de llama, como los motores de inducción de jaula de ardilla, sin

escobillas, sin mecanismos de conmutación o dispositivos similares que producen arcos eléctricos, que no están identificados para uso en un área Clase 1, Zona 2.

**NOTA 1:** Es importante considerar la temperatura de las superficies interna y externa que pueden estar expuestas a la atmósfera inflamable.

**NOTA 2:** Es importante considerar el riesgo de ignición debido a las corrientes que producen arcos a través de discontinuidades y de sobrecalentamiento de partes en envolventes de múltiples secciones de motores y generadores de gran tamaño. Estos motores y generadores pueden necesitar puentes de unión equipotencial en las juntas de la envolvente y de la envolvente a tierra. Si se sospecha la presencia de gases o vapores inflamables, se puede necesitar una purga con aire limpio inmediatamente antes y durante los periodos de arranque.

**d) Materiales.** Se permitirán equipos marcados como de Grupo IIC para aplicaciones que requieran equipos de Grupo IIA o de Grupo IIB. De manera similar, deben permitirse equipos marcados como de Grupo IIB para aplicaciones que requieran equipos de Grupo IIA.

Se permitirán equipos marcados para gases o vapores específicos para aplicaciones donde pueda haber gases o vapores específicos.

**NOTA:** Un ejemplo común combina estas marcas con equipos marcados IIB +H2. Estos equipos son adecuados para aplicaciones que requieran equipos de Grupo IIA, equipos de Grupo IIB o equipos para atmósferas de hidrógeno.

**e) Instrucciones del fabricante.** El equipo eléctrico instalado en áreas peligrosas (clasificadas) se debe instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

**505-22. Motores y generadores de seguridad incrementada "e".** En áreas Clase I, Zona 1, los motores y generadores de seguridad incrementada "e", de todas las capacidades de tensión, deben estar aprobados para áreas Zona 1 y deben cumplir con (1) hasta (8) siguientes:

- (1) Los motores se deben marcar con la relación de corriente,  $I_A/I_N$  y un tiempo  $t_E$ .
- (2) Los motores deben tener los controladores identificados con el número de modelo o de identificación, potencia nominal de salida (en kilowatts o en caballos de fuerza), corriente de plena carga en amperes, relación de corriente de arranque ( $I_A/I_N$ ) y tiempo ( $t_E$ ) de los motores que van a proteger; el marcado del controlador también debe incluir el tipo específico de protección contra sobrecarga (y ajuste, si es aplicable) que está aprobado con el motor o generador.
- (3) Las conexiones se deben hacer con las terminales específicas aprobadas con el motor o generador.
- (4) Se permite que las cajas de las terminales sean de un material sólido, no metálico y no combustible, siempre que estén equipadas con medios internos para puesta a tierra entre la carcasa del motor y la conexión de puesta a tierra del equipo, incorporados dentro de la caja.
- (5) Las disposiciones de la parte C del Artículo 430 se deben aplicar, independientemente de la tensión del motor.
- (6) Los motores se deben proteger contra sobrecarga por un dispositivo separado que responda a la corriente del motor. Este dispositivo se debe seleccionar para que dispare, o se debe ajustar de acuerdo con la aprobación del motor y su protección contra sobrecarga.
- (7) Las Secciones 430-32(c) y 430-44 no se deben aplicar a estos motores, y
- (8) La protección contra sobrecarga del motor no se debe bloquear o quitar durante el periodo de arranque.

**NOTA:** Los generadores accionados por motor, compresores alternativos y otros equipos instalados en lugares de Clase I, Zona 2, pueden presentar un riesgo de ignición de los materiales inflamables, asociados con abastecimiento de combustible, arranque, compresión, etc., debido a una liberación involuntaria o al mal funcionamiento de los equipos por causa del sistema y los controles de ignición de motores.

**505-25. Puesta a tierra y unión.** Independientemente de la tensión del sistema eléctrico, la puesta a tierra y la unión deben cumplir con el Artículo 250 y con los requisitos (a) y (b) siguientes.

**a) Uniones.** No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones,

accesorios, cajas, envoltentes, etc., que intervienen entre los lugares Clase I y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

**Excepción:** Los medios específicos de unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor puesto a tierra del circuito y el electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, como se especifica en 250-32(b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicada en el lado carga del medio de desconexión.

**b) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos.** Los tubos conduit metálicos flexibles o tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos, deben incluir puentes de unión de equipos del tipo de alambre que cumpla con 250-102.

**Excepción:** En lugares Clase I, Zona 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- a. Se usa tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos de 1.80 metros o menos de longitud, con los accesorios aprobados para puesta a tierra.
- b. La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperes o menos.
- c. La carga no es una carga de utilización de potencia.

**505-26. Sellado de procesos.** Esta sección es aplicable a los equipos conectados al proceso, que incluyen, pero no están limitados a, bombas encapsuladas, bombas sumergibles, a instrumentos de análisis y medición de flujo, de presión o de temperatura. Un sello de proceso es un dispositivo que previene la migración de fluidos del proceso del confinamiento designado al interior del sistema eléctrico externo. El equipo eléctrico conectado al proceso que tenga un solo sello de proceso, tal como un sello de compresión, diafragma o tubo para prevenir la entrada de fluidos inflamables o combustibles a la canalización o al sistema de cables capaces de transmitir fluidos, debe ser provisto de medios adicionales para mitigar una falla simple del sello del proceso. Los medios adicionales pueden incluir, pero no están limitados a lo siguiente:

- (1) Una barrera que pueda soportar las condiciones de presión y temperatura del proceso a los que estaría sujeta en caso de falla simple del sello del proceso. Debe haber una abertura o drenaje entre el sello del proceso y la barrera. Debe haber una indicación de la falla del sello del proceso, que puede ser una señal visible de la fuga, una alarma sonora o cualquier otra forma de monitoreo.
- (2) La instalación de un ensamble de cables aprobados Tipo MI, dimensionado a no menos del 125 por ciento de la presión del proceso y no menos del 125 por ciento de la temperatura máxima del proceso (en grados Celsius), entre el cable o la canalización y el sello del proceso.
- (3) Una abertura o drenaje localizado entre el sello del proceso y el sello de la canalización o cable. La abertura o drenaje debe estar suficientemente dimensionado para prevenir una sobrepresión mayor de 1500 pascales (0.02 kg/cm<sup>2</sup>) en el sello de la canalización o del cable. Debe haber una indicación de la falla del sello del proceso que puede ser una señal visible de la fuga, una alarma sonora o cualquier otra forma de monitoreo.
- (4) Un sello secundario complementario marcado como "sello secundario" y adecuado para las condiciones de presión y temperatura a las cuales estará sometido ante la falla del sello de proceso único.

No se requerirán otros medios adicionales de sellado para el equipo eléctrico conectado al proceso que no depende de un solo sello de proceso o esté aprobado y marcado "sello sencillo" o "sello dual".

#### ARTÍCULO 506

#### LUGARES EN ZONAS 20, 21 Y 22 PARA POLVOS COMBUSTIBLES

#### O FIBRAS/PARTÍCULAS SUSPENDIDAS INFLAMABLES

**506-1 Alcance.** Este artículo trata de los requisitos para el sistema de clasificación por zonas como alternativa al sistema de clasificación por división del que tratan los artículos 500, 502 y 503 para equipo eléctrico y electrónico y del alambrado para todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) en Zona 20, Zona 21 y Zona 22, donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debido a polvos combustibles o fibras/partículas suspendidas inflamables. Los polvos metálicos combustibles no están cubiertos por los requisitos de este artículo.

**NOTA 1:** Ver los Artículos 500 a 505 con respecto a los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y del alambrado, para todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) de Clase I, División 1 o División 2; Clase II, División 1 o División 2; Clase III, División 1 o División 2 y Clase I, Zona 0 o Zona 1 o Zona 2 en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debidos a gases, vapores o líquidos inflamables, o polvos o fibras combustibles.

**NOTA 2:** Zona 20, Zona 21 y Zona 22 son clasificaciones de área que se basan en el sistema de clasificación de área de IEC (International Electrotechnical Commission) modificado,

**NOTA 3:** Los peligros únicos asociados con agentes explosivos, pirotécnicos y de demolición no se tratan en este artículo.

**506-2. Definiciones.** Para los fines de este Artículo, se aplican las siguientes definiciones:

**Protección por encapsulación “m”:** Tipo de protección donde las partes que podrían causar la ignición de una mezcla de polvo o fibras/partículas combustibles en aire, están protegidas mediante una envoltura de un compuesto, de manera que la atmósfera explosiva no pueda ser encendida.

**NOTA:** La encapsulación se designa como nivel de protección “maD” para uso en lugares de Zona 20. La encapsulación se designa como nivel de protección “mbD” para uso en lugares de Zona 21. El encapsulado se designa como tipo de protección “mc” para uso en lugares de Zona 22.

**Protección mediante envoltura “t”:** Tipo de protección para atmósferas de polvo explosivo donde el aparato eléctrico tiene una envoltura que brinda protección contra el ingreso de polvo y medios para limitar las temperaturas superficiales.

**NOTA:** La protección mediante envoltura se designa como nivel de protección “ta” para uso en lugares de Zona 20. La protección mediante envoltura se designa como nivel de protección “tb” o “tD” para uso en lugares de Zona 21. La protección mediante envoltura se designa como nivel de protección “tc” o “tD” para uso en lugares de Zona 22.

**Protección mediante seguridad intrínseca “i”:** Tipo de protección donde ninguna chispa o efecto térmico puede causar ignición de una mezcla de polvo, fibras o partículas combustibles en aire, bajo condiciones de prueba prescritas.

**Protección mediante presurización “p”:** Tipo de protección contra el ingreso de una mezcla de polvo o fibras/partículas combustibles en aire en una envoltura que contiene equipo eléctrico, al suministrar y mantener una atmósfera de gas protector dentro de la envoltura a una presión por encima de la atmósfera externa.

**NOTA:** La seguridad intrínseca se designa como nivel de protección “iaD” o “ia” para uso en lugares de Zona 20. La seguridad intrínseca se designa como nivel de protección “ibD” o “ib” para uso en lugares de Zona 21. La seguridad intrínseca se designa como tipo de protección “ic” para uso en lugares de Zona 22.

**506-3. Otros artículos.** Todas las demás reglas aplicables contenidas en esta NOM se deben aplicar a los equipos eléctricos y al cableado instalados en lugares (clasificados como) peligrosos.

**Excepción:** Según las modificaciones descritas en el Artículo 504 y en el presente artículo

**506-4. Generalidades.**

**a) Documentación para ocupaciones industriales.** Todas las áreas designadas como lugares peligrosos (clasificados) deben estar documentadas adecuadamente. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

**b) Normas de referencia.** Información importante relacionada con los temas tratados en el Capítulo 5 se puede encontrar en apéndice B.

**506-5. Clasificaciones de lugares.**

**a) Clasificaciones de lugares.** Los lugares se deben clasificar con base en las propiedades de los polvos combustibles o fibras/partículas inflamables que pueda haber en ellos, y por la posibilidad de que estén presentes combustibles, concentraciones de combustibles o cantidades de combustibles. Para determinar la clasificación, cada recinto, sección o área se debe considerar individualmente. Cuando los únicos materiales

utilizados o manipulados en estos lugares sean pirofóricos, estos lugares están fuera del alcance de este artículo.

**b) Lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22.** Los lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 son aquellos en los que hay o puede haber polvos combustibles o fibras/partículas inflamables en el aire o en capas, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 deben incluir los especificados en (1), (2) y (3) siguientes.

**NOTA:** Aplicando el ingenio en el diseño de la disposición de las instalaciones eléctricas para lugares peligrosos (clasificados), frecuentemente se pueden ubicar la mayor parte de los equipos en un nivel menor de clasificación, y así reducir el número de equipos especiales necesarios.

**1) Zona 20.** Un lugar de Zona 20, es un lugar en el cual puede ocurrir cualquiera de los dos siguientes:

- a. Están presentes continuamente concentraciones inflamables de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables.
- b. En el cual están presentes por largos periodos de tiempo concentraciones de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables.

**NOTA:** La clasificación de Zona 20 incluye los lugares dentro de sistemas de contenedores de polvo, tolvas, silos, etc., ciclones y filtros, sistemas de transporte de polvo, excepto algunas partes de bandas y cadenas transportadoras, etc.; mezcladores, molinos, secadores, equipo de empaque, etc.

**2) Zona 21.** Un lugar de Zona 21 es un lugar puede ocurrir cualquiera de los cuatro siguientes:

- a. En el que es probable que haya presencia ocasional, en condiciones de funcionamiento normal, de concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, o
- b. En el cual, debido a operaciones de reparación o mantenimiento o a fugas, frecuentemente pueden existir concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables; o
- c. En el cual se operan equipos o se realizan procesos, de tal naturaleza que la ruptura o funcionamiento defectuoso de equipos pueden liberar concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables y simultáneamente pueden causar una falla en el equipo eléctrico de manera que provoque directamente que el equipo eléctrico se convierta en una fuente de ignición; o
- d. Que está adyacente a un lugar de Zona 20 desde el que podrían pasarse concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, a menos que ese paso se prevenga mediante una ventilación de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y con medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

**Excepción:** Cuando la comunicación con una Zona 20 adyacente se minimiza con una adecuada ventilación a presión de aire limpio y se proporcionen salvaguardas efectivas contra fallas de la ventilación.

**NOTA:** Esta clasificación usualmente incluye lugares afuera de los contenedores de polvo y en la cercanía inmediata de las puertas de acceso sometidas a remoción o apertura frecuente con propósitos de operación cuando hay presencia interna de mezclas combustibles; los lugares afuera de los contenedores de polvo en la proximidad de los puntos de llenado y vaciado, bandas de alimentación, puntos de muestreo, estaciones de descarga para camiones, puntos de descarga sobre bandas, etc. donde no se aplican medidas para prevenir la formación de mezclas combustibles; lugares afuera de los contenedores de polvo donde se acumula el polvo y es probable que, debido a operaciones del proceso, se altere la capa de polvo y forme mezclas combustibles; lugares dentro de los contenedores de polvo donde existe la probabilidad de que se formen nubes de polvo explosivo (pero no continuamente, ni por largos periodos de tiempo y tampoco frecuentemente) como, por ejemplo, silos (si se llenan o vacían sólo ocasionalmente) y el lado sucio de los filtros cuando se dan intervalos largos de auto limpieza.

**3) Zona 22.** Un lugar de Zona 22 es un lugar donde aplica alguna de las siguientes:

- a. En el cual no es probable la presencia, en condiciones de funcionamiento normal, de concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables y, si se presentan, sólo persistirán por un periodo corto, o
- b. En el cual se manipulan, procesan o utilizan polvo combustible o fibras/partículas inflamables, pero en el que normalmente el polvo combustible o fibras/partículas inflamables están confinados dentro de recipientes cerrados de sistemas cerrados, de donde pueden escapar únicamente como resultado

del funcionamiento anormal del equipo con el cual se manipulan, procesan o utilizan los polvos o las fibras/partículas; o

- c. Que está adyacente a un lugar de Zona 21 desde el que podrían pasar concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, a menos que ese paso se prevenga mediante una ventilación de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y con medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

**NOTA 1:** Esta clasificación usualmente incluye las salidas de las aberturas de los filtros de bolsa, dado que en caso de mal funcionamiento puede haber emisión de mezclas combustibles; lugares cerca de equipos que se deben abrir a intervalos no frecuentes o equipos que, según la experiencia, pueden crear fugas fácilmente donde, debido a la presión mayor a la atmosférica, el polvo pueda salirse del local; equipos neumáticos, conexiones flexibles que se puedan dañar, etc.; lugares de almacenamiento para costales que contengan productos en polvo, puesto que se pueden presentar fallas en los costales durante su manipulación causando un escape de polvo; y lugares donde se forman capas de polvo controlables que probablemente originen mezclas explosivas de polvo y aire. Sólo cuando se retire la capa de polvo antes de que se puedan formar mezclas peligrosas de polvo y aire, el área se podrá designar como no peligrosa.

**NOTA 2:** Los lugares que normalmente se clasifican como Zona 21 pueden clasificarse como Zona 22 cuando se emplean medidas para prevenir la formación de mezclas explosivas de polvo y aire. Tales medidas incluyen ventilación por extracción. Las medidas se deben utilizar en la vecindad de los puntos de llenado y vaciado (de costales), bandas de alimentación, puntos de muestreo, estaciones de descarga para camiones, puntos de descarga sobre bandas, etc.

**506-6. Grupos de materiales.** Para fines de prueba, aprobación y clasificación por áreas, las distintas mezclas de aire (no enriquecidas con oxígeno) se deben agrupar como se indica a continuación:

- a) Grupo IIIC. Polvo metálico combustible. El Grupo IIIC será considerado equivalente a Clase II, Grupo E
- b) Grupo IIIB. Polvo combustible que no sea polvo metálico combustible. El Grupo IIIB será considerado equivalente a Clase II, Grupo F y C
- c) Grupo IIIA. Partículas sólidas, incluidas fibras, de más de 500 µm de tamaño nominal, que pueden estar suspendidas en aire y podrían asentarse fuera de la atmósfera por su propio peso. El Grupo IIIA debe considerarse como equivalente a la Clase III.

**NOTA:** Entre los ejemplos de partículas suspendidas se incluyen rayón, algodón (incluidas las pelusas y la borra), sisal, yute, cáñamo, fibra de cacao y estopa.

**506-7. Precaución especial.** El Artículo 506 exige que la construcción e instalación del equipo garanticen el desempeño seguro bajo condiciones adecuadas de uso y mantenimiento.

**NOTA:** Es importante que las autoridades a cargo de la inspección y los usuarios ejerzan un cuidado mayor al normal con relación a la instalación y el mantenimiento del equipo eléctrico en lugares peligrosos (clasificados).

**a) Implementación del sistema de clasificación por zonas.** La clasificación de las áreas, la ingeniería y el diseño, la selección de equipo y los métodos de alambrado, la instalación y la inspección deben ser realizados por personas calificadas.

**b) Clasificación doble.** En los casos de áreas dentro del mismo predio clasificadas independientemente, se permitirá que los lugares de Zona 22 estén junto a, pero que no se traslapen con los lugares de Clase II o Clase III, División 2. Los lugares de Zona 20 o Zona 21 no deben estar junto a lugares de Clase II o Clase III, División 1 o División 2.

**c) Reclasificación permitida.** Se permitirá que un lugar de Clase II o Clase III, División 1 o División 2 se reclasifique como un lugar de Zona 20, Zona 21 o Zona 22, siempre que todo el espacio que se clasifica debido a una sola fuente de polvo combustible o fibras/partículas inflamables se reclasifique según los requisitos de este artículo.

**d) Presencia simultánea de gases inflamables y polvos o fibras/partículas combustibles.** Cuando gases inflamables y polvos o fibras/partículas combustibles están presentes o puedan estarlo al mismo tiempo, la presencia simultánea se debe tomar en consideración durante la selección e instalación del equipo eléctrico y de los métodos de alambrado, incluyendo la determinación de la temperatura segura de funcionamiento del equipo eléctrico.

**506-8. Técnicas de protección.** Las técnicas de protección aceptables para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en lugares peligrosos (clasificados) deben ser como las descritas de (a) hasta (k) siguientes.

**a) A prueba de ignición de polvo.** Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

**b) Presurizado.** Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

**c) Intrínsecamente segura.** Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

**d) Hermético al polvo.** Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 22 para las cuales estén identificados.

**e) Protección por encapsulación "m".** Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

**NOTA:** Para la descripción de las subdivisiones de encapsulación véase 506-9(c)(2)(3).

**f) Equipo no incendiario.** Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 22 para las cuales estén identificados.

**g) Protección mediante envolvente "t".** Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

**NOTA:** Ver Tabla 506-9(c)(2)(3) para acceder a la descripción de las subdivisiones de la protección mediante envolvente "t".

**h) Protección mediante presurización "pD".** Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

**i) Protección mediante seguridad intrínseca "iD".** Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

#### **506-9. Requisitos del Equipo.**

**a) Apropiado.** El equipo identificado se debe determinar como apropiado mediante uno de los siguientes:

- (1) Equipo aprobado o marcado.
- (2) Evidencia de la evaluación del equipo por parte de un laboratorio de prueba aprobado o de una entidad de inspección involucrada en la evaluación de producto.
- (3) Evidencia aceptable para la autoridad competente tal como la autoevaluación del fabricante o el criterio de ingeniería del propietario.

**NOTA:** La documentación adicional para el equipo puede incluir certificados que demuestren la conformidad con las normas aplicables al equipo, que indiquen las condiciones especiales de uso y otra información pertinente.

**Tabla 506-9(c)(2)(3).- Designación de tipos de protección**

Designación	Técnica	Zona *
iaD	Protección mediante seguridad intrínseca	20
ia	Protección mediante seguridad intrínseca	20
ibD	Protección mediante seguridad intrínseca	21
ib	Protección mediante seguridad intrínseca	21
ic	Protección mediante seguridad intrínseca	22
[iaD]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ia]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ibD]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ib]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ic]	Aparatos asociados	No clasificados**
maD	Protección mediante encapsulación	20

ma	Protección mediante encapsulación	20
mbD	Protección mediante encapsulación	21
mb	Protección mediante encapsulación	21
mc	Protección mediante encapsulación	22
pD	Protección mediante presurización	21
p	Protección mediante presurización	21
pb	Protección mediante presurización	21
tD	Protección mediante envolventes	21
ta	Protección mediante envolventes	20
tb	Protección mediante envolventes	21
tc	Protección mediante envolventes	22

\* No se considera el uso cuando se utiliza una combinación de técnicas.

\*\* Se permite instalar aparatos asociados en un lugar peligroso (clasificado) si está protegido adecuadamente usando otro tipo de protección.

#### **b) Aprobado.**

- (1) Se permitirá utilizar equipo aprobado para la Zona 20 en un lugar de Zona 21 o Zona 22 para el mismo polvo o fibras/partículas inflamables. El equipo que esté aprobado para uso en un lugar de Zona 21 se puede utilizar en un lugar de Zona 22 para el mismo polvo o fibras/partículas inflamables.

#### **c) Marcado.**

**1) Equipo de división.** Se permitirá que el equipo identificado para Clase II, División 1 o Clase II, División 2, además de estar marcado de acuerdo con 500-8(c), esté marcado con toda la información que se indica en (1) y (2) siguientes:

- (1) Zona 20, 21 o 22 (según sea aplicable).
- (2) Grupo de materiales, de acuerdo con lo descrito en 506-6.
- (3) Temperatura superficial máxima conforme a lo establecido en la sección 506-9(d), marcada como un valor de temperatura en grados C, precedido por "T" y seguido por el símbolo "°C".

**2) Equipo de zona.** El equipo que cumple una o más de las técnicas de protección descritas en 506-8 se debe marcar con la siguiente información, en el orden presentado:

- (1) Zona
- (2) Símbolo "AEx".
- (3) Técnicas de protección, de acuerdo con la Tabla 506-9(c)(2)(3).
- (4) Grupo de materiales, de acuerdo con lo descrito en 506-6.
- (5) Temperatura superficial máxima conforme a lo establecido en la sección 506-9(d), marcada como un valor de temperatura, en grados Celsius, precedida por la letra T y seguido por el símbolo "°C".
- (6) Marca de temperatura ambiente de acuerdo con 506-9(d).

**NOTA:** El EPL (nivel de protección de equipo por sus siglas en inglés) puede aparecer en la placa del producto. Los EPL están designados por: G para gas; D para polvo y M para minería y van seguidos de una letra (a, b, o c) para dar al usuario un mayor entendimiento en cuanto a si el equipo ofrece un nivel de protección ya sea: (a) "muy alto"; (b) "alto" o (c) "mejorado" contra la ignición de una atmósfera explosiva. Por ejemplo; un motor AEx pb IIIB T165 °C (el cual es conveniente para su aplicación en Zona 21) puede estar marcado con un EPL de "Db" adicionalmente, AEx p IIB T165 °C Db.

**Excepción:** Se requerirá que los aparatos asociados que NO sean adecuados para su instalación en un lugar (clasificado como) peligroso estén marcados únicamente con la información indicada en 506-9(c)(2)(2), (3) y (5), pero AMBOS, el símbolo AEx mencionado en 506-9(c)(2)(2) y el símbolo para el tipo de protección descrito en 506-9(c)(2)(3) deben estar encerrados dentro de los mismos corchetes, por ejemplo [AEx iaD]o [AEx ia] IIIC.

**NOTA:** La letra "D" en la designación del tipo de protección era empleado antes de incluir los Grupos IIIA, IIIB y IIIC; que ahora se usa para distinguir entre el tipo de protección empleado para Grupo II (gases) y Grupo III (polvos)

**d) Clasificación de temperatura.** El equipo debe estar marcado para indicar la temperatura superficial máxima con referencia a una temperatura ambiente de 40 °C o a la temperatura ambiente mayor si el equipo está certificado y marcado para una temperatura ambiente de más de 40 °C. Para los equipos instalados en un lugar de Zona 20 o Zona 21, la temperatura de funcionamiento debe basarse en el funcionamiento del equipo cuando está cubierto con la máxima cantidad de polvo (o con fibras/partículas suspendidas que simulen polvo) que pueda acumularse sobre dicho equipo. El equipo eléctrico diseñado para uso en un rango de temperatura ambiente entre -20 °C y +40 °C no necesitará marcado adicional de temperatura ambiente. El equipo eléctrico diseñado para uso en un rango de temperatura ambiente diferente de -20 °C y +40 °C se considera que es especial y entonces su rango de temperatura ambiente se debe marcar en el equipo, incluyendo el símbolo "Ta" o "Tamb" junto con el intervalo especial de temperatura ambiente.

**NOTA:** Como ejemplo, dicho marcado podría ser " $-30\text{ °C} \leq Ta \leq +40\text{ °C}$ ".

**Excepción 1:** No se exigirá que los equipos del tipo no generador de calor, como por ejemplo los accesorios de tubos conduit, tengan marcada la temperatura de funcionamiento.

**Excepción 2:** Se permitirá que los equipos identificados para lugares Clase II, División 1 o Clase II, División 2 de acuerdo a lo permitido en 506-20(b) y (c) estén marcados de acuerdo con 500-8(c) y la Tabla 500-8(c).

**e) Roscado.** Las entradas roscadas deberán ser NPT o métricas. Los tubos conduit y accesorios se deben apretar firmemente con llave para prevenir las chispas cuando fluya una corriente de falla a través del sistema de tubos conduit y para asegurar la integridad del sistema de tubos conduit. El equipo provisto de entradas roscadas para conexiones de alambrado en campo se debe instalar de acuerdo con (1) o (2) y (3) siguientes:

**1) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o tubo conduit con rosca NPT.** Para los equipos provistos con entradas roscadas para tubo conduit o accesorios con roscas tipo NPT se debe utilizar accesorios de tubo conduit o accesorios para cables, todos ellos aprobados.

**2) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios con rosca métrica.** En los equipos con entradas métricas roscadas, tales entradas se deben identificar como métricas, o se deben suministrar con el equipo los adaptadores aprobados para permitir la conexión a tubo conduit o accesorios con rosca NPT. Se deben usar adaptadores para la conexión a tubo conduit o accesorios con rosca NPT. Se permitirá usar accesorios aprobados para cable que tengan rosca métrica. Las entradas con rosca métrica deben estar hechas con al menos cinco cuerdas totalmente introducidas.

**3) Orificios sin usar.** Todos los orificios que no se usen deben ser cerrados con tapones de metal aprobados. Los tapones deben cumplir con (1) o (2) anteriores.

**f) Cables de fibra óptica.** Cuando un cable de fibra óptica con o sin conductores de corriente (cable de fibra óptica compuesto), se instalará y sellará para hacer frente al riesgo de incendio asociado al riesgo de explosión, de acuerdo con 506-15 y 506-16.

**506-15. Métodos de alambrado.** Los métodos de alambrado deben mantener la integridad de las técnicas de protección y deben cumplir con (a), (b) o (c) siguientes.

**a) Zona 20.** En lugares de Zona 20 se permitirán los métodos siguientes:

- (1) Tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit semipesado de acero roscado.
- (2) Cables tipo MI con accesorios terminales aprobados para el lugar. Los cables del tipo MI se deben instalar y sostener de manera que se prevenga el esfuerzo mecánico en los accesorios terminales.

**Excepción 1:** Se permitirá usar cable MI y sus accesorios, aprobados para lugares de Clase II, División 1.

**Excepción 2:** Se permitirá que los equipos identificados como intrínsecamente seguros "iaD" o "ia" se conecten aplicando los métodos de cableado que se especifican en la sección 504-20

- (3) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, se permitirán cables tipo MC y MC-HL aprobados para uso en lugares de Zona 20, con una armadura continua metálica corrugada hermética al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado, unos conductores de puesta a tierra de equipos separados de acuerdo con 250-122, y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación. Los cables tipo MC y MC-HL deben instalarse de acuerdo con lo previsto en el Artículo 330, Parte B.

**Excepción:** Se permitirá usar los cables tipo MC y MC-HL y sus accesorios, aprobados para lugares de Clase II, División 1.

**NOTA:** Ver 330-12 con relación a las restricciones en el uso del cable del tipo MC o MC-HL.

- (4) En establecimientos industriales con acceso restringido al público donde las condiciones de mantenimiento y operación aseguran que solamente personas calificadas atienden la instalación y donde el cable no está sujeto a daño físico, se permitirán cables Tipo ITC-HL aprobados para uso en lugares Zona 1 o Clase 1, División 1 con una envoltura metálica continua hermético al gas/vapor y una cubierta de material polimérico adecuada, y terminado con accesorios aprobados para esa aplicación. El cable Tipo ITC-HL debe ser instalado de acuerdo con lo previsto en el Artículo 727.
- (5) Los accesorios y cajas deben estar identificados para uso en lugares Zona 20

**Excepción:** Se permitirá usar cajas y accesorios aprobados para lugares Clase II, División 1.

- (6) Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, se debe usar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados o cordón flexible aprobado para uso extra rudo y con accesorios aprobados. Cuando se usen cordones flexibles, éstos también deben cumplir con 506-17 y terminados con un conector de cordón aprobado que mantenga el tipo de protección del compartimiento. Cuando las conexiones flexibles estén sometidas a aceite o a otras condiciones corrosivas, el aislamiento de los conductores debe ser de un tipo aprobado para esa condición, o debe estar protegido por medio de un recubrimiento adecuado.

**Excepción 1:** Se permitirá usar tubo conduit flexible y tubo conduit flexible y accesorios para cordón, aprobados para lugares Clase II, División 1.

**Excepción 2:** Para uso en ascensores, se permitirá un cable para ascensores identificado para tal fin, del Tipo EO, ETP o ETT, especificado en la columna "uso" de la tabla 400-4 para "lugares (clasificados como) peligrosos", que esté terminado con conectores que mantengan el tipo de protección del compartimiento del terminal.

**NOTA:** Ver 506-25 con respecto a los requisitos de puesta a tierra cuando se usa tubo conduit flexible.

(7) Se permitirá la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en canalizaciones, de acuerdo con lo establecido en la sección 506-15(a). Los cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 506-16

**b) Zona 21.** En los lugares de Zona 21 se permitirán los métodos de alambrado que se indican en (1) y (2) siguientes:

- (1) Todos los métodos de alambrado permitidos en (a) anterior.
- (2) Se pueden usar accesorios y cajas herméticas al polvo con copas roscadas para la conexión al tubo conduit, en las cuales no se hagan empalmes, derivaciones, o conexiones terminales, y que no se usen en lugares donde haya polvo metálico.

**Excepción:** Se permitirá que los equipos identificados como intrínsecamente seguros "ibD" o "ib" se conecten aplicando los métodos de cableado que se especifican en la sección 504-20.

**c) Zona 22.** En lugares de Zona 22 se permitirán los métodos de alambrado indicados en (1) hasta (8).

- (1) Todos los métodos de alambrado permitidos en (b) anterior.
- (2) Tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubería metálica eléctrica, canalizaciones herméticas al polvo.
- (3) Cables tipo MC o MC-HL o MI con accesorios terminales aprobados.
- (4) Cables tipo PLTC y Tipo PLTC-ER de acuerdo con lo previsto en el Artículo 725, incluyendo la instalación en charolas portacables. El cable debe ser terminado con accesorios terminales aprobados
- (5) Cables tipo ITC y Tipo ITC-ER de acuerdo con lo previsto en el Artículo 727-4 y terminado con accesorios terminales aprobados.
- (6) Cables tipo MC, MC-HL, MI, MT, TC o TC-ER instalados en una sola capa en charola portacables del tipo escalera, ventilada o de canal ventilado, y con un espacio entre dos cables adyacentes no menor al diámetro del cable más grueso, debe ser el método de alambrado empleado. Los cables del tipo MT de un solo conductor deben ser con pantalla o con armadura metálica.
- (7) Se permitirá el tipo de protección de seguridad intrínseca utilizando cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas del tipo de protección intrínseca segura "ic" se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control en un circuito de protección de seguridad intrínseca segura "ic", se

permitirán siempre que el aparato sencillo no interconecte el circuito de protección de seguridad intrínseca instalado en campo con ningún otro circuito.

**NOTA:** El aparato sencillo se define en el Artículo 100.

La separación de los circuitos del tipo de protección de seguridad intrínseca "ic" debe cumplir con una de las siguientes condiciones:

- a. Estar en cables separados.
  - b. Estar en cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de una pantalla metálica puesta a tierra.
  - c. Estar en cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito tienen aislamiento con espesor mínimo de 0.25 milímetros.
- (8) Las cajas y los accesorios deben ser herméticos al polvo.
- (9) Debe permitirse la instalación de cables de fibra óptica de los tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN y OFC en bandejas portacables o cualquier otra canalización, de acuerdo con lo establecido en la sección 506-15(b). Los cables de fibra óptica deben estar sellados de acuerdo con lo establecido en la sección 506-16.
- (10) Canalizaciones prefabricadas

**506-16. Sellado.** Se deben suministrar sellos cuando sea necesario para evitar la entrada de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables, o para mantener el tipo de protección. El sello debe estar identificado como capaz de prevenir el ingreso de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables, y mantener el tipo de protección, pero no es necesario que sea a prueba de explosión o a prueba de llama.

**506-17. Cordones flexibles.** Los cordones flexibles utilizados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 deben cumplir con todas las siguientes condiciones:

- (1) Ser de un tipo aprobado para uso extra rudo.
- (2) Contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra de equipos que cumpla lo establecido en 400-23.
- (3) Estar conectados a las terminales o a los conductores de alimentación de una manera aprobada.
- (4) Estar sostenidos por abrazaderas u otro medio adecuado que prevenga la tensión mecánica en las conexiones terminales.
- (5) Estar equipados con conectores de cordón aprobados para mantener la técnica de protección del compartimiento terminal.

**506-20. Instalación del equipo.**

**a) Zona 20.** En lugares de Zona 20, únicamente se permitirá usar equipos aprobados y marcados como adecuados para esos lugares.

**Excepción:** Se permitirá usar aparatos aprobados para uso en lugares Clase II, División 1 y con una clase de temperatura adecuada.

**b) Zona 21.** En lugares de Zona 21 sólo se permitirán equipos aprobados y marcados como adecuados para uso en esos lugares.

**Excepción 1:** Se permitirá usar aparatos aprobados para uso en lugares Clase II, División 1 y con una clase de temperatura adecuada.

**Excepción 2:** Se permitirá usar equipos presurizados identificados para lugares Clase II, División 1.

**c) Zona 22.** En lugares de Zona 22 sólo se permitirán equipos aprobados y marcados como adecuados para uso en esos lugares.

**Excepción 1:** Se permitirá usar aparatos aprobados para uso en lugares Clase II, División 1 o Clase II, División 2 y con una clase de temperatura adecuada.

**Excepción 2:** Se permitirá usar equipos presurizados identificados para lugares Clase II, División 1 o División 2.

**d) Grupo de materiales.** Deben permitirse equipos marcados como de Grupo IIIC para aplicaciones que requieran equipos de Grupo IIIA o IIIB. De manera similar, deben permitirse equipos marcados como de Grupo IIIB para aplicaciones que requieran equipos de Grupo IIIA.

**e) Instrucciones del fabricante.** El equipo eléctrico instalado en lugares peligrosos (clasificados) se debe instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante (si las hay).

**f) Temperatura.** La temperatura marcada según se especifica en 506-9(c)(2)(5) debe cumplir con (1) o (2) siguientes:

- (1) Para polvos combustibles, debe ser inferior a la temperatura más baja entre la temperatura de ignición de la nube o de la capa del polvo combustible específico. Para polvos orgánicos que puedan deshidratarse o carbonizarse, la temperatura marcada no debe exceder del menor de los valores entre la temperatura de ignición o 165 °C.
- (2) Para fibras/partículas inflamables, debe ser menor que 165 °C para equipos que no están sometidos a sobrecarga, o 120 °C para equipos (tales como motores o transformadores de potencia) que pueden ser sobrecargados.

**506-25. Puesta a tierra y unión.** Independientemente de la tensión del sistema eléctrico la puesta a tierra y la unión deben cumplir con el Artículo 250 y con los requisitos de (a) y (b) siguientes.

**a) Uniones.** No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envoltentes, etc., que intervienen entre los lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

**Excepción:** Los medios específicos de unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor puesto a tierra del circuito y el electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, como se especifica en 250-32(b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicado en el lado carga del medio de desconexión.

**b) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos.** Los tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos deben incluir un puente de unión de equipos del tipo de cable que cumpla con 250-102.

**Excepción:** En lugares de Zona 22, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) Se usa tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos de 1.80 metros o menos de longitud, con los accesorios para puesta a tierra.
- (2) La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperes o menos.
- (3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

## ARTÍCULO 510

### ÁREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS) ESPECÍFICAS

**510-1. Alcance.** Los Artículos 511 al 517 establecen requisitos para locales o partes de locales que son o que pueden ser peligrosos debido a la concentración atmosférica de líquidos, gases o vapores inflamables, o debido a la acumulación o depósitos de materiales que pueden ser de fácil ignición.

**510-2. Generalidades.** Las reglas generales de esta NOM y lo especificado en los Artículos 500 al 504 se aplican al alambrado eléctrico y equipo en locales dentro del alcance de los Artículos 511 al 517, excepto como esas reglas son modificadas en los Artículos 511 al 517. Cuando en un lugar específico existan condiciones inusuales, una persona calificada debe decidir sobre la aplicación de las reglas específicas.

## ARTÍCULO 511

### ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES, TALLERES DE SERVICIO Y DE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES

**511-1. Alcance.** Estos lugares incluyen los locales empleados para trabajos de servicio y reparación de vehículos automotores (incluyendo automóviles, autobuses, camiones, tractores, etc.) en los cuales los líquidos volátiles inflamables o gases inflamables son utilizados como combustible o fuente de energía.

**511-2. Definiciones.**

**Talleres para reparaciones mayores:** Edificios, o partes de un edificio, en donde se llevan a cabo reparaciones mayores en vehículos automotores, como, por ejemplo: reconstrucción de motores, pintura,

trabajos de carrocería y hojalatería y reparaciones que exigen el drenaje del tanque de combustible del automotor; se incluyen los espacios asociados utilizados para oficinas, estacionamiento o salas de exhibición.

**Talleres para reparaciones menores:** Un edificio o parte de un edificio, utilizado para labores de lubricación, inspección y mantenimiento menor automotriz, como por ejemplo afinación del motor, reemplazo de partes, cambios de fluidos (por ejemplo: aceite, anticongelante, líquido para la transmisión, líquido de frenos, refrigerantes para el aire acondicionado), reparación del sistema de frenos, rotación de las llantas y trabajos similares de mantenimiento de rutina, se incluyen los espacios asociados utilizados para oficinas, estacionamiento o salas de exhibición.

**511-3. Clasificación de áreas, generalidades.** Cuando se almacenan, manipulan o transfieren combustibles gaseosos o líquidos de clase I, el alambrado eléctrico y el equipo eléctrico de utilización debe estar diseñado de acuerdo con los requisitos para lugares peligrosos (clasificados) de clase I, División 1 o 2, clasificados de acuerdo con 500-5 y 500-6, y este Artículo. Un lugar de clase I no se debe prolongar más allá de una pared sin aberturas, un techo u otra división sólida que no tenga aberturas.

**a) Garajes para estacionamiento.** Se permitirá que los garajes para estacionamiento utilizados para almacenamiento o estacionamiento sean no clasificados.

**b) Talleres para reparación, con surtidor.** Los talleres para reparaciones mayores y menores que surten combustibles para motores en los tanques de combustible de los vehículos, incluyendo líquidos inflamables con un punto de inflamación por debajo de 38 °C tales como la gasolina o combustibles gaseosos, como por ejemplo el gas natural, gas LP o hidrógeno, deben tener las funciones y componentes del surtidor clasificadas de acuerdo con la Tabla 514-3(b)(1) además de cualquier clasificación exigida en esta sección. Cuando se surten líquidos de Clase I, que no sean combustibles, el área a una distancia máxima de 90 centímetros de cualquier punto de llenado o surtido, que se extiende en todas las direcciones, debe ser un lugar de Clase I, División 2.

**c) Talleres para reparaciones, mayores y menores.** Cuando se reparen vehículos que usen líquidos Clase 1 o gases más pesados que el aire (tal como gas LP) la clasificación de la zona de peligro se encuentra en la Tabla 511-3(c)

**d) Talleres de reparación mayores.** Cuando se reparen o guarden vehículos que usen gases más ligeros que el aire (tales como hidrógeno y gas natural), la clasificación de la zona de peligro se encuentra en la Tabla 511-3(d)

**e) Modificaciones en la clasificación.**

**1) Áreas específicas adyacentes a lugares clasificados.** Las áreas adyacentes a lugares clasificados en las cuales no es probable que sean liberados vapores inflamables, como por ejemplo en cuartos de almacenamiento, cuartos para tableros de distribución y otros lugares similares, deben ser no clasificadas cuando estén ventiladas a un ritmo de cuatro o más cambios de aire por hora, o diseñadas con presión positiva de aire, o cuando están divididas de manera eficaz mediante paredes o divisiones.

**2) Líquido con base de alcohol para el lavado del parabrisas.** El área utilizada para almacenar, manipular o surtir el líquido con base de alcohol para el lavado del parabrisas en los vehículos automotores en los talleres para reparaciones, debe ser no clasificada, a menos que se clasifique de otra manera de acuerdo con las disposiciones de 511-3.

**511-4. Alambrado y equipos en lugares Clase I.**

**a) Alambrado en lugares Clase I.** En los lugares Clase I, como se clasifican en 511-3, el alambrado debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501.

**Tabla 511-3(c) Extensión de los lugares clasificados para los talleres de reparaciones mayores y menores con combustible más pesado que el aire.**

Clase I			
Lugar	División (Grupo D)	Zona (Grupo IIA)	Extensión del lugar clasificado
Taller de reparación, mayor (cuando se transfieren o surtan líquidos de Clase I o combustibles gaseosos *)	1	1	Todo el espacio dentro de cualquier pozo, área de trabajo debajo de la superficie o área de trabajo del subsuelo que no esté ventilada

	2	2	Todo el espacio dentro de cualquier pozo, área de trabajo de debajo de la superficie o área de trabajo del subsuelo provista de ventilación de al menos 0.3 m <sup>3</sup> /min/m <sup>2</sup> de superficie de suelo, con succión tomada desde un punto dentro de 30 cm del nivel del piso
	2	2	Hasta 45 cm por encima del nivel del piso de la habitación, excepto como se indica a continuación, para toda la superficie del piso.
	No clasificado	No clasificado	Hasta 45 cm por encima del nivel del piso de la habitación donde la habitación está provista de ventilación de al menos 0.3 m <sup>3</sup> /min/m <sup>2</sup> de área de suelo, con succión tomada desde un punto dentro de 30 cm del nivel del piso
	2	2	Dentro de 0.9 metros de cualquier punto de llenado o despacho, extendiéndose en todas las direcciones
Área específica adyacente a lugares clasificados	No clasificado	No clasificado	Áreas adyacentes a lugares clasificados donde no es probable que se liberen vapores inflamables, tales como cuartos de almacenes, salas de conmutadores y otros lugares similares, ventilados mecánicamente a razón de cuatro o más cambios de aire por hora o diseñados con presión de aire positiva o donde es efectivamente cortado por paredes o cancelles
Taller de reparación menor (cuando no se transfieren o despachen líquidos de Clase I o combustibles gaseosos *)	2	2	Todo el espacio dentro de cualquier pozo, área de trabajo debajo de la superficie o área de trabajo del subsuelo que no esté ventilada
	2	2	Hasta 45 cm por encima del nivel del piso, extendiéndose 0.9 metros horizontalmente en todas las direcciones desde cualquier pozo abierto, debajo de la superficie o área de trabajo del subsuelo que no esté ventilada
	No clasificado	No clasificado	Todo el espacio dentro de cualquier pozo, área de trabajo de debajo de la superficie o área de trabajo del subsuelo provista de ventilación de al menos 0.3 m <sup>3</sup> /min/m <sup>2</sup> de superficie de suelo, con succión tomada desde un punto dentro de 30 cm del nivel del piso
Áreas específicas adyacentes a lugares clasificados	No clasificado	No clasificado	Áreas adyacentes a lugares clasificados donde no es probable que los vapores inflamables sean liberados, tales como cuartos de almacenamiento, cuartos de conmutadores y otros lugares similares, donde ventilados mecánicamente a una velocidad de cuatro o más cambios de aire por hora o diseñados con presión de aire positiva, o donde es efectivamente cortado por paredes o cancelles

\* Incluye drenaje de líquidos Clase I de vehículos

**Tabla 511-3 (d) Extensión de las áreas clasificadas para los talleres de reparaciones mayores con combustible más ligero que el aire.**

Clase 1			
Área	División <sup>2</sup>	Zona <sup>3</sup>	Extensión del área clasificada
Garaje de reparación, mayor (en el que se reparan o almacenan vehículos con combustible <sup>1</sup> gaseoso)	2	2	Dentro de 45 cm del techo, excepto como se indica a continuación
	No clasificada	No clasificada	Dentro de 45 cm al techo, donde la

más ligero que el aire)			ventilación es de al menos 0,3 m <sup>3</sup> / min / m <sup>2</sup> en la superficie del piso, con la succión tomada desde un punto dentro de 45 cm del punto más alto del techo
Áreas específicas adyacentes a lugares clasificados	No clasificada	No clasificada	Áreas adyacentes a lugares clasificados donde no es probable que los vapores inflamables sean liberados, tales como cuartos de almacenamiento, cuartos de conmutadores y otros lugares similares, cuando estén ventilados mecánicamente a una velocidad de cuatro o más cambios de aire por hora o diseñados con presión de aire positiva, o donde estén efectivamente separados por paredes o cancelas

<sup>1</sup> Incluye combustibles como el hidrógeno y el gas natural, pero no el gas LP.

<sup>2</sup> Para el hidrógeno (más ligero que el aire) Grupo B, o gas natural Grupo D.

<sup>3</sup> Para el hidrógeno (más ligero que el aire) del grupo IIC o IIB + H<sub>2</sub>, o el grupo IIA del gas natural.

**b) Equipos en lugares Clase I.** En los lugares Clase I, como se definen en 511-3, los equipos deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501.

**1) Unidades surtidoras de combustible.** Cuando dentro de los edificios haya surtidores de combustible (excepto de gas LP, que están prohibidos), se deben cumplir los requisitos del Artículo 514.

Cuando haya ventilación mecánica en el área de suministro, los controles deben estar enclavados de modo que el surtidor no pueda funcionar sin ventilación, como se prescribe en 500-5 (b)(2).

**2) Equipos portátiles de alumbrado.** Los equipos portátiles de alumbrado deben estar dotados de manijas, portalámparas, gancho y protectores adecuados sólidos sujetos al portalámparas o a la manija. Todas las superficies exteriores que puedan entrar en contacto con las terminales de las baterías, las terminales del alumbrado u otros objetos deben ser de material no conductor o estar protegidas eficazmente con aislamiento. Los portalámparas no deben tener interruptores ni ofrecer ningún medio para enchufar clavijas. La carcasa exterior debe ser de un compuesto moldeado u otro material adecuado. A menos que la lámpara y su cordón estén sostenidos o dispuestos de manera que no se puedan utilizar en los lugares clasificados en 511-3, deben ser de un tipo aprobado para su uso en lugares Clase I, División 1.

#### 511-7. Alambrado y equipos instalados sobre los lugares Clase I.

##### a) Alambrado en espacios sobre lugares Clase I.

**1) Alambrado fijo sobre lugares Clase I.** Todo el alambrado fijo sobre lugares Clase I debe estar en canalizaciones metálicas, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tuberías eléctricas no metálicas, tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, o deben ser sistemas de alambrado fabricados del tipo MC, MC-HL, AC o MI o cables PLTC de acuerdo con lo establecido en el Artículo 725, o cables de los tipos TC o ITC de acuerdo con el artículo 727. Se permitirá utilizar canalizaciones en pisos celulares metálicos o celulares de concreto sólo para alimentar salidas en plafones o extensiones hasta el área bajo el piso, pero dichas canalizaciones no deben tener terminales de conexión dentro o a través de ningún lugar de Clase I sobre el suelo.

**2) Aparatos colgantes.** Para los aparatos colgantes se debe utilizar un cordón flexible adecuado para el tipo de servicio y aprobado para uso rudo.

##### b) Equipos eléctricos instalados sobre los lugares Clase I.

**1) Equipos eléctricos fijos.** Los equipos eléctricos en una posición fija se deben ubicar por encima del nivel de cualquier lugar definido de Clase I o deben estar identificados para ese lugar.

a. Equipos que pueden formar arcos. Los equipos que estén a menos de 3.70 metros sobre el nivel del piso y que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como cortacircuitos, interruptores, tableros de carga, generadores, motores u otros equipos (excepto contactos, lámparas y portalámparas) que tengan contactos de establecer e interrumpir el circuito o contactos deslizantes,

deben ser del tipo totalmente encerrados o contruidos de modo que se impida el escape de chispas o partículas de metal caliente.

- b. Alumbrado fijo. Las lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, ubicados sobre las líneas por las que normalmente transitan vehículos o que pudieran estar de otro modo expuestas a daños físicos, deben estar ubicados a no menos de 3.70 metros sobre el nivel del suelo, a menos que sean del tipo totalmente encerrado o estén contruidas de modo que se impida el escape de chispas o partículas de metal caliente.

**511-8. Alambrado subterráneo.** El alambrado subterráneo se debe instalar en tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado.

**Excepción:** Se permitirán los tubos conduit Tipo PVC, Tipo RTRC y el Tipo HDPE cuando estén enterrados al menos 60 cm de la superficie. Cuando se usen los tubos conduit Tipo PVC, Tipo RTRC o el Tipo HDPE, se debe usar tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado en los últimos 60 cm del tramo enterrado para emerger o para el punto de conexión a la canalización sobre el piso, y se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos para proporcionar continuidad al sistema de canalizaciones y para la puesta a tierra de las partes de metal no conductoras de corriente.

**511-9. Sellado.** Se deben instalar sellos que cumplan los requisitos de 501-15 y 501-15 (b)(2) y se debe aplicar a los límites, tanto horizontales como verticales, de los lugares definidos Clase I.

#### **511-10. Equipos especiales**

**a) Cargadores de baterías.** Los cargadores de baterías y sus equipos de control, y las baterías que estén siendo cargadas, no deben localizarse dentro de las áreas clasificadas en 511-3.

#### **b) Carga de vehículos eléctricos**

**1) Generalidades.** Todo equipo y alambrado eléctrico debe ser instalado de acuerdo con lo indicado en el Artículo 625, a excepción de lo indicado en (2) y (3) siguientes. Los cordones flexibles deben estar aprobados para uso extra rudo.

**2) Ubicación de los conectores.** No debe colocarse ningún conector dentro de un área Clase I como se define en 511-3.

**3) Conectores de clavijas para vehículos.** Cuando el cordón esté suspendido, debe ser colocado de tal modo que el punto inferior de la catenaria quede al menos a 15 centímetros por encima del piso. Cuando no exista un dispositivo automático para jalar tanto al cordón como a la clavija más allá del rango de daño físico, no se requiere ningún conector adicional en el cable o en la caja de salida.

**511-12. Interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal.** Todos los contactos monofásicos de 120 volts para 15 y 20 amperes, instalados en áreas donde haya equipo de diagnóstico eléctrico, herramientas de mano eléctricas, o equipo portátil de alumbrado, deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal.

#### **511-16. Requisitos de puesta a tierra y unión.**

**a) Requisitos generales de puesta a tierra.** Todas las canalizaciones metálicas, cubiertas o armaduras metálicas en los cables, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles, independientemente de su tensión, deben ser puestas a tierra.

**b) Circuitos de alimentación con conductores puestos a tierra y de puesta a tierra en lugares Clase I.** La puesta a tierra en los lugares Clase I debe cumplir con 501-30.

**1) Circuitos que alimentan a equipos portátiles o colgantes.** Cuando un circuito alimente aparatos portátiles o colgantes y tenga un conductor puesto a tierra como exige el Artículo 200, los contactos, clavijas de conexión, conectores y dispositivos similares deben ser del tipo con polo a tierra y el conductor puesto a tierra del cordón flexible debe estar conectado al casquillo roscado de cualquier portalámpara o a la terminal del conductor puesto a tierra de cualquier equipo de utilización alimentado.

**2) Medios aprobados.** Se deben proporcionar medios aprobados para mantener la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no portadoras de corriente de las luminarias colgantes, luminarias portátiles y equipos de utilización portátiles.

### **ARTÍCULO 513**

#### **HANGARES PARA AERONAVES**

**513-1. Alcance.** Este Artículo se debe aplicar a edificaciones o estructuras en cuyo interior se guardan o almacenan aeronaves que contengan líquidos Clase I (inflamables) o líquidos Clase II (combustibles) cuyas temperaturas estén por encima de sus puntos de inflamación, en las cuales las aeronaves pueden ser

sometidas a servicio, reparación o alteraciones. No se debe aplicar a lugares utilizados exclusivamente para aeronaves que nunca han tenido combustible o aeronaves sin combustible.

**513-2. Definiciones.** Para los propósitos de este Artículo, se deben aplicar las siguientes definiciones.

**Hangar para pintura de aeronaves.** Hangar para aeronaves construido con el propósito expreso de aplicaciones de pintura por rociado/revestimiento/inmersión y dotado con ventilación dedicada de entrada y salida.

**513-3. Clasificación de áreas**

**a) Por debajo del nivel del piso.** Cualquier fosa o depresión por debajo del nivel del piso del hangar se considera como área Clase I, División 1, o Zona 1 hasta el nivel de dicho piso.

**b) Áreas no separadas ni ventiladas.** Toda el área del hangar, incluyendo las áreas adyacentes y de acceso, que no estén adecuadamente separadas del hangar, se clasifican como áreas Clase I, División 2 o Zona 2 hasta una altura de 45 centímetros sobre el nivel del piso.

**c) Área próxima a las aeronaves.**

**1) Hangares para almacenamiento y mantenimiento de aeronaves.** Las áreas circundantes hasta una distancia de 1.50 metros medida horizontalmente desde los motores o tanques de combustible de las aeronaves, deben ser clasificadas áreas Clase I, División 2 o Zona 2 y deben extenderse verticalmente desde el piso hasta un nivel de 1.50 metros por arriba de la superficie superior de las alas y de las envolventes de los motores.

**2) Hangares para pintura de aeronaves.** Las áreas a una distancia máxima de 3.00 metros horizontalmente desde las superficies de la aeronave, desde el piso y hasta 3.00 metros por encima de la aeronave, se deben clasificar como lugares Clase I, División 1 o Clase I, Zona 1. Las áreas a una distancia horizontal desde la superficie de la aeronave, entre 3.00 y 9.00 metros, y desde el piso hasta 9.00 metros por encima de la superficie de la aeronave se deben clasificar como lugares Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2.

**d) Áreas adecuadamente separadas o ventiladas.** Las áreas adyacentes en las cuales no es probable la emisión de vapores o líquidos inflamables, tales como cuartos de depósito, cuartos de control eléctrico y otros lugares similares, no se clasifican como peligrosas cuando se ventilan adecuadamente y cuando se separan efectivamente del hangar por medio de muros o divisiones.

**513-4. Alambrado y equipo en áreas Clase I.**

**a) Generalidades.** Todo alambrado y equipo que sea o pueda ser instalado u operado dentro de cualquiera de las áreas Clase I definidas en 513-3, debe cumplir con los requisitos aplicables del Artículo 501 o el Artículo 505 para la división o zona en la cual se usan.

Las clavijas y contactos en áreas Clase I deben estar aprobados para áreas Clase I o diseñados de modo que no sean energizados mientras se estén conectando o desconectando.

**b) Andamios, plataformas y pasillos de mantenimiento.** El alambrado, las salidas y el equipo eléctrico (incluidas las lámparas) colocados sobre andamios, plataformas o pasillos de mantenimiento, o unidos a ellos, que están ubicados o se puedan ubicar en lugares Clase I, como se define en 513-3(c), deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501 o del Artículo 505 para la división o zona en la cual se usan.

**513-7. Alambrado y equipos no instalados en áreas Clase I**

**a) Alambrado fijo.** Todo alambrado fijo en un hangar, pero que no esté dentro de áreas Clase I como se definen en 513-3, debe instalarse en canalizaciones metálicas o con cables tipo MI, TC o MC.

**Excepción:** El alambrado instalado en áreas no clasificadas como se definen en 513-3(d), se permite que sea cualquiera de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3.

**b) Alambrado Colgante.** Para alambrado colgante se debe utilizar cordón flexible adecuado al tipo de servicio y aprobado para uso rudo o extra rudo. Cada cordón debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipo separado.

**c) Equipos que pueden formar arcos.** En lugares por encima de los descritos en 513-3, los equipos que estén a menos de 3.00 metros por encima de las alas y de las envolventes de los motores de las aeronaves y

que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como las lámparas y portalámparas de alumbrado fijo, cortacircuitos, interruptores, contactos, tableros de carga, generadores, motores u otros equipos con contactos deslizantes o de establecer e interrumpir, deben ser del tipo totalmente encerrado o estar contruidos de modo que impidan la salida de chispas o partículas de metal caliente.

**Excepción:** Se permitirá utilizar equipos del tipo de propósito general en las áreas descritas en 513-3(d).

**d) Portalámparas.** Para el alumbrado incandescente fijo no se deben usar portalámparas de casquillo metálico recubierto de fibra.

**e) Andamios, plataformas o pasillos de mantenimiento.** Cuando los andamios, plataformas o pasillos de mantenimiento no estén ubicados o no sea probable que sean ubicados en lugares Clase I, como los define 513-3(c), el alambrado y los equipos deben cumplir lo establecido en 513-7, excepto que cuando tales alambrados y equipos estén a no más de 45 centímetros sobre el piso en cualquier posición, deben cumplir con 513-4(b). Los contactos y clavijas de conexión deben ser de un tipo de seguridad que no se desconectan fácilmente.

**f) Andamios móviles.** Los andamios móviles con equipos eléctricos que cumplan con 513-7(e) deben llevar por lo menos una señal de advertencia fijada permanente con la siguiente inscripción o equivalente:

PRECAUCIÓN: MANTÉNGASE A UNA DISTANCIA DE 1.50 METROS  
DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES Y TANQUES  
DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES

#### **513-8. Alambrado subterráneo.**

**a) Alambrado y equipos empotrados, bajo losas o subterráneos.** Todo el alambrado instalado en o debajo del piso del hangar debe cumplir con los requisitos para los lugares de Clase I, División 1. Cuando dicho alambrado esté en bóvedas, fosos o ductos, se debe proporcionar un drenaje adecuado.

**b) Canalizaciones ininterrumpidas, empotradas, bajo losas o subterráneas.** Las canalizaciones ininterrumpidas que están empotradas en el piso del hangar o enterradas debajo del piso del hangar se deben considerar que están dentro de un lugar Clase I por encima del piso, independientemente del punto en el cual la canalización desciende bajo el piso o asciende sobre él.

**513-9. Sellado.** Se deben colocar sellos aprobados de acuerdo con lo indicado en 501-15 o 505-16 según sean aplicables. Los requisitos de sellado especificados se deben aplicar tanto a los límites horizontales como a los verticales de los lugares definidos como de Clase I.

#### **513-10.- Equipo especial.**

##### **a) Sistemas eléctricos de las aeronaves.**

**1) Desenergización del sistema eléctrico de la aeronave.** Los sistemas eléctricos de las aeronaves se deben desenergizar cuando estén dentro de un hangar, y siempre que sea posible, mientras reciba mantenimiento y servicio.

**2) Baterías de aeronaves.** Las baterías de las aeronaves no deben cargarse cuando estén instaladas en una aeronave ubicada completa o parcialmente dentro de un hangar.

**b) Carga de las baterías de una aeronave y equipos.** Los cargadores de baterías y su equipo de control no deben localizarse u operarse dentro de cualquier área Clase I definida en 513-3, y deben colocarse de preferencia en un local separado del edificio o en alguna área de las descritas en 513-3(d). Los cargadores móviles deben llevar al menos una señal fija de advertencia con una leyenda similar a:

"PRECAUCIÓN, MANTÉNGASE A MÁS DE 1.50 metros  
DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES Y TANQUES  
DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES"

Las mesas, bastidores, soportes y alambrado no deben estar localizados dentro de áreas Clase I, y además deben cumplir con los requisitos del Artículo 480.

##### **c) Fuentes de alimentación externas para energizar las aeronaves**

**1) A no menos de 45 centímetros sobre el piso.** Los dispositivos eléctricos externos dedicados a suministrar energía a las aeronaves deben estar diseñados y montados de tal modo que todo su equipo

eléctrico y sus alambros fijos estén por lo menos a 45 centímetros por encima del nivel del piso, y no deben operarse en áreas Clase I como las definidas en 513-3(c).

**2) Marcado de las unidades móviles.** Las fuentes de alimentación móviles deben llevar por lo menos una señal de advertencia permanentemente fija con una leyenda similar a:

"PRECAUCIÓN, MANTÉNGASE A MÁS DE 1.50 metros  
DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES Y TANQUES  
DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES"

**3) Cordones.** Los cordones flexibles para las fuentes de energía de las aeronaves y de equipo auxiliar en tierra, deben ser adecuados para el tipo de servicio y aprobados para uso extra rudo y deben incluir un conductor de puesta a tierra de equipo.

**d) Equipos móviles de mantenimiento con componentes eléctricos**

**1) Generalidades.** El equipo móvil de mantenimiento (tales como aspiradoras, compresores de aire, ventiladores y similares), que tengan equipo y alambro eléctrico inadecuado para áreas Clase I, División 2 o Zona 2 deben estar diseñados y montados de tal modo que el alambro fijo y el equipo queden por lo menos a 45 centímetros sobre el nivel del piso. Este equipo móvil no debe funcionar en las áreas Clase I definidas en 513-3(c) y deben llevar por lo menos una señal fija de advertencia con una leyenda como:

"PRECAUCIÓN, MANTÉNGASE A MAS DE 1.50 metros  
DE LAS ÁREAS DE LOS MOTORES Y TANQUES  
DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES"

**2) Cordones y conectores.** Los cordones flexibles para equipo móvil deben ser adecuados para el tipo de servicio y aprobados para uso extra rudo, e incluir un conductor de puesta a tierra de equipo. Las clavijas y contactos deben estar identificados para el área en que sean instalados y tener un medio para la conexión del conductor de puesta a tierra de equipo.

**3) Usos restringidos.** El equipo que no esté identificado como adecuado para áreas Clase I, División 2, no debe hacerse funcionar en áreas donde puedan efectuarse maniobras de mantenimiento que tengan la probabilidad de liberar líquidos inflamables o vapores.

**e) Equipos portátiles.**

**1) Equipos portátiles de alumbrado.** Los equipos portátiles de alumbrado que se utilicen dentro de un hangar deben estar identificados para el lugar en el cual se usen. Para luminarias portátiles, se debe emplear un cordón flexible adecuado para el tipo de servicio e identificado para uso extra rudo. Cada uno de estos cordones debe tener un conductor de puesta a tierra de equipos separado.

**2) Equipos de utilización portátiles.** Los equipos de utilización portátiles que se usen o se puedan usar dentro de un hangar deben ser del tipo adecuado para uso en lugares Clase I, División 2 o Zona 2. Para los equipos de utilización portátiles se debe emplear un cordón flexible adecuado para el tipo de servicio y aprobado para uso extra rudo. Cada uno de estos cordones debe tener un conductor de puesta a tierra de equipos separado.

**513-12. Protección para el personal mediante interruptor de circuito por falla a tierra.** Los contactos monofásicos de 125 volts para 15 y 20 amperes, 60 hertz instalados en áreas donde se utilicen equipos eléctricos de diagnóstico, herramientas eléctricas de mano o equipos de alumbrado portátiles, deben tener protección para las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra.

**513-16. Requisitos de puesta a tierra y unión.**

**a) Requisitos generales de puesta a tierra.** Todas las canalizaciones metálicas, las armaduras metálicas o pantallas metálicas de cables, así como todas las partes metálicas no destinadas a conducir corriente de equipo eléctrico fijo o portátil, cualquiera que sea su tensión, deben ser puestas a tierra. La puesta a tierra en áreas Clase I debe cumplir con lo indicado en 501-30 para lugares Clase I, Divisiones 1 y 2, y 505-25 para lugares Clase I, Zona 0, 1 y 2.

**b) Circuitos de alimentación con conductores puestos a tierra y de puesta a tierra en lugares Clase I.**

**1) Circuitos que alimentan equipos portátiles o colgantes.** Cuando un circuito alimente aparatos portátiles o colgantes e incluya un conductor puesto a tierra, como se establece en el Artículo 200, los contactos, las clavijas de conexión, los conectores y dispositivos similares deben ser del tipo de puesta a tierra, y el conductor puesto a tierra del cordón flexible se debe conectar al casquillo roscado de cualquier portalámparas o al conductor puesto a tierra de cualquier equipo de utilización alimentado.

**2) Medios aprobados.** Se debe proporcionar un medio aprobado para mantener la continuidad del conductor de puesta a tierra entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no portadoras de corriente de las luminarias colgantes, luminarias portátiles y equipos de utilización portátiles.

## ARTÍCULO 514

### GASOLINERAS Y ESTACIONES DE SERVICIO

**514-1. Alcance.** Este artículo se debe aplicar a gasolineras y estaciones de servicio, para motores, motores marinos, dentro de edificios y para flotillas de vehículos.

#### 514-2. Definición

**Gasolineras y estaciones de servicio:** Parte de una propiedad donde se almacenan y despachan combustibles para motores desde un equipo fijo a los tanques de combustible de vehículos automotores o marítimos, o a recipientes aprobados, incluyendo todo el equipo utilizado en conexión con ellas.

**NOTA:** Consulte los Artículos 510 y 511 con respecto al alambrado y equipos eléctricos para otras áreas utilizadas como lugares para lubricación, zonas de servicio, zonas de reparaciones, oficinas, salas de ventas, cuarto de compresores y lugares similares.

#### 514-3. Clasificación de lugares.

**a) Lugares no clasificados.** Cuando una persona calificada determine que en un local no se van a manejar líquidos inflamables que tengan un punto de inflamación por debajo de los 38 °C, como la gasolina, no se requiere que esa área se clasifique como peligrosa.

#### b) Lugares Clasificados

**1) Áreas Clase I.** La Tabla 514-3(b)(1) debe ser aplicada donde sean almacenados, manejados o surtidos líquidos Clase I y usada para describir y clasificar las estaciones de servicio, talleres de servicio, de reparación y estacionamiento comercial para vehículos automotores, que están definidos en el Artículo 511. La Tabla 515-3 debe aplicarse en la clasificación de tanques superficiales. Un área Clase I, no se debe extender más allá de una pared no perforada, techo u otra división sólida.

**2) Áreas para gas natural comprimido, gas natural licuado y gas licuado de petróleo.** La Tabla 514-3(b)(2) debe aplicarse y utilizarse para delinear y clasificar superficies en donde se surta gas natural comprimido, gas natural licuado, hidrógeno líquido, gas licuado de petróleo o una combinación de ellos, como combustible de vehículos automotores junto con líquidos Clase I o Clase II que también son despachados como combustible para vehículos automotores.

Cuando los surtidores de gas natural comprimido o gas natural licuado se instalen debajo de algún tipo de techumbre o recinto, éste debe estar diseñado de forma tal que evite la acumulación o confinación de vapores de fácil ignición, o todo el equipo eléctrico instalado bajo la techumbre o recinto debe ser aprobado para áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I, División 2.

Los surtidores para gas licuado de petróleo deben instalarse de la siguiente manera:

(1) A no menos de 3 metros de cualquier otro surtidor para líquidos de Clase I.

(2) A no menos de 1.50 metros de cualquier surtidor para líquidos Clase I donde existan las condiciones siguientes:

a. La boquilla de suministro de gas LP y la válvula de llenado liberan no más de 4 cm<sup>3</sup> de líquido al desconectarse.

b. El indicador de nivel de líquido máximo fijo permanece cerrado durante todo el proceso de llenado.

**NOTA:** Para estaciones de combustible en muelles y marinas, ver la sección 514-3(c)

**Tabla 514-3(b)(1).- Áreas peligrosas (clasificadas) Clase I: Estaciones de servicio y gasolineras**

Área	División Grupo D	Zona Grupo IIA	Extensión del área peligrosa (clasificada) <sup>1</sup>
<b>Surtidores (dispensarios) (excepto del tipo elevado)<sup>2,3</sup></b>			
Bajo el contenedor del surtidor (dispensario)	1	1	Todo el espacio dentro y bajo el la fosa del surtidor o el contenedor.
Dispensador	2	2	Dentro de 45.00 centímetros de la envolvente del dispensador o la parte de la envolvente del contenedor del dispensario que contiene componentes para manejo de líquidos que se extiende horizontalmente en todas direcciones y acia abajo a nivel de piso.
Exterior	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel de piso, que se extiende 6.00 metros horizontalmente en todas las direcciones desde la envolvente del dispensador
Interior			
Con ventilación mecánica	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel de piso, que se extiende 6.00 metros horizontalmente en todas las direcciones de la envolvente del dispensador.
Con ventilación natural	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel de piso, que se extiende 7.50 metros horizontalmente en todas las direcciones de la envolvente del dispensador
<b>Surtidores (dispensadores)-Tipo elevado<sup>4</sup></b>			
	1	1	Espacio dentro de la envolvente del dispensador y todo el equipo eléctrico integral con la manguera del dispensador o la pistola de despacho.
	2	2	Dentro de 45.00 centímetros de la envolvente del dispensador, que se extiende horizontalmente en todas las direcciones y hacia abajo a nivel de piso.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel del piso, que se extiende 6.00 metros horizontalmente en todas las direcciones desde un punto verticalmente por debajo del exterior de la envolvente del dispensador.
<b>Bombas remotas</b>			
Exteriores	1	1	Todo el espacio dentro de una fosa o caja debajo del nivel de piso, cualquier parte de la cual esté a menos de 3 metros horizontalmente desde cualquier punto exterior de la bomba.
	2	2	Dentro de 1.00 metro de cualquier borde de la bomba, que se extiende horizontalmente en todas las direcciones.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel de piso, que se extiende 3.00 metros horizontalmente en todas las direcciones desde cualquier punto exterior de la bomba.
Interiores	1	1	Todo el espacio dentro de una fosa.
	2	2	Dentro de 1.50 metros de cualquier punto exterior de la bomba, que se extiende en todas las direcciones.
	2	2	Hasta 1.00 metro sobre el nivel de piso, que se extiende 7.50 metros horizontalmente en todas las direcciones desde cualquier punto exterior de la bomba.
<b>Tiendas, bodegas, baños</b> incluyendo estructuras (tales como los módulos de servicio) sobre o adyacentes a los surtidores (dispensadores).	No clasificada	No clasificada	Excepto como se indica a continuación
	1	1	Todo el volumen, si hay alguna abertura en el cuarto dentro la extensión de un área División 1 o Zona 1.
	2	2	Todo el volumen, si hay alguna abertura en el cuarto dentro la extensión de un área División 2 o Zona 2.
<b>Tanque sobre piso</b>			

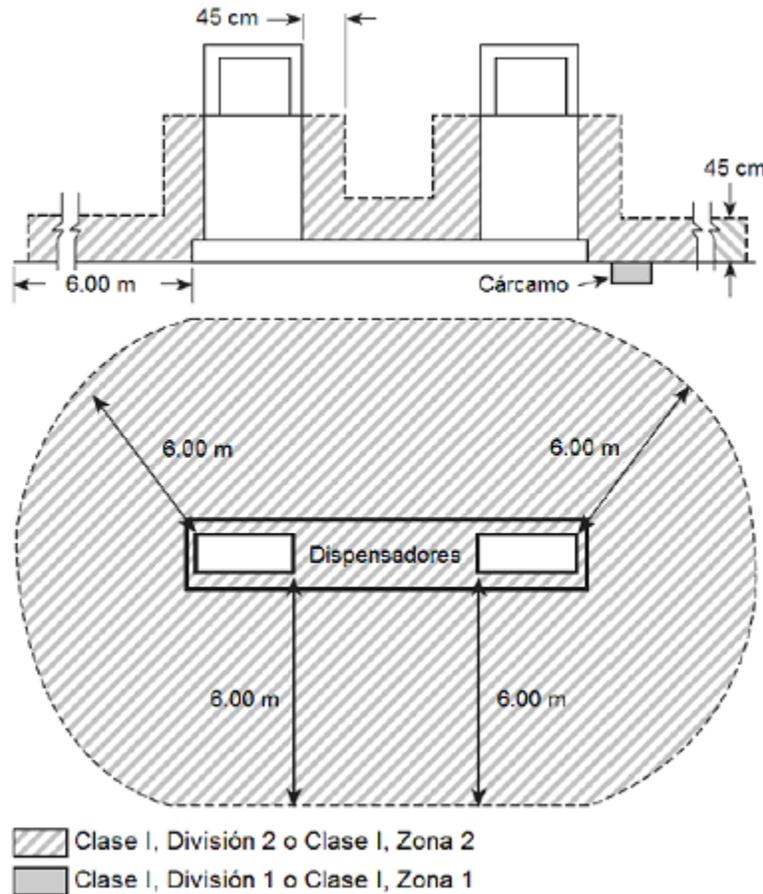
En el interior del tanque	1	0	Todo el volumen interior
Tanque, terminales, techo, área de dique	1	1	Todo el espacio dentro del dique, donde la altura del dique supere la distancia del tanque a la pared interior del dique por más del 50 por ciento de la circunferencia del tanque.
	2	2	Todo el espacio dentro del dique, donde la altura del dique no supere la distancia de la pared del tanque al interior de la pared del dique por más del 50 por ciento de la circunferencia del tanque.
Venteo	2	2	Dentro de 3.00 metros de la envolvente, terminales o techo del tanque
	1	1	Dentro de 1.50 metros de extremo abierto de venteo, que se extiende en todas las direcciones
	2	2	Entre 1.50 y 3.00 metros desde el extremo abierto de venteo, que se extiende en todas las direcciones
<b>Tanque subterráneo</b>			
En el interior del tanque	1	0	Todo el volumen interior
Boquillas de llenado	1	1	Todo el espacio dentro de una fosa o una caja debajo del nivel de piso, cualquier parte que esté dentro de un área peligrosa (clasificada) División 1 o División 2 o dentro de un área peligrosa (clasificada) Zona 1 o Zona 2.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros por encima del nivel de piso, que se extiende 1.50 metros horizontalmente en todas las direcciones desde cualquier conexión hermética de llenado y se extiende 3 metros horizontalmente en todas las direcciones desde cualquier conexión enroscada de llenado.
Venteo	1	1	Dentro de 1.50 metros desde el extremo abierto de venteo, que se extiende en todas las direcciones
	2	2	Entre 1.50 y 3.00 metros desde el extremo abierto de venteo, que se extiende en todas las direcciones
<b>Sistema de procesamiento de vapor</b>			
Fosas	1	1	Todo el espacio dentro de una fosa o una caja debajo del nivel de piso, cualquier parte de la cual: (1) se encuentra dentro de un área peligrosa (clasificada) División 1 o División 2, (2) se encuentra dentro de un área peligrosa (clasificada) Zona 1 o Zona 2; (3) aloja cualquier equipo utilizado para transferir o procesar vapores.
Equipos con envoltentes de protección	2	2	Todo el espacio dentro de la envolvente.
Equipo sin envoltentes de protección	2	2	Dentro de 45.00 centímetros de equipos que contengan gases o líquidos inflamables, que se extiende horizontalmente en todas las direcciones y hacia abajo a nivel de piso.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel del piso a menos de 3.00 metros horizontalmente de los equipos de procesamiento de vapor
- Envoltentes de equipos	1	1	Todo el espacio dentro de la envolvente, si hay vapor o líquido inflamable en condiciones normales de operación.
	2	2	Todo el espacio dentro de la envolvente, si no hay vapor o líquido inflamable en condiciones normales de operación.
- Extracción por vacío	2	2	Dentro de 45.00 centímetros del ventilador, que se extiende horizontalmente en todas las direcciones y hacia abajo a nivel de piso.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros por encima del nivel de piso, que se extiende 3.00 metros horizontalmente en todas las direcciones.
<b>Bóveda</b>	1	1	Espacio interior completo, si líquidos Clase I están almacenados dentro.

<sup>1</sup> Para las aplicaciones marítimas, nivel del suelo significa la superficie de un muelle que se encuentra arriba del agua.

<sup>2</sup> Ver Figura 514-3 y Figura 514-3(b) ilustración de lugares clasificados alrededor de los surtidores.

**Tabla 514-3(b)(2).- Áreas clasificadas, equipo eléctrico para surtidores de combustible**

Surtidor	Extensión de la superficie clasificada	
	Clase I, División 1	Clase I, División 2
Gas natural comprimido (GCN)	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor	1.50 metros en todas las direcciones desde la cubierta del surtidor
Gas natural licuado (GLN)	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor	3.00 metros en todas las direcciones desde la cubierta del surtidor
Gas de petróleo licuado (Gas LP)	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor; 45 centímetros desde la superficie exterior de la cubierta del surtidor hasta una elevación de 1.20 metros arriba de la base del surtidor; toda la fosa o espacio abierto por debajo del surtidor y dentro de 6.00 metros horizontalmente de cualquier arista de la cubierta del surtidor cuando la fosa o trinchera no está ventilada mecánicamente.	Hasta 45 centímetros sobre el nivel del piso y dentro de 6.00 metros horizontalmente de cualquier arista de la cubierta del surtidor, incluyendo fosas y trincheras dentro de esta área cuando se provee con ventilación mecánica adecuada



**Figura 514-3.- Diagrama de áreas peligrosas (clasificadas) adyacentes a los surtidores (dispensadores) como se detalla en la tabla 514-3(b)(1).**

**(3) Almacenamiento de combustible.**

a. Los tanques de almacenamiento de gas natural comprimido o gas natural licuado sobre el suelo deben estar separados de cualquier límite adyacente de la propiedad que está o pueda estar construida sobre cualquier vía pública, y el edificio más cercano importante en la misma propiedad.

b. Los tanques de almacenamiento de hidrógeno sobre el suelo deben estar separados de cualquier límite adyacente de la propiedad que está o pueda estar construida sobre cualquier vía pública, y el edificio más cercano importante en la misma propiedad.

c. Los tanques de almacenamiento de gas licuado de petróleo sobre el suelo deben estar separados de cualquier límite adyacente de la propiedad que está o pueda estar construida sobre cualquier vía pública, y el edificio más cercano importante en la misma propiedad.

d. Los tanques de almacenamiento de gas natural comprimido, gas natural licuado gas licuado de petróleo sobre el suelo deben estar separados uno del otro por al menos 6 metros y de los dispositivos surtidores que surten combustibles líquidos o gaseosos a vehículos automotores por al menos 6 metros.

**Excepción 1:** La separación requerida no se aplicará a los tanques dispensadores que almacenan o manipulan combustibles de la misma composición química.

**Excepción 2:** La separación requerida no se aplicará cuando tanto el equipo de almacenamiento y el surtidor de combustible gaseoso está al menos a 15 metros de otro equipo de almacenamiento y surtidor de combustible gaseoso subterráneo.

e. Instalaciones del surtidor debajo de los toldos. Donde se instalan surtidores de gas natural comprimido o gas natural licuado debajo de un toldo o recinto, el toldo o el recinto deberán estar diseñados para prevenir la acumulación o atrapamiento de los vapores inflamables o todos los equipos eléctricos instalados debajo de la cubierta o recinto deben ser adecuados para lugares peligrosos (clasificados) Clase I, División 2.

f. Requisitos específicos para dispositivos surtidores de gas LP. Los dispositivos surtidores para gas LP se deben de ubicar de la siguiente manera:

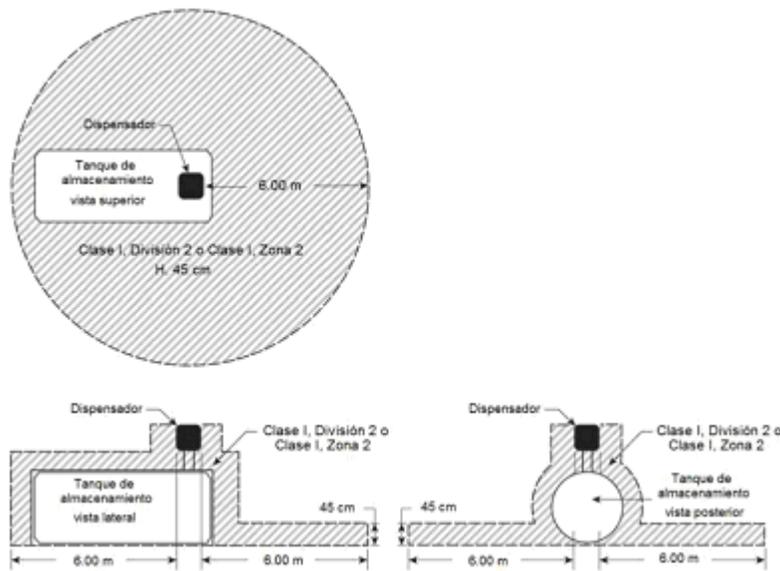
1) Al menos a 3 metros de cualquier dispositivo surtidor de líquidos Clase I

2) A no menos de 1.50 metros de cualquier surtidor para líquidos Clase I donde existan las condiciones siguientes:

a. La boquilla de suministro de gas LP y la válvula de llenado liberan no más de 4 cm<sup>3</sup> de líquido al desconectarse.

b. El indicador de nivel de líquido máximo fijo permanece cerrado durante todo el proceso de llenado.

Se debe utilizar la Tabla 514.3(b)(2) para delimitar y clasificar áreas para la instalación del cableado eléctrico y el equipo eléctrico de utilización.



**Figura 514-3(b).- Áreas clasificadas adyacentes a un surtidor montado sobre un tanque de almacenamiento situado sobre la superficie del terreno.**

**c) Estaciones de suministro de combustible para motores en muelles y marinas.**

(1) **Generalidades.** El cableado eléctrico y el equipo localizado en o sobre los lugares de los dispensadores de combustible, se deben instalar en el lado del muelle, desembarcadero o embarcadero opuesto del sistema de tuberías del líquido.

(2) **Clasificación de áreas de Clase I, Divisiones 1 y 2.** Se deben utilizar los siguientes criterios con el fin de aplicar la Tabla 514-3(b)(1) y la Tabla 514-3(b)(2) para el equipo de suministro de combustible para motores en muelles, desembarcaderos o embarcaderos flotantes o fijos.

**d) Construcción cerrada.** Cuando la construcción de los muelles, desembarcaderos o embarcaderos flotantes es cerrada, de manera que no hay espacio entre la parte inferior del muelle, desembarcadero o embarcadero y el agua, por ejemplo, la construcción con espuma expandida encerrada en concreto o una construcción similar, y que tienen cajas de acometida integradas con bastidores de alimentación, se deben aplicar las siguientes condiciones:

(1) El espacio por encima de la superficie del muelle, desembarcadero o embarcadero flotante debe ser un lugar Clase I, División 2 con distancias como las identificadas en la tabla 514-3(b)(1), para el dispensador y lugares exteriores.

(2) El espacio por debajo de la superficie del muelle, desembarcadero o embarcadero flotante con áreas o envolventes tales como tinas, huecos, fosos, bóvedas, cajas, depresiones, bastidores de las tuberías de combustible o espacios similares en los que se pueda acumular líquido o vapor inflamable, debe ser un lugar Clase I, División 1.

**Excepción 1:** Se permitirá que las secciones del muelle, desembarcadero o embarcadero que no den soporte a dispensadores de combustible y que lindan, pero están a 6.00 metros o más desde las secciones del embarcadero que dan soporte a los dispensadores de combustible, sean de Clase I, División 2 cuando exista un espacio de aire entre las secciones del embarcadero que permita que los líquidos o vapores inflamables se disipen y eviten que se muevan hacia estas secciones del embarcadero. La documentación debe cumplir con 500-4(a).

**Excepción 2:** Se permitirá que las secciones del muelle, desembarcadero o embarcadero que no den soporte a dispensadores de combustible y que no lindan directamente con ellos, sean no clasificadas cuando exista un espacio de aire documentado y los líquidos o vapores inflamables no se puedan mover a estas secciones del embarcadero. Tal documentación debe cumplir con 500-4(a).

**e) Construcción abierta.** Cuando la construcción de los muelles, desembarcaderos o embarcaderos sea abierta, como por ejemplo plataformas construidas sobre vigas longitudinales sostenidas por pilotes, flotadores, pontones o construcción similar se deben aplicar lo siguiente:

(1) El área de 45 centímetros por encima de la superficie del embarcadero, muelle o desembarcadero y que se prolongue 6.00 metros horizontalmente en todas las direcciones desde el borde externo del dispensador y hacia abajo hasta el nivel del agua, debe ser de Clase I, División 2.

(2) Las envolventes tales como tinas, huecos, fosos, bóvedas, cajas, depresiones, bastidores de las tuberías o espacios similares en los que se pueda acumular líquido o vapor inflamable a una distancia máxima de 6.00 metros del dispensador, debe ser un lugar Clase I, División 1.

**514-4. Alambrado y equipo dentro de áreas Clase I.** Todo el alambrado y equipo eléctrico dentro de áreas Clase I definidas en 514-3 deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501.

**Excepción:** Lo que se permite en 514-8.

**NOTA:** Para requisitos especiales en el aislamiento de los conductores, Véase 501-20.

**514-7. Alambrado y equipo por encima de áreas Clase I.** El alambrado y equipo por encima de las áreas Clase I definidas en 514-3, deben cumplir con 511-7.

**514-8. Alambrado subterráneo.** El alambrado subterráneo debe ser instalado en tubo conduit roscado metálico tipo pesado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado. Cualquier parte del equipo o alambrado eléctrico que esté debajo de la superficie de un área Clase I, División 1 o División 2 (como se define en las Tablas 514-3(b)(1) y (b)(2) se debe sellar a una distancia máxima de 3.00 metros del punto de salida sobre el suelo. Excepto las reducciones aprobadas a prueba de explosión en el sello del tubo conduit, no debe haber uniones, coples, cajas ni accesorios entre el sello del tubo conduit y el punto de salida sobre el suelo. Consúltese la Tabla 300-5.

**Excepción 1:** Se permitirá el uso de cable del tipo MI si se instala de acuerdo con el Artículo 332.

**Excepción 2:** Se permitirá usar tubo conduit Tipo PVC y tubo conduit Tipo RTRC cuando esté enterrado a no menos de 60 centímetros de la cubierta. Cuando se use tubo conduit Tipo PVC y tubo conduit Tipo RTRC, en los últimos 60 centímetros del tramo subterráneo hasta que salga del suelo o hasta el punto de conexión con la canalización sobre el suelo se debe usar tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de los equipos para proporcionar la continuidad eléctrica del sistema de canalizaciones y para la puesta a tierra de las partes metálicas no portadoras de corriente.

#### **514-9. Sellado.**

**a) En el surtidor.** En todos los tramos de tubo conduit que entren o salgan de un surtidor o en cualquier cavidad o envolvente en comunicación directa con el surtidor, se debe instalar un sello aprobado. El accesorio de sellado debe ser el primer accesorio después de que el tubo conduit salga de la tierra o del concreto.

**b) En los límites.** Se deben instalar sellos adicionales de acuerdo con 501-15. En los límites horizontales y verticales de los lugares definidos como de Clase I se deben aplicar 501-15(a)(4) y (b)(2).

#### **514-11. Desconectores de los circuitos.**

**a) Desconectores eléctricos de emergencia.** Se deben proporcionar sistemas de suministro de combustible con uno o más dispositivos de apagado o interruptores de emergencia claramente identificados. Tales dispositivos o interruptores deben estar instalados en lugares aprobados, pero a no menos de 6 metros o más de 30 metros de los surtidores de combustible que alimentan. Los dispositivos de apagado de emergencia o interruptores eléctricos deben desconectar la energía a todos los dispositivos surtidores; a todas las bombas remotas que alimentan los dispositivos surtidores; a todos los circuitos asociados de potencia, control y señalización; y a todos los demás equipos eléctricos en las áreas peligrosas clasificadas alrededor de los dispositivos surtidores de combustible. Cuando se proporcionen más de un dispositivo de apagado de emergencia o interruptor eléctrico, se deben interconectar todos los dispositivos. El reseteo de una condición de apagado de emergencia debe requerir intervención manual.

**Excepción.** El equipo eléctrico intrínsecamente seguro no necesita cumplir este requisito.

**b) Despacho de combustible y estaciones de autoservicio atendidas.** En las estaciones de despacho de combustible atendidas, los dispositivos o interruptores deben estar fácilmente accesibles al empleado.

**c) Despacho de combustible y estaciones de autoservicio no atendidas.** En todas las estaciones de despacho de combustible no atendidas, los dispositivos o interruptores deben estar fácilmente accesibles a los patrones y al menos un dispositivo o interruptor adicional debe estar fácilmente accesible en cada grupo de los dispensadores de combustible en una isla individual.

**514-13. Disposiciones para el mantenimiento y la reparación del equipo surtidor.** Cada surtidor debe estar equipado con un medio para retirar todas las fuentes de tensión externa, incluyendo todos los circuitos asociados de potencia, voz, datos y video; incluyendo la retroalimentación, durante los periodos de mantenimiento y reparación del equipo surtidor. La ubicación de este medio puede estar ya sea dentro o adyacente al surtidor. El medio debe poder bloquearse en posición abierta de conformidad con la sección 110-25.

**514-16. Puesta a tierra.** Todas las canalizaciones metálicas, las pantallas metálicas o cubierta metálica de los cables y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de equipo fijo y portátil, independientemente de la tensión, deben ser puestas a tierra y unidos. La puesta a tierra y la unión en áreas Clase I debe cumplir con los requisitos indicados en 501-30.

## **ARTÍCULO 515**

### **PLANTAS DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES**

**515-1. Alcance.** Este artículo cubre un predio o parte de él donde se reciben líquidos inflamables de buques cisterna, tuberías, carros tanque o vehículos con tanque, y se almacenan o mezclan con el fin de distribuir tales líquidos mediante buques cisterna, tuberías, carros tanque o vehículos con tanque, tanques portátiles o contenedores.

**515-3. Áreas Clase I.** Cuando se almacenan, manejan o surten líquidos de Clase I debe aplicarse la Tabla 515-3 para diseñar y clasificar las plantas de almacenamiento. Las áreas Clase I no deben extenderse más allá de un piso, una pared, techo u otras divisiones sólidas que no tengan aberturas de comunicación.

**NOTA:** Para gasolineras en marinas o patios de botes, véase la Sección 514-3(c) a (e)

**515-4. Alambrado y equipo dentro de áreas Clase I.** Todo alambrado y equipo eléctrico dentro de áreas Clase I, definidas en la sección 515-3, deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501 o del Artículo 505 para la división o zona en la cual se usan.

**Excepción:** Lo permitido en 515-8.

**515-7. Alambrado y equipo sobre áreas Clase I.**

**a) Alambrado fijo.** Todo alambrado fijo que pase sobre áreas Clase I, debe instalarse en canalizaciones metálicas o en tubo conduit no metálico rígido de PVC Cédula 80 o equivalente, o con cable de los tipos RTRC marcado con el sufijo –XW, MI, TC o MC, o cable tipo PLTC y PLTC-ER, de acuerdo con lo previsto en el Artículo 725, incluyendo la instalación en las canalizaciones o el cable tipo ITC y ITC-ER como está permitido en 727-4. El cable debe ser terminado con accesorios aprobados.

**b) Equipos fijos.** El equipo fijo que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alambrado fijo, cortacircuitos, interruptores, contactos, motores u otro equipo que tengan contactos de cierre y apertura o deslizantes, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar contruidos de tal manera que impidan el escape de chispas o partículas metálicas calientes.

**c) Luminarias portátiles u otros equipos de utilización.** Las luminarias portátiles u otros equipos de utilización y sus cordones flexibles deben cumplir con los requisitos del Artículo 501 o del Artículo 505 para la clase de área sobre la que han de conectarse o utilizarse.

**Tabla 515-3.- Clasificación eléctrica de las áreas**

Lugar	División	Zona	Extensión del área clasificada
Equipo interior instalado donde puedan existir mezclas inflamables de aire - vapor bajo funcionamiento normal.	1	0	La totalidad del área asociada con dicho equipo cuando hay gases o vapores inflamables continuamente o por largos periodos de tiempo.
	1	1	Área dentro de 1.50 metros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 1.5 y 2.5 metros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones; también el espacio hasta 90 centímetros por encima del piso o el nivel del suelo desde 1.50 hasta 7.50 metros horizontalmente desde cualquier borde del equipo. <sup>1</sup>
Equipo exterior instalado donde pueda haber mezclas inflamables de aire - vapor bajo funcionamiento normal.	1	0	La totalidad del área asociada con dicho equipo cuando hay gases o vapores inflamables continuamente o por largos periodos de tiempo.
	1	1	Área dentro 90 centímetros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 2.50 metros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones; también el espacio hasta 90 centímetros por encima del piso o el nivel del suelo desde 90 centímetros hasta 3.00 metros horizontalmente desde cualquier borde del equipo
Instalaciones de tanques de almacenamiento dentro de edificios	1	1	Todo el equipo localizado debajo del nivel del suelo.
	2	2	Cualquier equipo localizado en o por encima del suelo.

Lugar	División	Zona	Extensión del área clasificada
Tanque - sobre el suelo, techo fijo	1	0	Interior del techo fijo del tanque.
	1	1	Área dentro del dique, en donde la altura del dique es mayor que la distancia desde el tanque hasta el dique por más del 50 por ciento de la circunferencia del tanque.
	2	2	Dentro de 3.00 metros desde el casco del tanque, los extremos o el techo del tanque. También el área dentro del dique hasta el nivel superior de la pared del dique.
	1	0	Área dentro de la abertura o tubería de ventilación.
	1	1	Área dentro de 1.50 metros del extremo abierto de la ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 1.50 y 3.00 metros desde el extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
Tanque-sobre el suelo, techo flotante con techo exterior fijo	1	0	Área entre las secciones del techo flotante y el techo fijo y dentro del casco del tanque.
sin techo exterior fijo	1	1	Área por encima del techo flotante y dentro del casco del tanque.
Válvula del tanque-interior	1	1	Todo el volumen interior de los líquidos Clase I se almacena
Abertura para llenado del tanque subterráneo	1	1	Cualquier foso o espacio bajo el nivel del suelo, si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 o 2 o Zona 1 o 2.
	2	2	Hasta 45 centímetros sobre el nivel del suelo, dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde cualquier conexión de llenado floja y dentro de un radio horizontal de 1.50 metros desde una conexión de llenado apretada.
Ventilación - Descargando hacia arriba	1	0	Área interior de la abertura o tubería de ventilación.
	1	1	Dentro de 90 centímetros del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 1.50 metros del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
Llenado de tambores de 200 litros y contenedores – en exteriores o interiores	1	0	Área dentro del tambor o contenedor.
	1	1	Dentro de 90 centímetros de las aberturas de ventilación y llenado, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 1.50 metros desde la abertura de ventilación o llenado, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 45 centímetros sobre el piso o el nivel del suelo dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde las

			aberturas de ventilación o llenado.
Bombas, purgadores, accesorios de vaciado,			
En el interior	2	2	Dentro de 1.50 metros de cualquier borde de estos dispositivos, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 90 centímetros sobre el nivel del piso o suelo, y dentro de 7.50 metros horizontalmente desde cualquier borde de tales dispositivos.
En el exterior	2	2	Dentro de 90 centímetros de cualquier borde de estos dispositivos, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 45 centímetros sobre el nivel del suelo y dentro de 3.00 metros horizontalmente desde cualquier borde de tales dispositivos.
Fosos y sumideros			
Sin ventilación mecánica	1	1	Toda el área dentro del foso o sumidero si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 o 2, o Zona 1 o 2.
Con ventilación mecánica adecuada	2	2	Toda el área dentro del foso o sumidero si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 o 2, o Zona 1 o 2.
Que contengan válvulas, accesorios o tuberías y no estén dentro de un lugar clasificado de la División 1 o 2, o Zona 1 o 2.	2	2	Todo el foso o sumidero.
Zanjas de drenaje, separadores, fosa de contención.			
En el exterior	2	2	Área hasta 45 centímetros sobre la zanja, separador o fosa. Además, área hasta 45 centímetros sobre el nivel del suelo, y dentro de 4.50 metros horizontalmente desde cualquier borde.
En el interior			Misma clasificación que para los fosos.
Carga de camiones cisterna y vagones cisterna <sup>2</sup> por el domo abierto.	1	0	Área dentro del tanque
	1	1	Hasta 90 centímetros del borde del domo, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 4.50 metros desde el borde del domo, extendiéndose en todas las direcciones.
Carga a través de conexiones en el fondo del tanque con ventilación atmosférica	1	0	Área dentro del tanque
	1	1	Dentro de 90 centímetros del punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 4.50 metros desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 45 centímetros sobre el suelo dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde el punto de conexión de carga.

Carga a través de domo cerrado con ventilación atmosférica	1	1	Hasta 90 centímetros del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Área entre 90 centímetros y 4.50 metros desde el extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 90 centímetros del borde del domo extendiéndose en todas las direcciones.
Carga a través de domo cerrado con control de vapores	2	2	Dentro de 90 centímetros del punto de conexión de las líneas tanto de llenado como de vapor, extendiéndose en todas las direcciones.
Carga por el fondo del tanque con control de vapor y cualquier descarga por el fondo del tanque.	2	2	Dentro de 90 centímetros del punto de conexión, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 45 centímetros sobre el suelo dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde el punto de conexión.
Almacenamiento y taller de reparación de camiones cisterna	1	1	Todos los fosos o espacios bajo el nivel del piso.
	2	2	Área de hasta 45 centímetros sobre el nivel del piso o del suelo en todo el garaje de almacenamiento o taller.
Talleres para vehículos diferentes de camiones cisterna	No clasificado		Si en estos cuartos hay alguna abertura dentro de la extensión de un lugar exterior clasificado, todo el cuarto se debe clasificar igual que la clasificación del área en el punto de la abertura.
Almacenaje exterior de barriles	No Clasificado		
Recintos internos o gaveta de almacenamiento usados para el almacenamiento de líquidos de Clase I	2	2	Todo el recinto o gaveta.
Almacenamiento interior cuando no hay transferencia de líquidos inflamables	No clasificado		Si hay cualquier abertura hacia estos cuartos dentro de la extensión de un lugar interior clasificado, el lugar clasificado se debe extender hasta la salida lo mismo que si la pared, reborde o tabique no existieran.
Oficinas y cuartos de baño	No clasificado		Si en estos cuartos hay alguna abertura dentro de la extensión de un lugar interior clasificado, el cuarto se debe clasificar lo mismo que si la pared, reborde o tabique no existieran.
Muelles y embarcaderos			Ver la Figura 515-3.

<sup>1</sup> La liberación de líquidos de Clase I puede generar vapores hasta el punto en que todo el edificio, y posiblemente la zona que la rodea, deban considerarse lugares Clase I, División 2 o Zona 2.

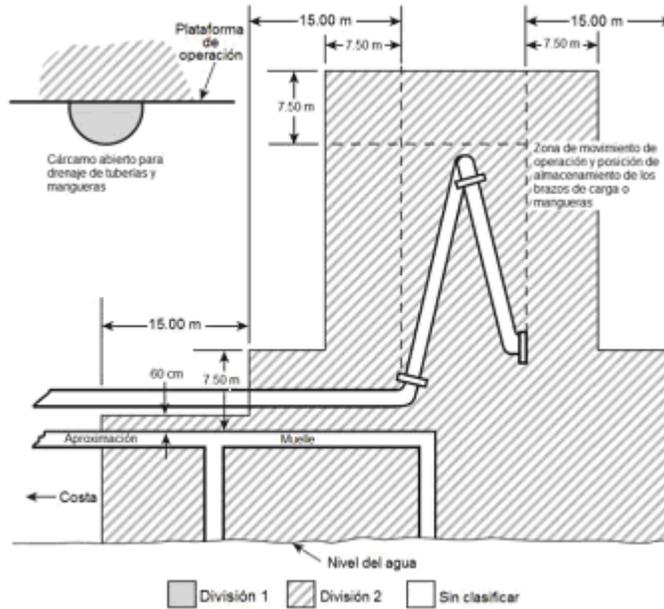
<sup>2</sup> Al clasificar la extensión del área, se debe tener en cuenta el hecho de que los vagones y camiones cisterna pueden tener distintas posiciones. Por tanto, se deben usar los extremos de las posiciones de carga o descarga.

#### 515-8. Alambrado subterráneo

**a) Método de alambrado.** El alambrado subterráneo debe instalarse en tubo conduit metálico tipo pesado roscado o en tubo conduit metálico de acero roscado, o cuando esté enterrado a no menos de 60 centímetros de una cubierta, se permite que vaya en tubo conduit Tipo PVC o tubo conduit Tipo RTRC o un cable aprobado. Cuando se utilice tubo conduit, Tipo PVC o tubo conduit Tipo RTRC en los últimos 60 centímetros del tramo subterráneo hasta que salga del suelo o hasta el punto de conexión con la canalización sobre el suelo, debe utilizarse tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado. Cuando se utilice cable, el tramo desde el punto más bajo del nivel del cable enterrado hasta el punto de conexión con la canalización sobre el piso debe instalarse en tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado.

**b) Aislamiento.** El aislamiento de los conductores debe cumplir con lo indicado en 501-20.

**c) Alambrado no metálico.** Cuando se utilice tubo conduit Tipo PVC, tubo conduit Tipo RTRC o cables con cubierta no metálica, se debe incluir un conductor de puesta a tierra del equipo, para que brinde continuidad eléctrica al sistema de canalización y permita poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente.



1) La "fuente de vapor" es el área que rodea a todo el movimiento del brazo de carga durante la operación normal y en la posición de almacenamiento o descanso en la zona de la brida de conexión final del brazo de carga (o manguera).

2) El área de anclaje o amarre adyacente al buque-tanque y barcazas es División 2 cubriendo las siguientes extensiones:

a) 7.50 metros medidos horizontalmente en todas direcciones en el lado del muelle o embarcadero desde la porción del casco de la nave que contiene los tanques.

b) Desde el nivel del agua hasta 7.50 metros por encima de los tanques de carga de las naves en su posición más alta.

3) Las áreas adicionales pueden ser clasificadas según sea necesario por la presencia de otras fuentes de líquidos inflamables en el muelle o en el embarcadero.

**Figura 515-3.- Clasificación de área para terminal marítima para manipulación de líquidos inflamables.**

**515-9. Sellado.** Los requisitos de sellado se aplican tanto a los límites horizontales como a los verticales de las áreas clasificadas Clase I. Las canalizaciones y los cables enterrados bajo las áreas definidas como Clase I se consideran lugares Clase I, División 1 o Zona 1.

**515-10. Gasolineras.** Cuando se suministre gasolina u otros líquidos inflamables volátiles o gases licuados inflamables en las estaciones de almacenamiento, se aplican las disposiciones del Artículo 514.

**515-16.** Puesta a tierra y unión. Todas las canalizaciones metálicas, las cubiertas metálicas o armaduras metálicas de los cables y todas las partes metálicas de equipo eléctrico fijo o portátil, no portadoras de corriente, independientemente de la tensión, deben ser puestas a tierra y unidas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250. La puesta a tierra y la unión en las áreas Clase I deben cumplir con los requisitos indicados en 501-30 para lugares Clase I, División 1 y 2, y en 505-25 para lugares Clase I, Zona 0, 1 y 2.

**NOTA:** Para información adicional sobre puesta a tierra para protección contra la electricidad estática, véase el apéndice B.

## ARTÍCULO 516

### PROCESOS DE APLICACIÓN POR ROCIADO, INMERSIÓN, RECUBRIMIENTO E IMPRESIÓN QUE EMPLEAN MATERIALES INFLAMABLES O COMBUSTIBLES

#### Parte A. Generalidades

**516-1. Alcance.** Este Artículo cubre la aplicación, regular o frecuente, de líquidos inflamables, líquidos combustibles y polvos combustibles mediante operaciones de rociado o aspersión y la aplicación de líquidos inflamables o líquidos combustibles a temperaturas por encima de su punto de ignición, por rociado, inmersión, recubrimiento, impresión u otros medios.

**NOTA:** Para información adicional sobre las medidas de seguridad en estos procesos, tales como protección contra incendios, instalación de señalización de precaución y medidas de mantenimiento, así como información adicional sobre ventilación, véase el apéndice B.

**516-2. Definiciones.** Para los propósitos de este Artículo se deben aplicar las siguientes definiciones:

**Área de rociado:** Toda área completamente cubierta, parcialmente cubierta o no cubierta en la que hay cantidades inflamables de vapores, neblinas, residuos, polvos o depósitos inflamables o combustibles debido a la operación de procesos de rociado, entre las que se incluyen (1) toda área situada en el recorrido directo de un proceso de aplicación por rociado; (2) el interior de una cabina de rociado o de un recinto de rociado o de una estación de trabajo limitada a procesos de acabado, según lo definido en el presente; (3) el interior de todo pleno de escape, sector del eliminador o sector del depurador; (4) el interior de todo ducto de escape o caño de escape que provenga de un proceso de aplicación por rociado; (5) el interior de toda carcasa o gabinete de los filtros de recirculación de aire, incluidos los filtros antipartículas de recirculación secundarios; (6) toda unidad concentradora de solventes (reducción de la contaminación) o unidad de recuperación de solventes (destilación); y (7) el interior de un envoltente de membrana. No se consideran parte del área de rociado los siguientes: (1) unidades de renovación de aire fresco; (2) conductos de suministro de aire y cámaras de distribución del suministro; (3) conductos de suministro de aire de recirculación en dirección de la corriente descendente de los filtros secundarios; (4) ductos de escape de las unidades de concentradores de solventes (reducción de la contaminación).

**NOTA:** Las áreas de rociado no cubiertas son lugares situados fuera de edificios u operaciones localizadas dentro de una sala o espacio de mayor tamaño. Dichas áreas están habitualmente equipadas con algún sistema local de ventilación/extracción de vapores. En operaciones automatizadas, los límites del área constituyen el área máxima del recorrido directo de las operaciones de rociado. En operaciones manuales, los límites del área constituyen el área máxima de rociado, cuando esté establecida a 90 grados de la superficie de aplicación.

**Área de rociado exterior.** Un área de rociado que está fuera de los límites de un edificio o que tenga una cubierta o techo que no limite la disipación del calor de un incendio o dispersión de vapores y no restringe el acceso y control de lucha contra incendios. Para los fines de esta norma un área de rociado exterior puede ser tratada como un área de rociado sin envoltente.

**Área de rociado sin envoltente.** Toda área de rociado no confinada por una estación de trabajo limitada a acabados, cabina de rociado o recinto de rociado.

**Cabina de rociado:** Envoltente con ventilación mecánica, utilizado para una operación o proceso de aplicación por rociado que confina y limita el escape del material que se está rociando, incluidos los vapores, neblinas, polvos y residuos producidos por la operación de rociado y que conduce o dirige estos materiales hacia un sistema de extracción.

**NOTA:** Una cabina de rociado es un envoltente o inserto dentro de un recinto de mayores dimensiones que se utiliza para aplicaciones de rociado/recubrimiento/inmersión. Una cabina de rociado puede estar totalmente encerrada o tener una parte o superficie frontal abierta, y puede incluir una entrada y una salida separada para el transportador. La cabina de rociado está equipada con ventilación por extracción dedicada, pero puede extraer aire de alimentación desde el recinto más grande o tener un suministro de aire dedicado.

**Cubierta de membrana.** Un envoltente temporal usado para el rociado de piezas de trabajo que no pueden ser llevadas a la cabina de rociado cuando el rociado abierto no es práctico debido a la proximidad con otras actividades, acabado de calidad o temas como la colecta del sobrerociado.

**Estación de trabajo limitada a procesos de acabado.** Aparato con capacidad de confinar los vapores, neblinas, residuos, polvos o depósitos generados por un proceso de aplicación por pulverización pero que no cumple con los requerimientos de un recinto de rociado o cabina de pulverización

**Recinto de rociado:** Recinto con ventilación mecánica y completamente cubierto con envolvente, que se utiliza exclusivamente para la atomización abierta de materiales inflamables o combustibles.

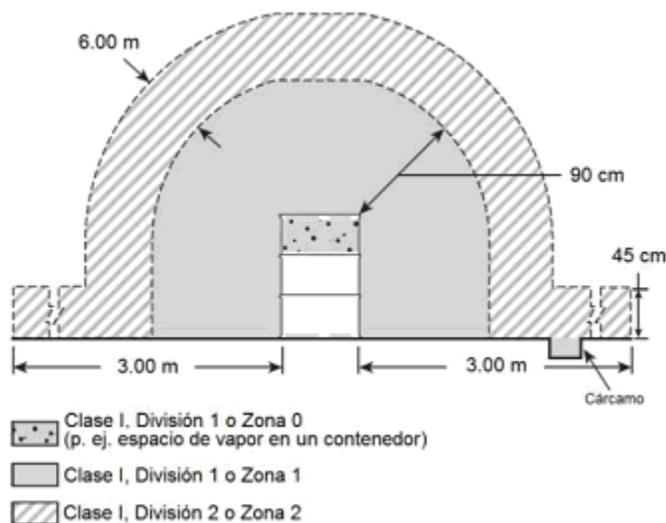
#### Parte B. Contenedores abiertos

**516-4. Clasificación de áreas.** Para contenedores abiertos, contenedores de suministro, recipientes de basura, limpiadores de pistolas de pulverización, y unidades de destilación de disolventes que contienen líquidos Clase I que se encuentran en Zonas ventiladas, la clasificación de la zona deberá hacerse de acuerdo con lo siguiente:

- (1) El área dentro de los 90 cm en todas las direcciones del contenedor o equipo extendiéndose hasta el suelo se clasificarán como Clase I, División 1 o Clase I, Zona 1, según sea aplicable.
- (2) El área que se extiende 60 cm más allá de la División 1 o Zona 1 se clasificarán como Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2, según sea aplicable
- (3) El área que se extiende 15 cm horizontalmente más allá del área descrita en el inciso inmediato anterior hasta una altura de 45 cm por encima del piso se clasificará como Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2, según corresponda.
- (4) El área dentro de cualquier tanque o contenedor se clasificarán como Clase 1, División 1 o Clase 1, Zona 0, según sea aplicable.
- (5) Sumideros, pozos o canales por debajo del suelo dentro de los 3.5 m medidos horizontalmente de una fuente de vapor, se clasificarán como Clase I, División 1 o Zona 1. Si el sumidero, pozo o canal se extiende más allá de 3.5 m de la fuente de vapor, se deberá proporcionar un tope de vapor o se clasificará como Clase I, División 1 o Zona 1 para toda su longitud.

Para los propósitos de clasificación de áreas eléctricas, el sistema de Divisiones y el sistema de Zonas no se deben mezclar para cualquier fuente de liberación.

El alambrado y el equipo de utilización instalado en estas áreas debe ser adecuado para el lugar, como se muestra en la figura 516-4.



**Figura 516-4.- Clasificación eléctrica de área para actividades con líquidos Clase I alrededor de contenedores abiertos, contenedores de suministro, recipientes de basura, limpiadores de pistolas de pulverización, y unidades de destilación de disolventes**

#### Parte C. Proceso de aplicación de rociado

**516-5. Clasificación de áreas.** La clasificación de áreas está basada en cantidades peligrosas de vapores inflamables, neblinas combustibles, residuos, polvos o depósitos combustibles que estén presentes o que

podrían estar presentes en cantidades suficientes como para generar mezclas inflamables o explosivas con el aire.

**a) Clasificación de los lugares por Zonas.**

**(1) Clasificación de lugares.** El sistema de clasificación por Zona de las áreas eléctricas debe aplicarse de la siguiente manera.

- a. El interior de contenedores o recipientes cerrados debe ser considerado un área de Clase I, Zona 0.
- b. Debe permitirse que un área de Clase I, División 1 sea alternativamente clasificada como un área de Clase I, Zona 1.
- c. Debe permitirse que un área de Clase I, División 2 sea alternativamente clasificada como un área de Clase I, Zona 2.
- d. Debe permitirse que un área de Clase II, División 1 sea alternativamente clasificada como un área de Zona 21.
- e. Debe permitirse que un área de Clase II, División 2 sea alternativamente clasificada como un área de Zona 22.

**(2) Sistemas de clasificación.** Para los fines de la clasificación de las áreas eléctricas, el sistema por Divisiones y el sistema por Zonas no deben entremezclarse para ninguna fuente de liberación determinada.

En los casos en que las áreas dentro de las mismas instalaciones se clasifiquen de manera separada, debe permitirse que los lugares de Clase I, Zona 2 sean contiguos, pero que no se superpongan con los lugares de Clase I, División 2. Los lugares de Clase I, Zona 0 o Zona 1 no deben ser contiguos a los lugares de Clase I, División 1 o División 2.

**(3) Equipos.** Los equipos o procesos con llamas abiertas, generadores de chispas, y los equipos cuyas superficies expuestas excedan la temperatura de autoignición del material que está siendo atomizado no deben estar ubicados en un área de rociado ni en ninguna de las áreas circundantes que esté clasificada como de División 2, Zona 2 o Zona 22.

**Excepción:** Este requisito no debe aplicarse a aparatos de secado, curado o fusión.

Todo aparato o equipo que utilice energía eléctrica, que sea capaz de generar chispas o partículas de metal caliente y que esté ubicado por encima o adyacente a ya sea un área de rociado o a las áreas de División 2, Zona 2 o Zona 22 circundantes debe ser del tipo totalmente encerrado o debe estar construido de modo que se evite el escape de chispas o partículas de metal caliente.

**b) Lugares Clase I, División I o Clase I, Zona 0.** El interior de cualquier contenedor abierto o cerrado o buque con líquido inflamable se deben considerar de Clase I, División I o Clase I, Zona 0, según sea aplicable.

**c) Lugares de Clase I, División 1; de Clase I, Zona 1; de Clase II, División 1; o de Zona 21.** Los siguientes espacios se consideran áreas Clase I, División 1, o Clase 1, Zona 1, o Clase II, División 1, o de Zona 21, según sea aplicable:

- (1) Los interiores de cabinas y cuartos de rociado, excepto como se indica específicamente en (d) siguiente.
- (2) El interior de ductos de extracción.
- (3) Cualquier área en la trayectoria directa de las operaciones de rociado.
- (4) Lo sumideros, fosas o canales bajo el nivel del suelo, ubicados hasta una distancia de 7.50 metros medida horizontalmente de la fuente de vapor. Si los sumideros, fosas o canales se extienden más allá de 7.50 metros de la fuente de vapor deben contar con un retén para detener el vapor o deben clasificarse como área Clase I, División 1 en toda su extensión.
- (5) Todo el espacio exterior, en todas direcciones, pero a una distancia máxima de 90 centímetros de contenedores abiertos, contenedores de suministro, limpiadores de pistolas para rociado y unidades de purificación de solventes que contienen líquidos inflamables.
- (6) Para estaciones de trabajo limitadas a procesos de acabado, el área interior delimitada por cortinas o tabiques. Ver Figura 516-5(d)(5).

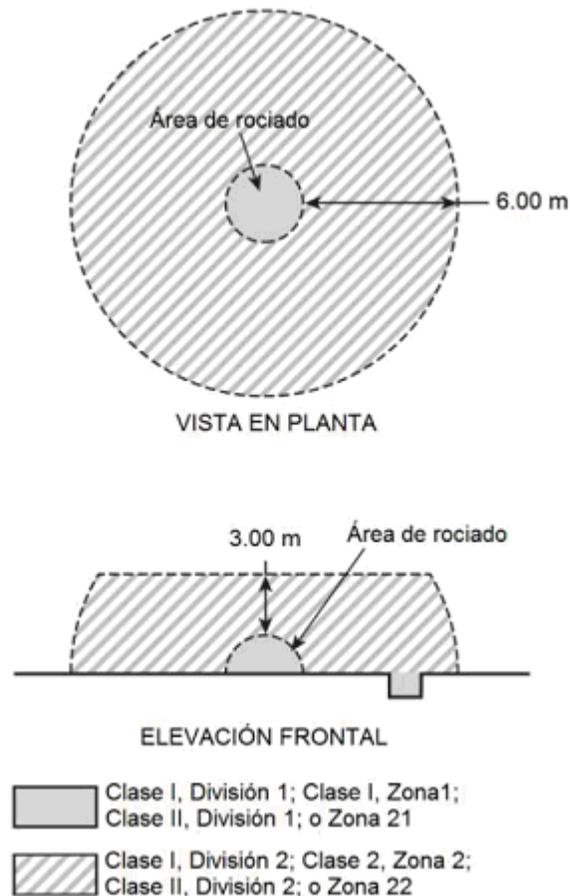
**d) Áreas Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2 o de Zona 22.** Los siguientes espacios se consideran áreas Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2; o de Zona 22, según sea aplicable:

**1) Rociado abierto.** Para rociado abierto, todo el espacio circundante y comprendido dentro de una distancia de 6.00 metros medidos horizontalmente y 3.00 metros medidos verticalmente de un área de rociado

cerrada y no separada del área de rociado mediante divisiones extendiendo los límites del área designada como División 2, Zona 2 o Zona 22, en la Figura 516-5(d)(1) será adecuado para lugares Clase 1, División 2; Clase 1, Zona 2; Clase II, División 2 o Zona 22, lo que sea aplicable.

**2) Cabinas de rociado y recintos de rociado con techo cerrado, abierto por la cara y abierto por el frente.** Si las operaciones de rociado se realizan dentro de una cabina o en un cuarto con techo cerrado, con cara abierta, o con frente abierto, como se muestra en la Figura 516-5(d)(2), todo el alambrado eléctrico o equipo de utilización localizado fuera de la cabina o del cuarto, pero dentro de una distancia de 90 centímetros de cualquier abertura, deben ser adecuados para áreas Clase I, División 2; Clase I, Zona 2; Clase II, División 2 o Zona 22, según sea aplicable. Las áreas Clase I, División 2, de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2 o de Zona 22, mostradas en la Figura 516-5(d)(2), se deben prolongar desde el extremo de la cara abierta o frente abierto de la cabina o cuarto.

**3) Cabinas de rociado con techo abierto.** En operaciones de rociado llevadas a cabo dentro de una cabina de rociado con el techo abierto, el espacio de 90 centímetros de radio sobre la cabina y otras aberturas de la cabina deberán considerarse Clase I, División 2; Clase I, Zona 2; Clase II, División 2 o de Zona 22, lo que sea aplicable.



**FIGURA 516-5(d)(1).- Clasificación eléctrica de las áreas para rociado abierto.**

**4) Cabinas y recintos de rociado encerrados.** En operaciones de rociado confinadas en una cabina o recinto cerrado, la clasificación del área eléctrica debe ser la siguiente:

(1) El espacio dentro de 90 centímetros en todas las direcciones desde cualquier abertura en la cabina de rociado, se debe considerar Clase I, División 2; Clase I, Zona 2; Clase II, División 2 o Zona 22, según corresponda, como se ilustra en la Figura 516-5(d)(4).

(2) Donde se use equipo de aplicación de rociado automático, el área fuera de las puertas de acceso será sin clasificación siempre que el bloqueo de la puerta prevenga la aplicación del rociado cuando la puerta esté abierta.

(3) Donde el aire expulsado sea recirculado, deben aplicarse ambas de las condiciones siguientes:

a. El interior de toda trayectoria de recirculación desde los filtros de partículas secundarios hasta la cámara de distribución de suministro de aire incluida, debe ser clasificado como un lugar de Clase I, División 2; Clase I, Zona 2; Clase II, División 2 o Zona 22, según corresponda.

b. El interior de los conductos de suministro de aire fresco no debe estar clasificado.

(4) Donde no se recircule el aire expulsado, el interior de los conductos de suministro de aire fresco y las cámaras de suministro de aire fresco no deben estar clasificados.

**5) Para estaciones de trabajo limitadas a procesos de acabado.**

a) Para estaciones de trabajo limitadas a procesos de acabado, el área interior del espacio de 90 centímetros, horizontalmente, y que verticalmente se extiende más allá del volumen encerrado por la superficie exterior de las cortinas o tabiques debe ser clasificada como de Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2 o de Zona 22, como se ilustra en la Figura 516-5(d)(5).

b) Una estación de trabajo limitada a procesos de acabado se debe diseñar y construir para que contenga todo lo siguiente:

(1) Un suministro de aire dedicado

(2) Barreras o divisiones no combustibles o retardantes de flama.

(3) Un sistema mecánico de extracción y filtración de aire

(4) Sistema extinguidor automático

c) La cantidad de material rociado en la estación de trabajo limitada no excederá de 3.5 litros en un periodo de tiempo de 8 horas

d) Las barreras o divisiones deben estar totalmente cerradas durante cualquier operación de rociado

e) El equipo dentro de la estación de trabajo limitada debe estar enclavado de tal manera que el equipo de aplicación de rociado no pueda ser operado a menos que el sistema de ventilación está funcionando adecuadamente y la aplicación de rociado se pare automáticamente si el sistema de ventilación falla

f) Una estación de trabajo limitada usada para aplicación de rociado no debe ser usada para ninguna otra operación capaz de producir chispas o partículas de metal caliente o para operaciones que involucren flamas o la utilización de equipo eléctrico capaz de producir chispas o partículas de metal caliente.

g) Cuando se utilicen calentadores de aire industriales para elevar la temperatura del aire para secado, curado o fusión, se debe proporcionar un interruptor de límite alto para apagar automáticamente el aparato de secado si la temperatura máxima del aire de descarga en la estación de trabajo limitada excede la temperatura máxima permitida por la norma por la que el calentador está aprobado o 93°C, lo que sea menor.

h) Se deben proporcionar medios para mostrar que la estación de trabajo limitada está en modo de operación de secado o curado y que la estación de trabajo limitada va a ser ocupada.

i) Cualquier contenedor de líquido inflamable o combustible debe ser retirado de la estación de trabajo limitada antes de que se energice el aparato de secado.

j) Se permitirá usar cualquier aparato portátil de secado, curado o de fusión en un área de trabajo limitada siempre que no esté localizado dentro de un área peligrosa (clasificada) cuando se estén llevando a cabo operaciones de rociado.

k) Se permite la recirculación del aire de escape cuando se cumplan los dos incisos 3) y 4) anteriores.

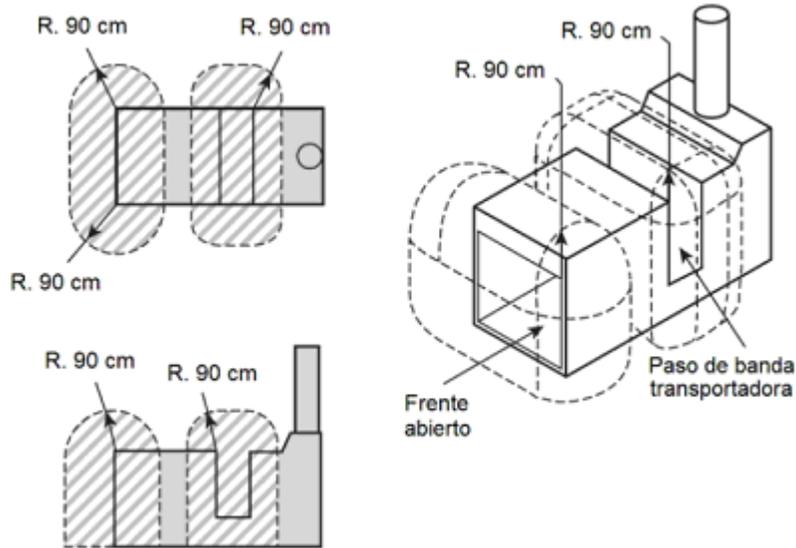


Figura 516-5(d)(2).- Lugares de Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2 o de Zona 22, adyacentes a un recinto o una cabina del rociado cerrados por arriba, abiertos por la cara o abiertos por el frente.

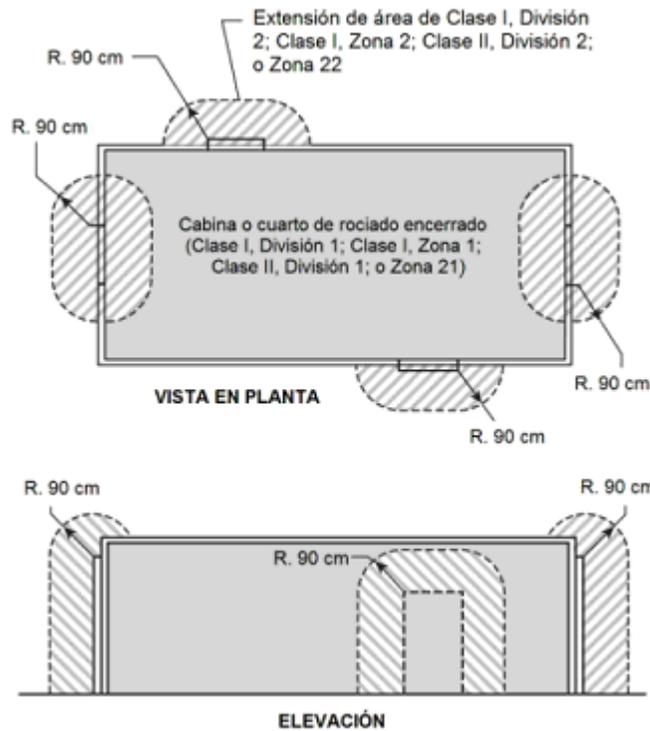


FIGURA 516-5(d)(4).- Lugares de Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2 o de Zona 22, adyacentes a un recinto o una cabina de rociado encerrados.

**516-6. Alambrado y equipo en áreas Clase I**

a) **Alambrado y equipos - Vapores.** Todo equipo y alambrado eléctrico dentro de un área Clase I (que contenga sólo vapor, no residuos) definida en 516-35, debe cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501 o del Artículo 505, según sea aplicable.

b) **Alambrado y equipos - Vapores y residuos.** A menos que sea específicamente aprobado para lugares que contengan depósitos de cantidades peligrosas de vapores inflamables o combustibles, neblina,

residuos, polvos o depósitos (lo que aplique), ningún equipo eléctrico debe instalarse o usarse en cualquier espacio de rociado como ha sido definido o en donde depósitos de residuos combustibles puedan acumularse fácilmente, excepto alambreado en tubo conduit metálico tipo pesado, tubo conduit metálico semipesado, cables tipo MI o en cajas o accesorios metálicos que no contengan derivaciones, empalmes o terminales.

**c) Iluminación.** Se permite la instalación de luminarias de la manera siguiente:

(1) Las luminarias, como las que se muestran en la Figura 516-6(c)(a), colocadas en los muros o cielorrasos de un área de pulverización, pero que estén afuera de cualquier área clasificada y que estén separadas del área de pulverización por paneles de vidrio deben ser adecuadas para uso en lugares no clasificados. Dichos artefactos deben ser mantenidos y reparados desde fuera del área de pulverización.

(2) Las luminarias, como las que se muestran en la Figura 516-6(c)(a), colocadas en los muros o el cielorraso de un área de pulverización, que estén separadas del área de pulverización por paneles de vidrio y que estén situadas dentro de un lugar de Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2 o de Zona 22 deben ser adecuadas para dicha ubicación. Dichos artefactos deben ser mantenidos y reparados desde fuera del área de pulverización.

(3) Debe permitirse que las luminarias, como las que se muestran en la Figura 516-6(c)(b), que sean una parte integral de los muros o el cielorraso de un área de pulverización estén separados del área de pulverización por paneles de vidrio que sean una parte integral del artefacto. Dichos artefactos deben estar aprobados para uso en lugares de Clase I, División 2; de Clase I, Zona 2; de Clase II, División 2 o de Zona 22, lo que corresponda, y también deben estar aprobados para acumulaciones de depósitos de residuos combustibles. Debe permitirse que dichos artefactos sean mantenidos y reparados desde el interior del área de pulverización.

(4) Los paneles de vidrio que se utilicen para separar las luminarias del área de pulverización que sean una parte integral de la luminaria deben cumplir con los siguientes requisitos:

a. Los paneles para artefactos de iluminación o para observación deben ser de vidrio con tratamiento térmico, vidrio laminado, vidrio armado o vidrio martillado-armado y deben estar sellados para confinar los vapores, neblinas, residuos, polvos y depósitos al área de pulverización.

**Excepción:** Deben permitirse ensambles de cabinas de pulverización aprobados con paneles de visión contruidos con otros materiales

b. Los paneles para artefactos de iluminación deben estar separados del artefacto para evitar que la temperatura de superficie del panel exceda de 93 °C.

c. El marco del panel y el método de colocación deben estar diseñados de modo que no presenten fallas bajo la exposición al fuego antes de que se produzca una falla en el panel de visión.

**d) Equipo portátil.** No se deben usar lámparas eléctricas portátiles u otro equipo de utilización en áreas de rociado durante las operaciones de rociado.

**Excepción 1.** Cuando se requieran lámparas portátiles eléctricas para operaciones en espacios no adecuadamente iluminados por el alumbrado fijo dentro del área de rociado, deben ser del tipo aprobado para áreas Clase I, División 1, o Clase I, Zona 1 donde puedan estar presentes residuos fácilmente inflamables.

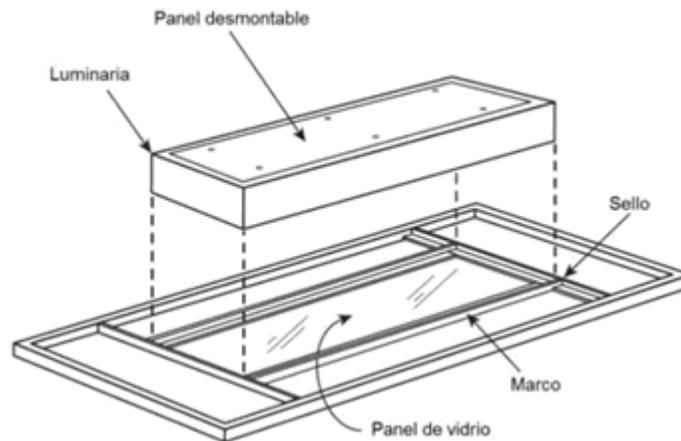
**Excepción 2.** Cuando se usen aparatos eléctricos portátiles de secado en cabinas de pintura por rociado y se reúnan los siguientes requisitos:

a. que el aparato y sus conexiones eléctricas no estén localizados en el recinto de rociado durante operaciones de rociado.

b. que el equipo eléctrico dentro de una distancia no mayor que 50 centímetros del piso esté aprobado para áreas Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2.

c. que todas las partes metálicas del aparato de secado estén eléctricamente unidas y puestas a tierra.

d. que se provean enclavamientos para evitar la operación del equipo de rociado mientras el aparato de secado esté dentro del recinto, y permita una purga del aire del recinto durante 3 minutos antes de energizar al aparato de secado y apagarlo en caso de falla del sistema de ventilación.



**Figura 516-6(c)(a).- Ejemplo de una luminaria montada fuera del área de pulverización, mantenida y reparada desde fuera del área de pulverización.**

**e) Equipo electrostático.** El equipo de rociado electrostático o de escurrimiento electrostático debe instalarse y utilizarse únicamente como se indica en 516-10.

**f) Descargas eléctricas estáticas.** Todas las personas y todos los objetos eléctricamente conductores, incluida cualquiera de las piezas de metal de los aparatos o equipos de procesos, contenedores de materiales, ductos de escape y sistemas de tuberías que transporten líquidos inflamables o combustibles deben estar eléctricamente puestos a tierra.

#### **516-7. Alambrado y equipos fuera de áreas clasificadas**

**a) Alambrado.** Todo alambrado fijo por encima de áreas Clase I y Clase II debe hacerse en canalizaciones metálicas, tubo conduit Tipo PVC, tubo conduit Tipo RTRC, tubo conduit no metálico; cuando se usan cables, deben ser Tipo TC, Tipo MC, MC-HL o Tipo MI. Las canalizaciones en pisos celulares metálicos se permiten únicamente para alimentar salidas de plafones o extensiones al área por debajo del piso de un área Clase I o Clase II, pero estas canalizaciones no deben tener conexiones que entren, o atraviesen un área Clase I o Clase II, a menos que tengan los sellos apropiados.

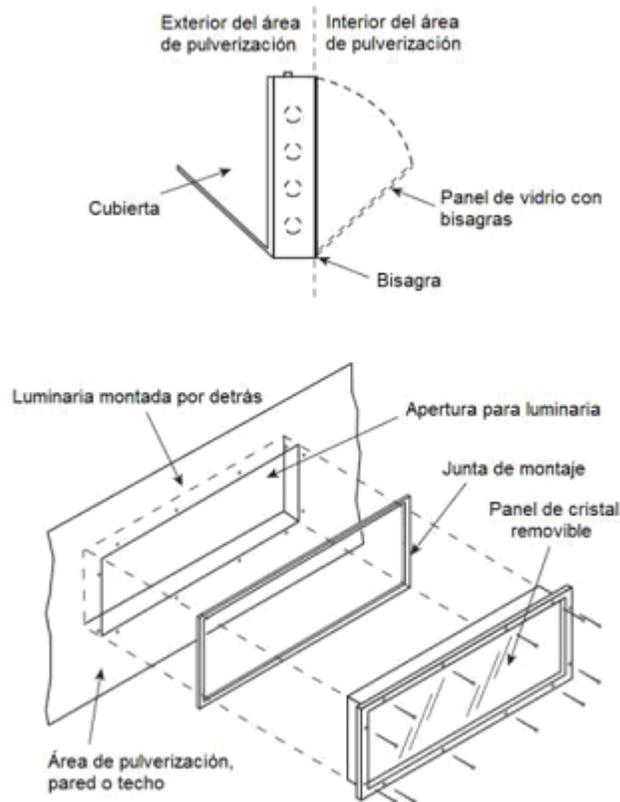
**b) Equipo.** El equipo que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, desconectores, contactos, motores u otro equipo con contactos de apertura y cierre o deslizantes, cuando se instalen por encima de un área clasificada, o encima de un área donde se manejen objetos recién terminados que sean manipulados, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar contruidos de tal manera que se evite el escape de chispas o partículas de metal caliente.

#### **516-10. Equipos especiales.**

**a) Equipo electrostático fijo.** Esta sección se debe aplicar a cualquier equipo que utilice elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga y/o precipitado de materiales peligrosos para recubrir objetos o para otros fines similares en los que el dispositivo de carga o atomización esté unido a un soporte o manipulador mecánico. Se deben incluir dispositivos robóticos. Esta sección no se debe aplicar a dispositivos que se sujeten o manipulen con la mano. Cuando el robot o los procedimientos de programación involucren la operación manual del brazo del robot mientras se hace el rociado y existen altas tensiones, se deben aplicar las disposiciones del inciso (b) siguiente. La instalación del equipo de rociado electrostático debe cumplir con (1) hasta (10) siguientes. El equipo de rociado debe estar aprobado. Todos los sistemas de equipos electrostáticos automáticos deben cumplir las condiciones de 516-6(a) hasta (e).

**1) Equipo de fuerza y control.** Los transformadores, fuentes de alimentación de alta tensión, aparatos de control y demás piezas eléctricas del equipo, deben instalarse fuera de los lugares Clase I, o ser de un tipo identificado para el lugar.

**Excepción:** Se permitirá instalar en lugares Clase I rejillas de alta tensión, electrodos y cabezales electrostáticos de atomización y sus conexiones.



**Figura 516-6(c)(b).- Ejemplo de una luminaria que es una parte integral del área de pulverización, mantenida y reparada desde el interior del área de pulverización.**

**2) Equipo electrostático.** Los electrodos y los cabezales electrostáticos de atomización deben estar soportados adecuadamente en lugares permanentes y deben estar aislados eficazmente de tierra. Se debe considerar que cumplen con esta sección los electrodos y cabezales electrostáticos de atomización que estén fijos permanentemente a sus bases, soportes, mecanismos de movimiento alternativos o robots.

**3) Terminales de alta tensión.** Las terminales de los conductores de alta tensión deben estar debidamente aisladas y protegidas contra daños mecánicos o contra la exposición a productos químicos destructivos. Cualquier elemento expuesto a alta tensión debe estar soportado en forma eficaz y permanentemente sobre aisladores adecuados y debe estar protegido eficazmente contra contactos o puesta a tierra accidentales.

**4) Soporte de piezas.** Las piezas que se vayan a recubrir mediante estos procesos deben estar colocadas en soportes colgantes o transportadores. Estos soportes colgantes o transportadores deben estar instalados de modo que: (1) aseguren que las piezas que se van a recubrir estén conectadas eléctricamente a tierra con una resistencia de 1 megohm o menos y (2) se prevenga que las piezas oscilen.

**5) Controles automáticos.** Los aparatos electrostáticos deben estar equipados con medios automáticos que desenergicen rápidamente los elementos de alta tensión si se produce alguna de las circunstancias siguientes:

- (1) Detención de los ventiladores o falla del equipo de ventilación por cualquier causa.
- (2) Detención del transportador de piezas a través de una zona de alta tensión, a menos que esta detención sea necesaria por una condición del proceso de rociado.
- (3) Se presenta excesiva corriente de fuga en cualquier punto del sistema de alta tensión.
- (4) Desenergización de la tensión primario a la fuente de alimentación.

**6) Puesta a tierra.** Todos los objetos conductores de electricidad en el área de rociado, excepto los que por exigencias del proceso deban mantenerse a alta tensión, se deben poner a tierra adecuadamente. Este requisito se debe aplicar a los recipientes de pintura, cubos de lavado, protectores, conectores de mangueras, abrazaderas y cualquier otro objeto o dispositivo conductor de la electricidad que pueda haber en el área.

**7) Separación.** Alrededor del equipo, o incorporado al mismo, se deben instalar protectores adecuados como cabinas, cercas, barandillas, enclavamientos u otros medios que, bien por su ubicación, naturaleza, o ambas cosas, aseguren que se mantiene una separación segura del proceso.

**8) Anuncios.** Se deben instalar anuncios notablemente visibles para:

- (1) Designar la zona del proceso como peligrosa, con relación a incendio y accidente.
- (2) Identificar los requisitos de puesta a tierra de todos los objetos eléctricamente conductores en el área de rociado.
- (3) Limitar el acceso exclusivamente a personas calificadas.

**9) Aisladores.** Todos los aisladores se deben mantener limpios y secos.

**10) Equipos diferentes de los no incendiarios.** Los equipos de rociado que no se puedan clasificar como no incendiarios, deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

- a. Los transportadores, soportes colgantes y equipos de aplicación deben estar instalados de modo que mantengan una separación mínima de al menos el doble de la distancia de arqueo entre los productos que se pintan y los electrodos, los cabezales de atomización electrostática o los conductores cargados. Se deben fijar advertencias que indiquen esta distancia de seguridad.
- b. El equipo debe tener un medio automático para desenergizar rápidamente los elementos de alta tensión en caso de que la distancia entre los productos que se pintan y los electrodos o cabezales electrostáticos de atomización se reduzca a un valor inferior al especificado en el inciso (a) anterior.

**b) Equipo electrostático de rociado manual.** Esta sección se debe aplicar a cualquier equipo que utilice elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga o precipitado de materiales inflamables y combustibles para el recubrimiento de artículos o para otros fines similares en los que el dispositivo atomizador se sujete con la mano o se manipule durante la operación de rociado. Los equipos y dispositivos de rociado manual electrostático que se utilicen en operaciones de pintura por rociado deben estar aprobados y cumplir con los puntos que se indican a continuación:

**1) Generalidades.** Los circuitos de alta tensión deben estar diseñados de modo que no produzcan chispas de intensidad suficiente como para encender las mezclas aire - vapor más fácilmente inflamables que se puedan encontrar, ni haya peligro de choque eléctrico considerable si entran en contacto con un objeto puesto a tierra bajo todas las condiciones de funcionamiento normales. Los elementos expuestos y cargados electrostáticamente de la pistola manual deben tener la capacidad de ser energizados sólo mediante un dispositivo que controle también el suministro del material de recubrimiento.

**2) Equipos de potencia.** Los transformadores, fuentes de energía, aparatos de control y todas las demás partes eléctricas de los equipos, deben estar ubicados fuera del lugar de Clase I o estar identificados para su uso en ese lugar.

**Excepción:** Se permitirá usar en lugares Clase I la propia pistola manual y sus conexiones con el suministro de energía.

**3) Empuñadura.** La empuñadura de la pistola de rociado debe estar conectada eléctricamente a tierra mediante un material conductor y estar fabricada de modo que el operador, utilizándola en la posición normal de funcionamiento, esté en contacto eléctrico directo con la empuñadura puesta a tierra con una resistencia no mayor a 1 megaohm, para prevenir la acumulación de cargas estáticas en su cuerpo. Se deben instalar anuncios en lugares notablemente visibles que adviertan sobre la necesidad de poner a tierra a todas las personas que entren en la zona de rociado.

**4) Equipo electrostático.** Todos los objetos eléctricamente conductores en la zona de rociado, a excepción de aquellos objetos que el proceso requiera que estén a una tensión alta, deben estar eléctricamente conectados a tierra con una resistencia no mayor a 1 megaohm. Este requisito se debe aplicar a los recipientes de pintura, cubos de lavado y cualquier otro objeto o dispositivo conductor eléctrico que esté en el área. Los equipos deben llevar una advertencia notablemente visible y permanentemente instalada que indique la necesidad de esta puesta a tierra.

**5) Soporte de objetos.** Los objetos que se estén pintando se deben mantener en contacto eléctrico con el transportador u otro soporte puesto a tierra. Los ganchos se deben limpiar periódicamente para asegurar una puesta a tierra eficaz de 1 megaohm o menos. Siempre que sea posible, las partes de contacto deben ser puntas agudas o bordes afilados. Los puntos de soporte del objeto se deben ocultar del rociado aleatorio, cuando resulte viable y, cuando los objetos que se estén rociando estén sostenidos de un transportador, el punto de sujeción al transportador debe estar ubicado de modo que no recoja material de rociado durante su funcionamiento normal.

**c) Recubrimiento en polvo.** Esta sección se debe aplicar a los procesos en los que se aplican polvos secos combustibles. Los riesgos asociados a los polvos combustibles están presentes en dichos procesos, en un grado que depende de la composición química del material, el tamaño, la forma y la distribución de las partículas.

**1) Equipo eléctrico y fuentes de ignición.** Los equipos eléctricos y otras fuentes de ignición deben cumplir los requisitos del Artículo 502. Las luminarias eléctricas portátiles y otros equipos de utilización no se deben usar en lugares Clase II durante la operación de los procesos de acabado. Cuando se usen dichas luminarias o equipos de utilización durante las operaciones de limpieza y reparación, deben ser de un tipo identificado para lugares Clase II, División 1 y todas las partes metálicas expuestas deben estar conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

**Excepción:** Cuando sea necesario usar luminarias eléctricas portátiles para operaciones en espacios no iluminados fácilmente por el alumbrado fijo dentro del área de rociado, éstas deben ser de un tipo aprobado para lugares Clase II, División 1, cuando pueda haber residuos fácilmente inflamables.

**2) Equipos fijos de rociado electrostático.** A estos equipos se les debe aplicar las disposiciones de (a) y (c)(1) anteriores.

**3) Equipos manuales de rociado electrostático.** A estos equipos se les deben aplicar las disposiciones de (b) y (c)(1).

**4) Lecho fluidizado electrostático.** El lecho fluidizado electrostático y el equipo asociado deben ser de un tipo identificado. Los circuitos de alta tensión deben estar diseñados de modo que cualquier descarga que se produzca cuando los electrodos de carga del lecho se aproximen o hagan contacto con un objeto puesto a tierra, no tenga una intensidad suficiente para encender cualquier mezcla de polvo y aire que pueda haber, ni se produzca un riesgo apreciable de choque eléctrico.

- a. Los transformadores, fuentes de energía, aparatos de control y todas las otras partes eléctricas de los equipos deben estar instalados fuera del área de recubrimiento con polvo, o de lo contrario deben cumplir los requisitos de (c)(1) anterior.

**Excepción:** Se permitirá que los electrodos de carga y sus conexiones a la fuente de alimentación estén dentro del área de recubrimiento con polvo.

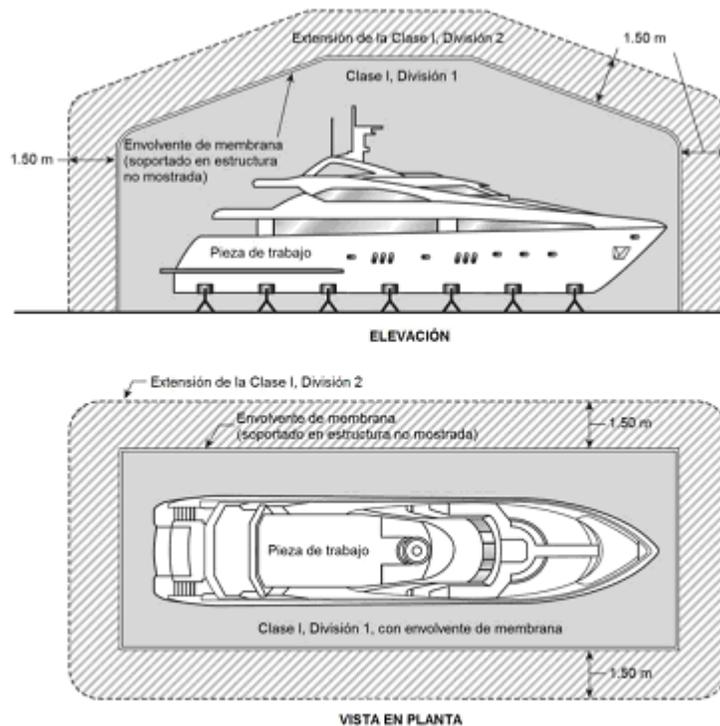
- b. Todos los objetos eléctricamente conductores dentro del área de recubrimiento con polvo deben estar adecuadamente puestos a tierra. El equipo de recubrimiento con polvo debe llevar una advertencia notablemente visible y permanentemente instalada sobre la necesidad de poner a tierra esos objetos.
- c. Los objetos que se están recubriendo se deben mantener en contacto eléctrico (menos de 1 megaohm) con el transportador u otro soporte para garantizar una puesta a tierra adecuada. Los soportes colgantes se deben limpiar periódicamente para asegurar un contacto eléctrico efectivo. Las áreas de contacto eléctrico deben ser puntas agudas o bordes afilados, cuando sea posible.
- d. Los equipos eléctricos y suministros de aire comprimido deben estar enclavados con el sistema de ventilación, de modo que los equipos no se puedan operar a menos que los ventiladores estén funcionando.

**516-16. Puesta a tierra.** Todas las canalizaciones metálicas, las pantallas metálicas o cubiertas metálicas de los cables y todas las partes metálicas de equipo eléctrico fijo o portátil que no transporten corriente, independientemente de la tensión, deben ser puestas a tierra y unidos. La puesta a tierra y la unión deben cumplir con 501-30, 502-30 o 505-25, según sea aplicable.

#### **Parte D. Operaciones de aplicación de rociado en envoltentes de membrana**

**516-18. Clasificación de área para envoltentes temporales de membrana.** La clasificación del área eléctrica será la siguiente:

- (1) El área dentro de la envoltente de membrana se considerará un área de Clase I, División 1, como se muestra en la Figura 516-18.
- (2) Una zona de 1.5 m fuera de la envoltente de membrana se considerará Clase I, División 2, como se muestra en la Figura 516-18.



**Figura 516-18.- Clasificación eléctrica para envoltorios exteriores temporales de membrana.**

**516-23. Fuentes de ignición eléctricas y de otras fuentes.** El alambrado y equipos eléctricos ubicados dentro de las áreas clasificadas dentro y fuera de los envoltorios de membrana durante la pintura en aerosol deberán ser adecuados para la ubicación y cumplirán con lo siguiente:

- (1) Todo el polvo en la pieza de trabajo será removido durante la pintura.
- (2) Las piezas de trabajo deberán estar conectadas a tierra.
- (3) El equipo de pintura en aerosol debe estar conectado a tierra.
- (4) Los andamios deben estar unidos a la pieza de trabajo y conectados a tierra por un método aprobado.

#### **Parte E. Procesos de impresión, inmersión y recubrimiento**

**516-29. Clasificación de lugares.** La clasificación se basa en las cantidades de vapores inflamables, neblinas combustibles, residuos, polvos o depósitos que estén presentes o que podrían estar presentes en cantidades suficientes como para generar mezclas inflamables o explosivas con el aire. El alambrado y equipos eléctricos ubicados en las áreas adyacentes a estos procesos deberán cumplir con los requerimientos siguientes. Se ilustran ejemplos de estos requerimientos en las figuras: 516-29(a), 516-29(b), 516-29(c) y 516-29(d)

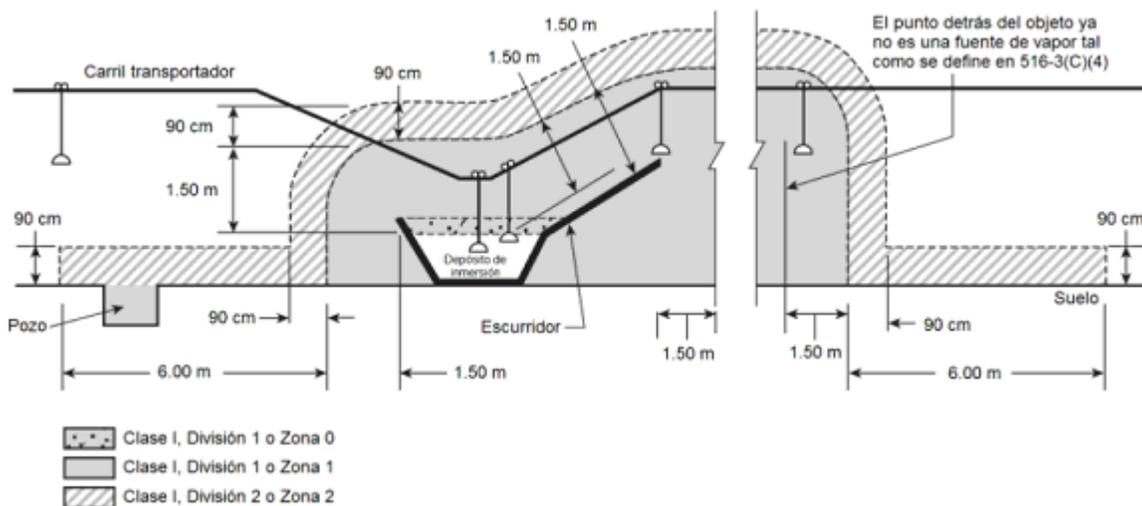
- (1) El cableado eléctrico y los equipos de utilización eléctricos ubicados en sumideros, fosos o canales situados debajo el nivel del terreno, dentro de 7.5 m horizontalmente, de una fuente de vapor se deben considerar lugares de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 1. Si los sumideros, fosos o canales se prolongan más allá de 7.5 m desde la fuente de vapor, se debe instalar una barrera de vapor o se deben clasificar como de Clase I, División 1 en toda su longitud.
- (2) El cableado eléctrico y los equipos de utilización eléctricos ubicados dentro de una distancia radial de 1.5 m desde las fuentes de vapor se deben considerar lugares de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 1. El espacio interior de un tanque de inmersión, mecanismo de entintado de rodillos, reservorio de tinta o tanque de tinta debe ser clasificado como de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 0, lo que corresponda.
- (3) El cableado eléctrico y los equipos de utilización eléctricos ubicados dentro de una distancia de 90 cm de un lugar de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 1, según se describe en la sección 516-3(d)(6)(2) deben ser adecuados para lugares de Clase I, División 2 o de Clase I, Zona 2, lo que corresponda.
- (4) El espacio de 90 cm situado por encima del piso y que se prolonga 6 metros horizontalmente, en todas las direcciones, desde un lugar de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 1, debe ser clasificado como de Clase I, División 2 o de Clase I, Zona 2, y el cableado eléctrico y los equipos de utilización

eléctricos ubicados dentro de dicho espacio deben ser adecuados para lugares de Clase I, División 2 o de Clase I, Zona 2, lo que corresponda.

- (5) Se permitirá que este espacio no esté clasificado, a los fines de las instalaciones eléctricas, si el área de la superficie de la fuente de vapor no excede de  $0.5 \text{ m}^2$ , los contenidos del tanque de inmersión, mecanismo de entintado de rodillos, reservorio de tinta o tanque de tinta no exceden de 19 litros y la concentración de vapor durante los periodos de funcionamiento y de parada no exceda del 25 por ciento del límite de inflamabilidad inferior.

**516-35. Lugares adyacentes a procesos de impresión, inmersión y recubrimiento.** Las áreas adyacentes a procesos de inmersión y de recubrimiento encerrados se ilustran en la Figura 516-35, se clasificarán de la siguiente manera:

- (1) El interior de todo aparato o proceso de inmersión o recubrimiento encerrado debe ser un lugar de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 1 y el cableado eléctrico y los equipos de utilización eléctrica ubicados dentro de dicho espacio deben ser adecuados para lugares de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 1, lo que corresponda. El área interior de un tanque de inmersión debe ser clasificada como de Clase I, División 1 o de Clase I, Zona 0, lo que corresponda.
- (2) El espacio de hasta 90 cm en todas las direcciones, desde cualquier abertura de un envolvente y extendiéndose hasta el suelo se debe clasificar como un lugar de Clase I, División 2 o de Clase I, Zona 2, y el cableado eléctrico y los equipos de utilización eléctrica ubicados dentro de dicho espacio deben ser adecuados para lugares de Clase I, División 2 o de Clase I, Zona 2, lo que corresponda.
- (3) Todos los otros espacios adyacentes a un proceso o aparato cerrado de inmersión o recubrimiento deben ser clasificados como no peligrosos para los propósitos de instalaciones eléctricas.



**Figura 516-29(a).- Clasificación eléctrica de las áreas para procesos abiertos sin contención de vapor ni ventilación.**

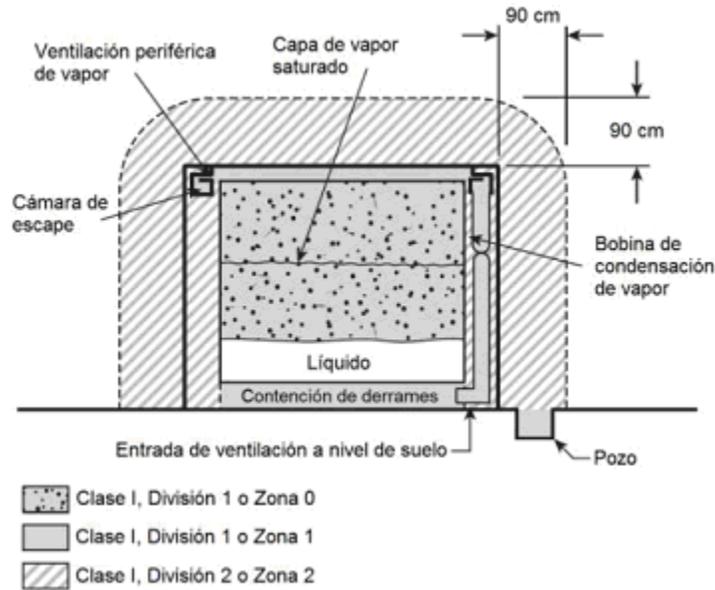
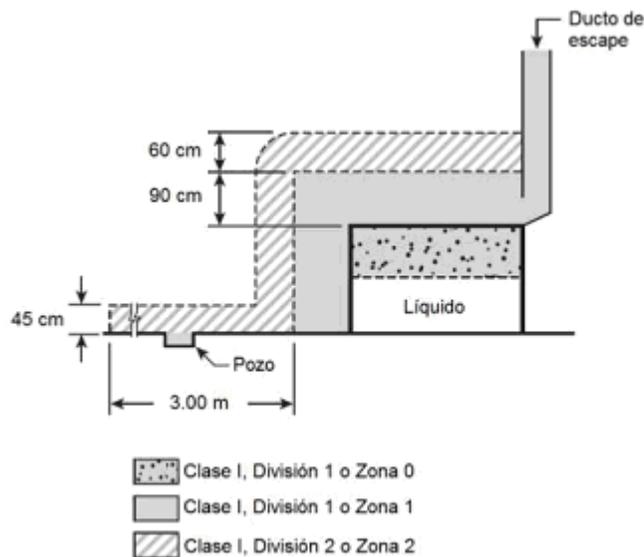


Figura 516-29(b).- Clasificación del área eléctrica para procesos abiertos de inmersión y recubrimiento, con ventilación y contención periférica de vapores-Vapores confinados a equipos de procesos.

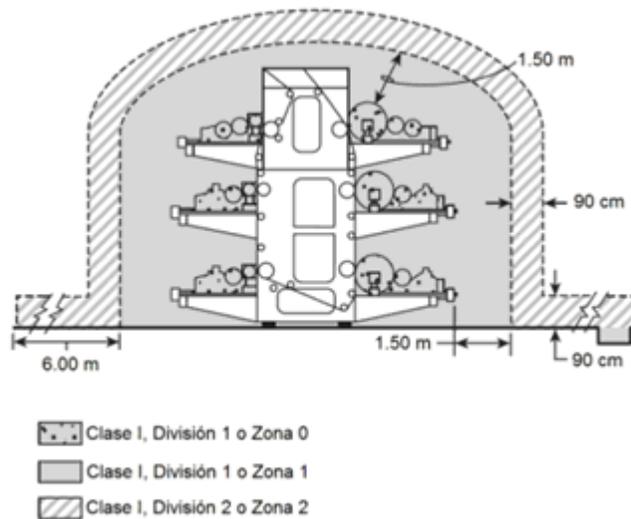
**516-36. Equipos y contenedores en áreas ventiladas.** Los contenedores abiertos, contenedores de suministro, recipientes de basura, y unidades de destilación de disolventes que contengan líquidos Clase I, se deben ubicar en áreas ventiladas de acuerdo con la sección 516-4.

**516-37. Luminarias.** Para equipos de impresión, inmersión y recubrimiento donde el área del proceso está encerrada con paneles de vidrio sellados para confinar los vapores y neblinas dentro del recinto, las luminarias colocadas en los muros o el cielorraso del recinto y que están ubicadas fuera de un área clasificada se permitirá que sean construidas para propósitos generales. Dichas luminarias deben ser mantenidas y reparadas fuera del recinto.

Luminarias colocadas en los muros o el cielorraso del recinto del proceso, ubicadas dentro de un área Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2, y están separadas del área del proceso por paneles de vidrio sellados para confinar los vapores y neblinas deben ser adecuadas para uso en estos lugares. Dichas luminarias deben ser mantenidas y reparadas fuera del recinto.



**Figura 516-29(c).- Clasificación del área eléctrica para procesos abiertos de inmersión y recubrimiento, con ventilación y contención periférica parcial de vapores-Vapores NO confinados a equipos de procesos.**



**Figura 516-29(d).- Clasificación del área eléctrica para un proceso de impresión típico.**

#### 516-38. Alambrado y equipos fuera de áreas clasificadas

**a) Alambrado.** Todo alambrado fijo por encima de áreas Clase I y Clase II debe hacerse en canalizaciones metálicas, tubo conduit Tipo PVC, tubo conduit Tipo RTRC, tubo conduit no metálico; cuando se usan cables, deben ser Tipo TC, Tipo MC, MC-HL o Tipo MI. Las canalizaciones en pisos celulares metálicos se permiten únicamente para alimentar salidas de plafones o extensiones al área por debajo del piso de un área Clase I o Clase II, pero estas canalizaciones no deben tener conexiones que entren, o atraviesen un área Clase I o Clase II, a menos que tengan los sellos apropiados.

**b) Equipo.** El equipo que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, desconectores, contactos, motores u otro equipo con contactos de apertura y cierre o deslizantes, cuando se instalen por encima de un área clasificada, o encima de un área donde se manejen objetos recién terminados que sean manipulados, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar contruidos de tal manera que se evite el escape de chispas o partículas de metal caliente.

**516-40. Descargas eléctricas estáticas.** Todas las personas y todos los objetos eléctricamente conductores, incluida cualquiera de las piezas de metal de los aparatos o equipos de procesos, contenedores de materiales, ductos de escape y sistemas de tuberías que transporten líquidos inflamables o combustibles deben estar eléctricamente puestos a tierra.

Deben tomarse las debidas precauciones para disipar las cargas eléctricas estáticas de todos los elementos no conductores que se utilizan en los procesos de impresión.

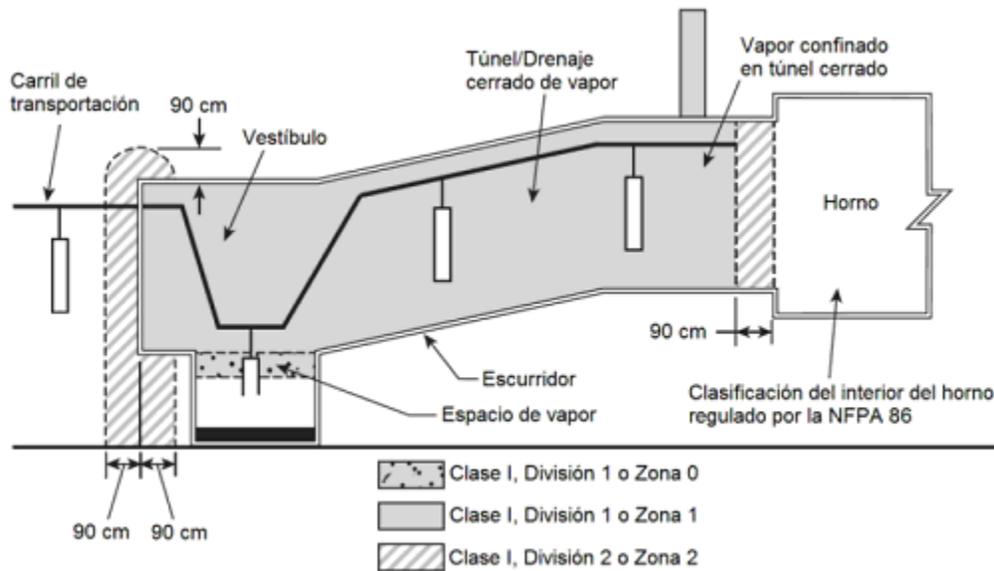


Figura 516-35.- Clasificación del área eléctrica alrededor de un proceso de inmersión o recubrimiento.

#### ARTÍCULO 517

### INSTALACIONES EN ESTABLECIMIENTOS DE ATENCIÓN DE LA SALUD

#### Parte A. Generalidades

**517-1. Alcance.** Las disposiciones de este Artículo establecen criterios para la construcción e instalaciones eléctricas en establecimientos de atención de la salud de seres humanos.

Los requisitos de las Partes B y C se aplican no sólo a edificios con funciones únicas para la atención de la salud, sino también a aquellas áreas, lugares y espacios de atención a los pacientes, que en forma individual, considerando las respectivas formas de atención, están dentro de un edificio de múltiples funciones (por ejemplo, una sala de examen médico localizado dentro de un establecimiento para la atención médica limitada, requiere que se apliquen las disposiciones indicadas en 517-10). Este Artículo no se aplica en instalaciones veterinarias.

**NOTA:** Es competencia del director del hospital o director médico o responsable del establecimiento para la atención médica o el cuerpo de gobierno, con el responsable de ingeniería biomédica, el participar, apoyar, involucrarse e intervenir en la designación de los establecimientos, ubicaciones, espacios y áreas de acuerdo con el tipo de atención y cuidados que se otorguen al paciente y con las siguientes definiciones: espacios de cuidados básicos, espacios de apoyo, espacios de Atención General, espacios de Atención Crítica y ubicaciones para procedimientos húmedos.

#### 517-2. Definiciones

**Agentes anestésicos inhalatorios:** Son sustancias que, introducidas por inhalación a través de las vías respiratorias, producen anestesia general. Las que se utilizan actualmente son Xenón, Isoflurano, Enflurano, Sevoflurano, Desflurano y Halotano. Estos agentes anestésicos a ciertas concentraciones forman mezclas inflamables con gases medicinales como el oxígeno, aire medicinal y el óxido nitroso.

**Analgesia relativa:** Estado de sedación en un paciente que le produce bloqueo parcial de percepción de dolor, por la inhalación de concentraciones de óxido nitroso insuficientes para producir pérdida de conciencia (sedación consciente). Este término se aplica cuando se utilizan mezclas de óxido nitroso y oxígeno entre 20 y 60 por ciento.

**Anestesia:** Estado de la pérdida de conciencia (analgesia), pérdida de sensibilidad (relajación muscular), pérdida de movilidad (protección neurovegetativa), pérdida de actividad refleja (protección neurovegetativa) y amnesia. Pérdida de conciencia y de reactividad a estímulos dolorosos intensos, producida de forma reversible por la existencia de un determinado fármaco en el cerebro.

**Anestesia general:** "Intoxicación" controlada y reversible en el paciente para permanecer inconsciente y sin ningún tipo de sensación en la cual se emplean un número variable de fármacos tal es el caso de los agentes anestésicos inhalatorios.

**Anestésicos inflamables:** Gases o vapores tales como fluroxeno, ciclopropano, éter divinílico, cloruro de etileno, éter etílico y etileno, los cuales pueden formar mezclas inflamables o explosivas con el aire, oxígeno o gases reductores, tales como el óxido nitroso. Estos también son usados en aplicaciones tópicas como el éter etílico que se utiliza para eliminar el exceso de grasa en la piel.

**Áreas de agentes anestésicos inhalatorios:** Lugares diseñados para la aplicación por inhalación de la anestesia general a través del uso de anestésicos inhalatorios en conjunto con oxígeno y/o aire medicinal. Así como la aplicación de analgesia relativa.

**Banco de sangre.** Al servicio auxiliar constituido por el área o local con instalaciones, mobiliario y equipo y con personal especializado y de apoyo, destinado a la obtención, procesamiento, conservación y distribución de sangre y sus derivados.

**Bitácora.** Al instrumento de registro, en donde se inscriben, en hojas foliadas consecutivas, las acciones de revisión o de servicio que realiza el personal encargado y la fecha de realización a los equipos médicos.

**Central de enfermeras:** Áreas destinadas a proporcionar un centro de actividades a un grupo de enfermeras que atienden a los pacientes hospitalizados y donde se reciben las llamadas de los pacientes encamados, desde este lugar, las enfermeras son distribuidas y redactan sus informes. Además, en estas áreas, las enfermeras recaban los datos de los pacientes que ingresan y preparan las medicinas o medicamentos para ser distribuidas a los pacientes encamados.

**Central de Esterilización y Equipos.** Al conjunto de espacios arquitectónicos con características de asepsia especiales, con áreas y equipos específicos donde se lavan, preparan, esterilizan, guardan momentáneamente y distribuyen equipo, materiales, ropa e instrumental utilizados en los procedimientos médicos quirúrgicos, tanto en la sala de operaciones como en diversos servicios del hospital.

**Circuitos derivados críticos:** Son los circuitos alimentadores y derivados que suministran energía para la iluminación de las áreas de trabajo; equipos especiales y contactos seleccionados que funcionan en lo relacionado con la atención a los pacientes en las áreas, sistemas y equipos críticos. Estos circuitos están conectados a la fuente de suministro normal y se transfieren automáticamente en máximo 10 segundos a las fuentes alternas de energía, durante la interrupción o fallas internas de la energía de la fuente normal de suministro. La conexión se ejecuta por medio de uno o varios desconectores de transferencia, que pueden ser con control de retardo de tiempo para la toma de carga o de transición cerrada.

**Circuitos derivados de seguridad de la vida:** Son los circuitos alimentadores y derivados que se utilizan para proporcionar energía para la iluminación, equipos y contactos que sirven para las funciones de seguridad de la vida de todas las personas dentro del establecimiento de atención de la salud, estos circuitos son automáticamente conectados hasta en 10 segundos a las fuentes alternas de suministro de energía durante las interrupciones de la fuente normal o en casos de presentarse fallas internas del sistema eléctrico.

**Circuitos derivados para equipos:** Circuitos alimentadores y derivados, conformados para su conexión automática con retardo de tiempo o en forma manual a la fuente alterna de energía del sistema eléctrico esencial, con los propósitos de suministrar energía a algunos equipos eléctricos de utilización principalmente trifásicos, cuya operación es necesaria para asegurar la continuidad de los servicios y el cese de los servicios de seguridad en el establecimiento para la atención de la salud.

**Cirugía de corta estancia.** A la intervención quirúrgica programada que se realiza en las salas de operaciones de un hospital o unidad de atención médica, en el cual el paciente no requiere hospitalización y su permanencia es menor a 24 horas. A este tipo de pacientes se les conoce como pacientes ambulatorios.

**Consultorio.** Todo establecimiento público, social o privado, ligado a un servicio hospitalario o dedicado al ejercicio profesional independiente, que tenga como propósito prestar servicios de atención médica a pacientes ambulatorios. Un edificio o parte de él en el que se atiende a los pacientes según lo siguiente: (1) Exámenes, procedimientos y tratamientos menores ejecutados bajo la supervisión continua de un médico o un dentista profesional. (2) Solamente sedación o anestesia local es aplicada para efectuar los tratamientos y procedimientos, los que no hacen al paciente incapaz de tomar decisiones y efectuar acciones de auto

preservación en casos de emergencia por contingencias. (3) No se proporcionan servicios de estancia y atención las 24 horas.

**Contacto grado hospital.** Al dispositivo polarizado que debe contar con conectores para instalarle o fijarle los conductores de un circuito eléctrico, incluyendo el conductor con aislamiento de puesta a tierra para los equipos médicos, que debe servir para que se le enchufe una clavija que debe hacer una conexión efectiva por contacto mecánico y eléctrico de sus espigas con las mordazas del contacto. Además, debe estar identificado visiblemente en su parte frontal por un punto imborrable color verde, a este dispositivo deberán enchufarse sólo clavijas también identificadas grado hospital e igualmente polarizadas, con igual número de espigas y conectores para asegurar flujo de corriente eléctrica con un efectivo contacto con las mordazas del contacto, para minimizar la caída de tensión y asegurar la puesta a tierra de los equipos médicos. Los contactos grado hospital deben instalarse solamente dentro de la vecindad del paciente en las áreas de atención general y áreas críticas de pacientes.

**Contactos seleccionados:** Es la cantidad mínima de contactos para la conexión mediante clavijas de aparatos no fijos, normalmente requeridos para todas las tareas locales o los que se usen en la atención de los pacientes en caso de emergencia.

**Corriente peligrosa:** Es la corriente que puede fluir a través de una baja impedancia que se conecte entre cualquiera de los conductores aislados y el conductor de puesta a tierra del monitor de aislamiento en un sistema eléctrico aislado.

**Corriente peligrosa de falla:** La corriente peligrosa que puede fluir en un sistema eléctrico aislado con todos los dispositivos y equipos conectados, excepto el monitor de aislamiento.

**Corriente peligrosa del monitor:** La corriente peligrosa que circula a través del monitor de aislamiento entre línea y tierra.

**Corriente peligrosa total:** La corriente peligrosa que circula en un sistema eléctrico aislado con todos los dispositivos y aparatos fijos conectados a él, incluyendo la corriente peligrosa del monitor.

**Cuerpo de gobierno:** El responsable sanitario que tiene la responsabilidad legal de la operación del establecimiento para atención de la salud

**Documentos adecuados:** Son los documentos relacionados en el Apéndice "E" que pueden de consultarse desde la planeación, proyecto, selección, construcción, instalación, operación, mantenimiento y pruebas de las instalaciones eléctricas en establecimientos para atención de la salud

**Equipo, Aparato, Accesorio, Instrumental de Utilización:** Equipo que transforma, con cierta eficiencia, la energía eléctrica en energía mecánica, química, calorífica, luminosa u otras

**Espacios de atención del paciente:** Son los espacios de los establecimientos en lugares de atención de la salud, llamados anteriormente áreas de atención a pacientes, en las cuales se examina o se trata al paciente; se clasifican como espacios para cuidados básicos, espacios para atención general, espacios para atención crítica y espacios de soporte, pudiendo ser cualquiera de ellos clasificado como área de procedimientos húmedos. Oficinas, corredores, salones, salas de espera, salas de estar, no se clasifican como lugares de atención al paciente. El cuerpo de gobierno del establecimiento de atención a la salud debe designar los espacios para el cuidado de los pacientes, de acuerdo con el tipo de cuidados previstos para los pacientes y con las definiciones de la clasificación de espacios. Las oficinas comerciales, corredores, salones, salas de espera, comedores o áreas similares normalmente no se clasifican como espacios para el cuidado de los pacientes. El cuerpo de gobierno del establecimiento para atención de la salud designa anticipadamente estos espacios de acuerdo con los procedimientos para la atención que se otorgará a los pacientes.

**1) Espacios para cuidados básicos.** Espacio categoría 3 en el cual no es probable que la falla de un equipo o un sistema provoque lesiones en los pacientes, en las personas responsables de su cuidado o a los visitantes, aunque sí puede causar malestar en los pacientes. El espacio para cuidados básicos de categoría 3 era anteriormente conocida como cuartos de cuidados básicos, es un espacio en el que se brindan cuidados básicos médicos o dentales, donde se realizan tratamientos y se examina a los pacientes. Entre los ejemplos se incluyen, aunque no de manera limitada, a las salas de exámenes o de tratamiento de clínicas, consultorios médicos y odontológicos, y establecimientos, espacios o áreas de cuidados limitados y para la atención de enfermería.

**2) Espacios para cuidados generales.** Espacio categoría 2 en el cual es probable que la falla de un equipo o un sistema provoque lesiones menores a los pacientes, a las personas responsables de su cuidado o

a los visitantes. Estos espacios fueron anteriormente conocidos como cuartos para cuidados generales. Es el servicio, que cuenta con camas censables para atender pacientes internos hospitalizados, proporcionar atención médica con el fin de realizar diagnósticos, aplicar tratamientos y cuidados de enfermería. El paciente está en contacto con dispositivos ordinarios tales como el sistema de llamado a enfermeras, teléfonos y aparatos de entretenimiento. En este espacio puede ser necesario que los pacientes estén conectados con equipo médico tales como electrocardiógrafos, aspiradores, monitores de signos vitales, otoscopios, oftalmoscopios, etc.

**3) Espacios para cuidados críticos.** Espacio categoría 1, antes conocidos como cuartos de cuidados críticos, en el cual es probable que la falla de un equipo o un sistema provoque lesiones mayores, la muerte de pacientes, de las personas que están bajo su cuidado o de los visitantes. Son los servicios de atención especial tales como: Terapia Intensiva (adulto, pediátrica y neonatal), Terapia Intermedia, Salas de Operaciones, Área de Recuperación, Cirugía de Corta Estancia, Urgencias, Tococirugía, Unidades de Cuidados Coronarios, Hemodiálisis y Diálisis Peritoneal, Área de Quemados, Salas de Angiografía, Salas de Tomografía Computarizada, Salas de Resonancia Magnética, Gabinete de Radioterapia, y/o áreas similares en las cuales los pacientes están sujetos a procedimientos invasivos y conectados a equipos médicos de alta tecnología que estén energizados mediante contactos grado hospital. Para el caso de Laboratorios Clínicos, Laboratorios de Citología y/o áreas donde se almacenan reactivos, medicamentos, vacunas, sangre y hemoderivados serán también consideradas áreas de atención crítica.

**4) Espacios de soporte para pacientes.** Espacio categoría 4, anteriormente conocidos como cuartos de soporte, es el espacio en el cual no es probable que la falla de un equipo o un sistema tenga un impacto físico en los pacientes. Los espacios para cuidados de soporte son lugares en el que se brindan exámenes físicos médicos o dentales básicos, tratamientos o en el que se examina a los pacientes. Entre los ejemplos se incluyen, aunque no de manera limitada, cuartos de trabajo de anestesia, suministros estériles, servicios forenses, laboratorios, salas de espera, salas de exámenes físicos o de salas comunes en clínicas, consultorios médicos y odontológicos, laboratorios, y cuartos de servicio.

**Equipo médico.** Los equipos, aparatos, accesorios e instrumental de utilización destinados a la atención médica, quirúrgica o a procedimientos de exploración, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de pacientes, así como aquéllos para efectuar actividades de investigación biomédica. Se considera equipo médico al sistema de energía aislado.

**Equipo de soporte de vida.** Equipo necesario para mantener la vida del paciente que debe permanecer en operación continua y óptima. Se considera el siguiente listado de equipos médicos de forma enunciativa más no limitativa: Desfibrilador, Incubadora, Sistema de infusión rápida; Ventiladores para pacientes tales como: de alta frecuencia, volumétricos adulto, pediátrico y neonatal; Máquina de anestesia, Máquina de hemodiálisis, Lámparas quirúrgicas, Unidad de circulación extracorpórea, Microscopio quirúrgico, Torres de laparoscopia, etc. En esta definición se consideran también los equipos de Banco de Sangre para conservación de la sangre y hemoderivados tales como: refrigeradores y congeladores, equipos de laboratorio clínico: tales como: refrigeradores para reactivos, equipos para la conservación de vacunas y medicamentos, por ejemplo, refrigeradores.

**Establecimientos para la atención de enfermería.** Un edificio o parte de él utilizado las 24 horas, para la atención con base en enfermeras, de pacientes que, por causas de sus imposibilidades mentales o físicas, son incapaces de tomar decisiones o ejecutar acciones propias de autopreservación en casos de contingencias.

**Establecimiento de atención limitada:** Un edificio o parte de él que funciona las 24 horas del día para albergar personas que, en casos de contingencias, sean incapaces de tomar una acción y valerse por sí mismos por vejez, por limitaciones físicas, debido a accidente o enfermedad o limitaciones mentales, tales como enfermedad mental y fármaco dependencia.

**Establecimientos para la atención de pacientes ambulatorios.** Un edificio o una porción de este usada para proveer servicios de diagnóstico, tratamiento o rehabilitación a pacientes ambulatorios en cualquiera de los siguientes casos:

(1) Las instalaciones para la atención y tratamiento a pacientes que sean incapaces de tomar una acción para su autopreservación en condiciones de emergencia y contingencias, sin la asistencia de otras personas; tales como unidades de hemodiálisis, de estudios especiales como radiología, endoscopias y otros.

(2) Las instalaciones para la atención de pacientes ambulatorios que requieren tratamiento quirúrgico con anestesia. Ejemplo cirugía de corta estancia.

**Evacuación.** Medida de prevención que consiste en el alejamiento temporal de la población y pacientes, de una zona de riesgo con el fin de ubicarla durante las contingencias o emergencias en lugares adecuados protegiéndola ante los efectos colaterales de un desastre.

**Farmacia.** Área donde se reciben, guardan, controlan y despachan los medicamentos y lácteos para los pacientes con tratamiento farmacológico.

**Fuentes alternas de energía:** Son uno o más generadores o sistemas de energía ininterrumpible o sistemas de baterías normalmente fijos dentro del lugar de atención de la salud, con las funciones de proporcionar la energía eléctrica al sistema eléctrico esencial durante la interrupción del suministro de la fuente normal o por fallas internas del sistema eléctrico del establecimiento.

**Grado hospital:** Denominación que se utiliza para los dispositivos por el que pasa el fluido eléctrico tales como contactos, clavijas, cajas de pared, interruptores de circuito por falla a tierra, entre otros y que cumplen con especificaciones y estén aprobados para su uso.

**Hospital:** Al establecimiento público, social o privado, cualquiera que sea su denominación y que tenga como finalidad la atención de enfermos que se internen para su diagnóstico, tratamiento o rehabilitación. Puede también tratar enfermos ambulatorios y efectuar actividades de formación y desarrollo de personal para la salud y de investigación.

**Iluminación en lugares de atención a la salud:** Provisión del nivel mínimo de iluminación de reemplazamiento requerido para desarrollar las labores necesarias en las áreas de atención del paciente, incluyendo la iluminación para el acceso seguro a los suministros y equipamiento. Así como, para la iluminación al acceso y tránsito seguro en las vías de evacuación y para la iluminación de la señalización de las salidas o accesos a lugares seguros en caso de emergencia.

**Iluminación en lugares de trabajo:** Equipos de alumbrado mínimos requeridos para realizar los trabajos necesarios en las áreas descritas, incluido el acceso seguro a los suministros y equipos y el acceso a las salidas.

**Iluminación de evacuación y señalización.** Iluminación mínima necesaria para el acceso y tránsito seguro en las vías de evacuación y para la señalización de las salidas o accesos a lugares seguros en casos de emergencia.

**Instalaciones en lugares de atención a la salud:** Son las instalaciones en edificios o partes de edificios o unidades móviles que proporcionan servicios médicos, tales como hospitales, establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios, establecimientos de atención limitada, clínicas y consultorios médicos o dentales.

**Laboratorio clínico.** Establecimiento público, social o privado, independiente o ligado a un establecimiento de atención médica, que tenga como fin realizar análisis clínicos y así coadyuvar en el estudio, prevención, diagnóstico, resolución y tratamiento de los problemas de salud.

**Luminarias alimentadas por baterías.** Equipos individuales para iluminación de respaldo que consisten en lo siguiente:

- (1) Batería recargable
- (2) Medios de carga de las baterías
- (3) Disposiciones para una o más lámparas montadas en el equipo o con terminales para lámparas remotas o ambas.
- (4) Dispositivo de protección con relés dispuesto para energizar las lámparas automáticamente ante la falla de la alimentación del equipo de la unidad.

**Locales de anestesia:** Un área dentro de un hospital, que ha sido diseñada para ser utilizada durante la aplicación de gases y vapores anestésicos de inhalación, inflamables o no inflamables, durante el curso de un examen para diagnóstico, tratamiento o rehabilitación, incluyendo el uso de gases o vapores para tratamientos de anestesia general y analgesia relativa.

**Paciente.** Toda aquella persona que requiera y obtenga la prestación de servicios de atención médica.

**Paciente ambulatorio.** Todo aquel usuario de servicios de atención médica que no necesite hospitalización.

**Procedimiento Invasivo:** Cualquier procedimiento médico que rompe y penetra la protección superficial del cuerpo del paciente como la piel, las membranas mucosas y la córnea, que se realiza en un espacio para procedimientos en un campo estéril aséptico. No se incluye en esta categoría la colocación agujas perimetrales intravenosas o catéteres usados para administrar fluidos y medicamentos, ni las endoscopías gastrointestinales con sigmoscopios, así como la inserción de catéteres uretrales y otros procedimientos similares.

**Punto de conexión equipotencial a tierra de equipos médicos en la vecindad del paciente:** Un conector o barra terminal destinado como punto para conexión a tierra redundante de equipos médicos, sirviendo en la vecindad del paciente. Además, para la conexión a tierra, con objeto de eliminar problemas de interferencia electromagnética en equipos médicos sensibles.

**Punto de referencia de puesta a tierra:** La barra para conexión a tierra del tablero de alumbrado y control o del tablero del sistema eléctrico aislado, que suministra energía a las áreas de atención de pacientes.

**Rayos X móvil:** Un equipo de rayos X, con rodamientos que le permite ser desplazado por una persona. Su diseño le permite operar con baterías o conectado a la red eléctrica y moverse con facilidad de un lugar a otro.

**Rayos X portátil:** Equipo de rayos X que puede ser transportado manualmente por una sola persona. Su diseño le permite operar con baterías o conectada a la red eléctrica y moverse con facilidad de un lugar a otro.

**Rayos X régimen momentáneo:** Equipo de rayos X que trabaja en un intervalo de operación de hasta cinco segundos.

**Rayos X régimen prolongado:** Equipo de rayos X que trabaja en un intervalo de operación de cinco minutos o más.

**Rayos X transportable:** Equipo de rayos X para ser armado y operado dentro de un vehículo automotor o remolque y que puede ser desarmado para transportarlo en un vehículo y armado y operado en un lugar específico.

**Sala de expulsión o parto.** Al espacio físico donde se atiende a la parturienta, aséptico al iniciar la expulsión.

**Sala de operaciones.** Al local donde se realizan las intervenciones quirúrgicas y aquellos procedimientos de diagnóstico y tratamiento que requieren efectuarse en un local aséptico.

**Sistema eléctrico esencial:** Sistema compuesto por los circuitos derivados de seguridad de la vida, del circuito derivado crítico y del circuito derivado para equipos, constituido por una o varias fuentes alternas de energía con todos los circuitos de distribución, dispositivos y equipos eléctricos conectados. Debe de diseñarse para garantizar la continuidad de la energía eléctrica en establecimientos de atención de la salud, durante la interrupción del suministro de la fuente normal y para minimizar los problemas ocasionados por las fallas internas en los sistemas eléctricos esencial y no esencial.

**Superficies conductoras expuestas:** Superficies metálicas de aparatos, dispositivos y equipos no protegidas ni resguardadas permitiendo el contacto con ellas, estas superficies pueden quedar energizadas y conducir energía eléctrica. La pintura y recubrimientos similares, no se consideran aislamientos adecuados a menos que estén aprobados para ese uso.

**Sistema eléctrico aislado:** Un sistema integrado por un transformador de aislamiento o su equivalente, un monitor de aislamiento línea y sus conductores de circuito no puestos a tierra.

**Terapia intensiva.** Al espacio físico con el equipamiento especializado para recibir pacientes en estado crítico (adulto, pediátrico o neonatal), que exigen asistencia médica y de enfermería permanente, con equipos de soporte de la vida.

**Terapia intermedia.** Al espacio físico con el equipamiento para recibir pacientes en estado de gravedad moderada, que exigen asistencia médica y de enfermería, iterativa, con equipo de monitoreo.

**Tiempo de exposición de régimen momentáneo de los equipos de rayos X.** Régimen basado en un intervalo de operación de hasta cinco segundos de exposición.

**Tiempo de exposición de régimen prolongado de los equipos de rayos X con fluoroscopia.** Régimen basado en un intervalo de operación de hasta cinco minutos o más de exposición.

**Transformador de aislamiento.** Un transformador del tipo multidevanado con los devanados primario y secundario separados físicamente entre sí, en el que el devanado y los conductores no puestos a tierra del secundario, están acoplados sólo inductivamente al devanado primario y a los conductores del primario alimentados por un sistema eléctrico puesto a tierra.

**Ubicación de la cama del paciente:** Ubicación de la cama del paciente hospitalizado, cama o mesa de tratamiento o mesa quirúrgica usada en el área de atención crítica del paciente.

**Ubicación de procedimientos húmedos:** Son las áreas de los espacios de atención a pacientes donde normalmente existen condiciones de humedad mientras está presente el paciente. Estas áreas incluyen permanentes fluidos a nivel del piso o áreas de trabajo que rutinariamente estén húmedas, siempre y cuando alguna de estas condiciones esté íntimamente relacionada con los pacientes y con el personal. Los procedimientos de limpieza rutinarios y derrames accidentales de líquidos no definen un lugar con procedimientos húmedos. Es responsabilidad del responsable sanitario o cuerpo de gobierno del establecimiento para atención de la salud, designar las áreas de procedimientos húmedos. Las rutinas de limpieza y la fuga accidental de líquidos, no define un área de procedimientos húmedos.

**Unidad quirúrgica.** Al conjunto de locales y áreas tales como: vestidores con paso especial a un pasillo "blanco", pasillo "gris" de transferencia, prelavado, sala de operaciones, área de recuperación y central de esterilización y equipos (CEyE).

**Unidad tocoquirúrgica.** Al conjunto de áreas, espacios y locales en los que se efectúan acciones operatorias de tipo obstétrico.

**Vecindad de un paciente:** Es el espacio dentro del cual el paciente puede estar en contacto con las superficies expuestas o aisladas que pueda tocar. Típicamente la vecindad de un paciente comprende un espacio de al menos de 1.80 metros alrededor del perímetro de la cama o mesa de procedimientos o mesa quirúrgica o hasta donde se encuentre una pared, mampara o cortina de separación. Extendiéndose además verticalmente, a no menos de 2.30 metros sobre el nivel del piso.

## Parte B. Alambrado y protección

### 517-10. Aplicación.

**a) Aplicación.** La Parte B debe aplicarse a todos los establecimientos y espacios de atención de la salud, identificados de acuerdo con los servicios médicos que se otorguen a los pacientes, estos establecimientos y espacios están descritos en 517-2. En los establecimientos de atención de la salud, corresponde al responsable sanitario o cuerpo de gobierno la designación de los espacios de atención a los pacientes.

**b) No Aplicación.** La parte B no se aplica en lo siguiente:

- (1) Oficinas administrativas, corredores o espacios de circulación, estacionamientos, casas de máquinas, salas de espera y espacios generales de los hospitales, así como en espacios similares en establecimientos de atención de la salud tales como clínicas, centros de salud, unidades de consulta externa y consultorios médicos y dentales.
- (2) En las áreas de atención limitada y cuidados de enfermería, en las que se utilicen exclusivamente como dormitorios y alojamiento de pacientes, las instalaciones eléctricas para estos locales o áreas, se les debe aplicar lo indicado en los Capítulos 1 a 4 de esta NOM.

**517-11. Criterios generales de instalación y construcción.** El objetivo de esta sección es establecer los requisitos y las especificaciones técnicas que deben aplicarse a las instalaciones eléctricas y en los métodos de alambrado, con el propósito de minimizar los peligros derivados de la utilización de la energía eléctrica al mantener bajas las diferencias de potencial al quedar energizadas, por diversas causas, las superficies conductoras expuestas y con las cuales el paciente, médicos y enfermeras pueden tener contacto directo o indirecto.

**NOTA:** En las áreas de atención crítica, es difícil impedir la incidencia de una trayectoria conductiva o capacitiva desde el cuerpo del paciente a cualquier objeto o superficie metálica conectada a tierra, porque esa trayectoria se puede establecer accidentalmente, a través del uso de equipos y dispositivos médicos directamente conectados al paciente y las superficies eléctricamente conductivas conectadas a tierra con las

que el paciente pueda tener contacto directo o indirecto, entonces los equipos o dispositivos médicos pueden convertirse en posibles fuentes de energía eléctrica y el flujo o paso de corriente pudiera incluir en su trayectoria al cuerpo del paciente y también al personal médico y de enfermería, estos riesgos se incrementan al asociar más equipos, dispositivos médicos con el paciente y, por tanto, se requiere incrementar las precauciones y minimizar los riesgos derivados del uso de la energía eléctrica. Para el control de los riesgos de descargas eléctricas dentro de la vecindad del paciente, es necesario limitar el flujo de corriente obteniéndose una reducción en las diferencias de potencial que puedan aparecer entre las superficies conductoras expuestas y los dispositivos y equipos médicos conectados directamente a los pacientes, este flujo de corriente pudiera recorrer una trayectoria cuyo circuito incluye el cuerpo del paciente y debe limitarse mediante algún método para interrumpir o limitar el flujo de la corriente peligrosa, estos métodos consisten en incrementar la resistencia del circuito conductor o aumentar el nivel del aislamiento de las superficies expuestas que podrían energizarse, en algunos casos es conveniente la aplicación en forma combinada de los dos métodos antes mencionados. Se presenta un problema especial en el paciente con una trayectoria conductiva directa desde el exterior hasta el músculo del corazón, en estas condiciones el paciente puede resultar electrocutado con diferencias de potencial de 5 milivolts y niveles de corriente tan bajos de 10 micro amperes, por lo que se requiere protección adicional en las instalaciones eléctricas con la utilización de los sistemas eléctricos aislados instalados en las áreas de atención críticas con procedimientos invasivos aplicados a los pacientes, esta protección adicional requiere incrementarse con la utilización de conductores, equipos y dispositivos eléctricos con bajas corrientes de fuga entre otras características de fabricación, los que deberán de instalarse de acuerdo a los métodos de alambrado seguros y con las conexiones y conductores para puesta a tierra redundante. Asimismo, se debe aplicar esta protección adicional en el diseño de los equipos y dispositivos médicos, en los aislamientos de los catéteres y en el control para vigilar y supervisar la práctica médica en las áreas críticas como son: Las salas de operaciones, las unidades de terapia intensivas y en los servicios para estudios especializados de diagnóstico, tratamiento y de rehabilitación con la aplicación de métodos invasivos y no invasivos.

**517-12. Métodos de alambrado.** Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en los Capítulos 1 al 4 de esta NOM, excepto por modificaciones que se especifiquen en este Artículo.

**517-13. Conexión de puesta a tierra de contactos y equipo eléctrico fijo en los espacios de cuidado de pacientes.** El alambrado en los espacios para el cuidado de pacientes debe cumplir con 517-13(a) y (b).

**a) Métodos de alambrado:** Todos los circuitos derivados que alimenten a los espacios de atención de pacientes deben proveerse de una trayectoria efectiva de puesta a tierra de equipos para conducir la corriente eléctrica de falla a tierra, esta trayectoria debe establecerse a través de un sistema de canalización metálica, cable armado conteniendo una cubierta metálica o un cable ensamblado en fábrica con cubierta metálica. El sistema de canalización metálica, cable armado con cubierta metálica o cable ensamblado en fábrica, deben calificarse como conductores eficientes de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-118.

**b) Conductores con aislamiento para puesta a tierra de equipos y puentes de unión aislados para equipos.**

**1) Generalidades.** En los espacios de atención a pacientes, se debe de utilizar un conductor de cobre con aislamiento color verde para la puesta a tierra de equipos instalado con los conductores del circuito derivado, todos los conductores del circuito derivado deben instalarse de acuerdo con los métodos de alambrado requeridos en el inciso (a) inmediato anterior.

El conductor de cobre con aislamiento color verde para la puesta a tierra de equipos, debe conectarse directamente a las terminales o conectores para la puesta a tierra de los equipos y dispositivos médicos como sigue:

- (1) Al conector color verde de la terminal para la puesta a tierra de los contactos, que no sean, los contactos con conector aislado para puesta a tierra.
- (2) A los conectores para puesta a tierra de las cajas metálicas, de paso, para dispositivos y de conexiones, así como a los conectores o barras de los envolventes metálicos que alojan a los dispositivos de desconexión.

- (3) A las superficies expuestas de los equipos fijos y dispositivos médicos que funcionen a más de 100 volts, que puedan quedar energizadas y estén sujetas al probable contacto con pacientes o personas.

**Excepción 1:** Para contactos que no sean con conector aislado para puesta a tierra, se permite que un puente de unión formado por un conductor con aislamiento color verde, conecte directamente el conductor para puesta a tierra de equipo a la caja metálica para dispositivos y al conector para la puesta a tierra de los contactos. Los contactos con conector aislado para puesta a tierra se deben conectar el conductor aislado color verde del circuito para puesta a tierra de equipos, como se requiere en 517-16.

**Excepción 2:** Se permite que las placas exteriores metálicas de los contactos se conecten a tierra por medio de tornillos metálicos, los cuales fijan la placa metálica al portadispositivo y éste, a la caja metálica que aloja al dispositivo de salida o al dispositivo de salida del alambrado o al conector de la terminal de puesta a tierra de los contactos

**Excepción 3:** Se permitirá que las luminarias ubicadas a más de 2.30 metros sobre el piso y los interruptores localizados fuera de la vecindad del paciente, estén conectadas a una trayectoria de retorno de puesta a tierra de equipos que cumpla con 517-13(a) o 517-13(b)

**2) Tamaño.** Los conductores aislados para puesta a tierra de equipos y los puentes de unión de equipos, deben seleccionarse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-122.

**517-14. Puentes de unión entre tableros de alumbrado y control.** Las barras para la conexión de los conductores de puesta a tierra de los tableros de alumbrado y control, tanto de los circuitos normales como de los circuitos del sistema eléctrico esencial, que sirven a la misma vecindad del paciente, deben interconectarse con conductores de cobre aislados de tamaño nominal no menor de 5.26 mm<sup>2</sup> (10 AWG). Donde haya dos o más tableros del sistema eléctrico esencial alimentados por diferentes desconectores de transferencia que suministren energía a la misma vecindad del paciente, se deben unir las barras para la conexión de los conductores de puesta a tierra de equipos de estos tableros, con un conductor de cobre tamaño 5.26 mm<sup>2</sup> (10 AWG), se permite que el conductor de un tablero que une a otro termine en cada barra para la conexión de los conductores para puesta a tierra de equipos.

**517-16. Uso de los contactos con terminal aislada para puesta a tierra.**

**a) Dentro de la vecindad del paciente.**

Dentro de la vecindad del paciente, no se deben instalar contactos con terminal aislada para puesta a tierra.

**b) Fuera de la vecindad del paciente.**

Los contactos con terminal aislada para puesta a tierra localizados en los espacios fuera de la vecindad del paciente deben cumplir con 517-16 b) 1) y 517-16 b) 2).

1) Las terminales aisladas de los contactos conectados a los circuitos derivados localizados en los espacios para el cuidado de pacientes, deben conectarse a un conductor aislado para puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-146 d), además de la trayectoria del conductor para puesta a tierra requerido en 517-13 a). El aislamiento del conductor para puesta a tierra de equipos debe identificarse en toda su longitud con un color verde y una o varias franjas amarillas.

2) El conductor aislado requerido en 517-13 b), debe identificarse en toda su longitud con el aislamiento color verde sin franjas color amarillo y no debe conectarse a las terminales aisladas de los contactos, pero debe conectarse a las cajas o envoltentes indicados en 517-13 b) 1) 2) y a las superficies no conductoras de los equipos fijos requeridos en 517-13 b) 1) 3).

**NOTA 1:** Este tipo de instalaciones son usadas donde se requiere la reducción del ruido (interferencia electromagnética) es necesaria y trayectorias paralelas para puesta a tierra deben evitarse.

**NOTA 2:** Debe tenerse cuidado al especificar este tipo de contactos con terminal aislada para puesta a tierra, ya que la impedancia de tierra es controlada por los conductores, y no se beneficia de cualesquier tubería o estructura del edificio en paralelo con la trayectoria de puesta a tierra.

**517-17. Protección contra falla a tierra**

**a) Aplicación.** Los requerimientos de esta sección se deben aplicar a los hospitales y a otros edificios, incluidos los edificios con múltiples ocupaciones que proporcionen servicios de atención de la salud a pacientes que requieren cuidados críticos (Espacios categoría 1) o que utilicen equipos de soporte de vida. También se deben aplicar en los edificios que proporcionan el requerimiento de suministro al sistema eléctrico esencial, para la operación de los espacios de atención crítica (Espacios categoría 1) o para la operación de los equipos de soporte de vida.

**b) Alimentadores.** Cuando la protección de equipos contra falla a tierra, está instalada en el medio principal de desconexión de la acometida o del alimentador, de acuerdo a las especificaciones de las secciones 230-95 o 215-10 respectivamente, se debe instalar una protección adicional del mismo tipo al de los instalados en el medio de desconexión principal de la acometida o del alimentador, esta protección adicional debe instalarse en el siguiente nivel o etapa hacia la carga en cada uno de los circuitos alimentadores. Tales protecciones consistirán de dispositivos de sobrecorriente y transformadores de corriente o por otro equipo de protección equivalente, el cual debe iniciar la apertura del dispositivo de desconexión abriendo solamente el circuito alimentador involucrado en la falla.

No se deben de instalar estos dispositivos adicionales de protección de equipos contra falla a tierra en el lado de la carga del generador ni del lado de la carga de los desconectores de transferencia de los circuitos derivados del sistema eléctrico esencial.

**c) Selectividad.** Para la selectividad completa al 100 por ciento entre las protecciones de los equipos por falla a tierra instalados en los medios de desconexión principal de la acometida o del alimentador, y las protecciones para los equipos por falla a tierra instaladas en los medios de desconexión de los circuitos alimentadores de la segunda etapa hacia la carga, los ajustes y calibraciones se deben efectuar de tal manera que si se presenta una falla a tierra en el lado de la carga de cualesquier circuito alimentador, se deberá abrir el dispositivo de desconexión del alimentador y no el del medio de desconexión principal de la acometida o del alimentador. Para este efecto, los ajustes y calibraciones requeridas se deben realizar de acuerdo con las características de las gráficas tiempo-corriente de las protecciones y estar conforme a las recomendaciones del fabricante. Los ajustes y calibraciones deben establecer un intervalo de tiempo de separación entre las bandas de operación de la protección del desconector principal de la acometida o del alimentador y de las protecciones de los desconectores de la segunda etapa o nivel de protección hacia la carga en los circuitos alimentadores. Para obtener una precisión del 100 por ciento de selectividad, se deben considerar los tiempos de funcionamiento desde la detección de la falla hasta la apertura de los medios de desconexión y las tolerancias entre las bandas de operación de los dispositivos de desconexión que se coordinarán.

**NOTA:** Ver 230-95 nota informativa, para la transferencia a la fuente alternativa de energía, donde la protección contra a falla a tierra para equipos es instalada. Si en un sistema de suministro normal de energía eléctrica del establecimiento de atención de la salud, se instale en el medio de desconexión principal una protección para equipos contra falla a tierra y además se instala un desconector de transferencia en el sistema de suministro normal, para la interconexión con otro sistema de suministro alternativo de energía eléctrica en casos de interrupciones, se podrán requerir e instalar medios y dispositivos que aseguren que los sensores capten completamente la corriente de falla a tierra.

**d) Pruebas.** Cuando se instale el equipo de protección de falla a tierra por primera vez, debe probarse cada nivel para asegurar el cumplimiento con 517-17 c) anterior.

**517-18 Espacios de atención general (Categoría 2).**

**a) Ubicación de la cama del paciente.** A cada ubicación de la cama de paciente, se le debe suministrar cuando menos dos circuitos derivados, uno del circuito derivado crítico y otro del sistema eléctrico normal, todos los circuitos derivados del sistema normal deben originarse en el mismo tablero de alumbrado y control. Los circuitos derivados sirviendo a la ubicación de la cama del paciente, no deben formar parte de un circuito derivado multiconductor. Los contactos eléctricos o la placa que cubre los contactos eléctricos alimentados desde el circuito derivado crítico deben tener un color distintivo o marca, de manera que puedan ser

fácilmente identificados y deben también indicar el tablero o panel de distribución y el número del circuito ramal que lo alimenta.

**Excepción 1:** Un circuito derivado que alimente solamente a salidas o contactos para un propósito especial tal como una salida para equipo de rayos X móvil o portátil, no se requiere que sea alimentado desde el (los) mismo (s) panel (es) de distribución.

**Excepción 2:** Los requerimientos del 517-18(a) no se aplican a la ubicación de camas de pacientes en clínicas, consultorios médicos y dentales, instalaciones de consulta externa, hospitales para rehabilitación, hospitales psiquiátricos, hospitales para el tratamiento contra las adicciones, cuartos de atención de enfermería utilizados por los pacientes para dormir y en atención limitada, los que deben cumplir cuidadosamente los requerimientos indicados en 517-10 b) 2).

**Excepción 3:** La ubicación de la cama de atención general (Categoría 2), no requiere de un circuito del sistema eléctrico normal, si los circuitos derivados están alimentados por dos desconectores de transferencia diferentes conectados al circuito derivado crítico.

**b) Contactos dentro de la ubicación de las camas de pacientes.** Cada ubicación de la cama del paciente debe estar provista como mínimo de ocho contactos, deben ser de los tipos sencillo, dúplex y cuádruplex o una combinación de estos tipos. Todos los contactos, si son ocho o más, deben ser aprobados tipo grado hospital y así identificarlos. Cada contacto debe estar puesto a tierra por medio de un conductor de cobre aislado de tamaño nominal seleccionado de acuerdo con la Tabla 250-122.

**Excepción 1:** Los requisitos de la sección 517-18 b) no deben aplicarse al os hospitales psiquiátricos, de tratamiento contra las adicciones y para rehabilitación, deben reunir los requerimientos indicados en 517-10(b)(2)

**Excepción 2:** Los cuartos de seguridad psiquiátrica no requieren salidas de contactos.

**NOTA.** En instalaciones existentes con contactos que no sean grado hospital, no es necesario su reemplazo inmediato por contactos grado hospital, pero cada vez que sea necesario reemplazar alguno se debe preparar dicho reemplazo e instalar contactos grado hospital. Igualmente se deberán instalar contactos grado hospital cuando se remodele, se adapte o se ejecuten obras para ampliar o modificar cualquier espacio de atención general.

**c) Designación de cuidados generales (Categoría 2) en ubicaciones de pediatría.** Los contactos que se localicen dentro de los cuartos, baños, cuartos para juegos, cuartos para actividades y unidades o espacios para pediatría y diferentes a los de enfermería, designados por el responsable sanitario o cuerpo de gobierno con iguales riesgos, deben ser contactos listados como resistentes a la manipulación o deben de contar con una cubierta listada como resistente a la manipulación.

#### **517-19. Espacios de atención crítica (Categoría 1).**

**a) Circuitos derivados dentro de la ubicación de las camas de pacientes.** Cada ubicación de la cama debe tener cuando menos dos circuitos derivados, uno o más del circuito derivado crítico y uno o más del sistema normal; cuando menos un circuito derivado crítico debe alimentar a una o más salidas en esta ubicación de la cama. Todos los circuitos del sistema normal deben originarse en el mismo tablero de alumbrado y control. Los contactos de los circuitos derivados críticos deben estar identificados y también deben indicar el tablero de alumbrado y el número del circuito derivado al que están conectados. Los circuitos derivados que alimentan a la ubicación de la cama del paciente no deben formar parte de un circuito multiconductor. Los contactos que son conectados a los circuitos derivados de seguridad de la vida y circuitos derivados críticos o las placas que los cubren, deben de tener un color o marcas distintas que los hagan fácilmente identificables.

**Excepción 1:** Los circuitos derivados que alimentan sólo a contactos y a equipo de uso especial, dentro de los espacios para la atención crítica (Categoría 1), se permite sean alimentados desde otros tableros de alumbrado y control de la fuente normal.

**Excepción 2:** Los espacios de atención crítica (Categoría 1), no requiere de un circuito del sistema eléctrico normal, si dos circuitos derivados críticos diferentes, están alimentados de dos desconectores de transferencia distintos que alimentan a los circuitos derivados críticos.

**b) Contactos dentro de la ubicación de las camas de pacientes.**

**1) Cantidad mínima y su alimentación del sistema.** Cada ubicación de la cama para el paciente debe estar provista como mínimo de catorce contactos, cuando menos uno debe ser conectado como sigue:

- (1) Al circuito derivado del sistema normal requerido en 517-19(a)
- (2) A un circuito derivado crítico alimentado por un desconector de transferencia diferente del de los otros contactos conectados a los circuitos derivados críticos dentro de la misma ubicación.

**2) Requerimientos de los contactos.** Los contactos requeridos en 517-19(b)(1), pueden ser del tipo sencillo, dúplex, cuádruplex o una combinación de ellos. Todos los contactos deben ser grado hospital y deben estar así identificados; cada contacto debe contar con una conexión a un punto de referencia para puesta a tierra, por medio de un conductor aislado de cobre para la puesta a tierra de equipo.

**c) Contactos en salas de operaciones o quirófanos.**

**1) Cantidad mínima y alimentación.** Cada quirófano debe estar provisto de como mínimo 36 contactos, de los cuales al menos 12 deben estar conectados a alguno de los siguientes:

- (1) El circuito derivado del sistema normal exigido en la sección 517-19(a)
- (2) A un circuito derivado crítico alimentado por un interruptor de transferencia diferente al de los otros contactos, en la misma ubicación.

**2) Requisitos de los contactos.** Los contactos exigidos en la sección 517-19(c)(1) pueden ser del de tipo de seguridad o no, en configuraciones simples, dobles o cuádruples o una combinación de los tres. Todos los contactos del tipo de no seguridad deben estar identificados como "grado hospital" e identificados como tales. La terminal de puesta a tierra de cada contacto debe estar conectada al punto de puesta a tierra de referencia, por medio de un conductor de cobre aislado para puesta a tierra de equipos.

**d) Puesta a tierra y puentes de unión en la vecindad del paciente.** Dentro de la vecindad del paciente se debe instalar un punto o barra para la puesta a tierra de equipos, dotado de conectores aprobados para puesta a tierra redundante de los equipos y dispositivos médicos. Adicionalmente debe instalarse un puente de unión de tamaño nominal no menor de 5.26 mm<sup>2</sup> (10 AWG), para conectar la terminal de puesta a tierra de todos los contactos con terminal de puesta a tierra, con ese punto de referencia a tierra en la vecindad del paciente. El conductor para puesta a tierra mencionado puede ser instalado en forma radial o en anillo, según convenga.

Para cumplir con lo requerido en la sección 517-11 sobre la protección a los pacientes sujetos a procedimientos invasivos con trayectorias directas al corazón, se debe minimizar la distancia entre el punto de puesta a tierra en la vecindad del paciente y el punto de referencia a tierra del tablero del sistema eléctrico aislado y minimizar cualquier diferencia de potencial, la que no debe superior a 20 milivolts.

**e) Puesta a tierra y unión de equipo.** Cuando se tiene un sistema eléctrico puesto a tierra y se instalan canalizaciones metálicas o cables tipo MI o MC los cuales están aprobados como conductores de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-118, se debe asegurar una trayectoria de puesta a tierra entre las tuberías y cubiertas metálicas de los cables y las envolventes o gabinetes metálicos de los tableros de distribución, de los tableros de alumbrado y control y de los centros de control, por algunos de los métodos siguientes:

- (1) Una contratuerca o un monitor aprobados para fijar al gabinete o envolvente la tubería o el cable tipo MI o MC, y asegurar la trayectoria a tierra con la conexión de un conductor de cobre continuo utilizado como puente de unión, seleccionado de acuerdo a 250-122 y conectado en el otro extremo al punto de referencia a tierra de la envolvente o gabinete metálico.
- (2) Efectuar la conexión de la canalización metálica o cables MC o MI del alimentador a la envolvente o gabinete metálico, por medio de bridas terminales roscadas planas o bridas tipo campana.
- (3) Otros herrajes aprobados para puesta a tierra, tales como contratuercas o monitores. Tuercas y contratuercas estándar, no deben de utilizarse para unión

**f) Técnicas de protección adicional en espacios de atención crítica (Categoría 1).** Los sistemas de energía aislados se deben instalar en los espacios para atención crítica de acuerdo con 517-11, estas áreas son: Salas de operaciones, terapias intensivas, así como en áreas donde se practique rutinariamente

cualquier procedimiento invasivo en el que se pudiera involucrar el cuerpo y el corazón del paciente y en el que con el uso de un sistema de energía puesto a tierra o aterrizado, pudiera el paciente morir electrocutado. El sistema de energía aislado debe ser aprobado en conjunto con todas sus partes componentes ensambladas y contenidas dentro de su gabinete o envolvente metálica, para este propósito, el sistema debe ser seleccionado, diseñado, instalado, operado, conservado y probado cumpliendo con lo indicado en 517-160.

**Excepción:** En las salas de operaciones, terapias intensivas y áreas de monitoreo, se permite que las señales digitales y analógicas de los indicadores audibles y visibles del monitor de aislamiento de línea, sean reproducidas y conducidas a través de conductores hasta la central de enfermeras del servicio que se otorga al paciente.

**g) Conductor de puesta a tierra de equipos en el sistema eléctrico aislado.** Si se utiliza una fuente de energía aislada no puesta a tierra para alimentar el sistema eléctrico aislado y se limita la primera falla de corriente a una baja magnitud, no se permite que el conductor de puesta a tierra de equipos asociado con el circuito secundario se instale fuera de la canalización de los conductores de energía del mismo circuito, ya que se tendrían problemas en caso de una segunda falla a tierra.

**h) Puesta a tierra de contactos para usos especiales.** El conductor de puesta a tierra de los contactos para propósitos o usos especiales, tal como el de un equipo móvil o portátil de rayos X, debe prolongarse y conectarse al punto de conexión equipotencial a tierra de equipos y dispositivos médicos en la vecindad del paciente de todas las probables ubicaciones a ser alimentadas desde esos contactos. Cuando este circuito de contactos para propósitos especiales se alimente desde un sistema eléctrico aislado no puesto a tierra, el conductor de puesta a tierra de equipos no se requiere que vaya con los conductores de energía, sin embargo, la terminal para la conexión del conductor de puesta a tierra de equipo del contacto para propósitos especiales debe conectarse al punto de conexión equipotencial a tierra de equipos y dispositivos médicos en la vecindad del paciente.

#### **517-20. Ubicaciones con procedimientos húmedos.**

**a) Contactos y equipos fijos.** Ubicaciones con procedimientos húmedos deben dotarse de protecciones especiales por uno de los medios siguientes:

- (1) Sistema de distribución de energía que inherentemente limite a un bajo valor la posible corriente originada al presentarse la primera falla a tierra, sin desconectar el suministro de energía a los equipos médicos.
- (2) Un sistema de distribución de energía, en el cual se debe instalar un dispositivo para que interrumpa la energía automáticamente a los equipos médicos en el caso de que la corriente de falla a tierra exceda de hecho un valor de 6 miliamperes.

Para determinar cuál utilizar de las protecciones mencionadas en (1) y (2), se debe cumplir con lo indicado en 517-11 Criterios generales de instalación y construcción. Así como, considerar las consecuencias de que al utilizar la protección (2), dejan de funcionar los equipos y dispositivos médicos conectados y por consiguiente, el paciente puede resultar afectado.

**Excepción:** Circuitos derivados que alimenten solamente equipo terapéutico y para diagnóstico fijo y listado, podrán alimentarse de un servicio normal puesto a tierra, ya sea monofásico o trifásico siempre que:

a. El alambrado para los circuitos aislados y de los circuitos puestos a tierra no ocupen las mismas canalizaciones, y

b. Todas las superficies conductoras del equipo y dispositivos médicos estén conectadas a un conductor de cobre aislado para la puesta a tierra de equipos.

**b) Sistema eléctrico aislado.** Cuando se utilice un sistema eléctrico aislado, el equipo de energía aislado, debe estar aprobado para este propósito y diseñado, instalado y probado de tal manera que cumpla con lo requerido en el 517-160.

**NOTA:** Para los requisitos de la instalación en albercas y tinas terapéuticas, véase la Parte F del Artículo 680.

**c) Pruebas mínimas.** Los interruptores automáticos de falla a tierra y los contactos grado hospital, con este tipo de protección, deben probarse para que operen a valores mayores de 6 miliamperes.

**517-21. Protección para las personas mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra.** No se requiere protección para personas, mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra, en contactos instalados en espacios de cuidados críticos (Categoría 1), donde el lavabo y el excusado estén instalados dentro del cuarto del paciente.

### **Parte C. Sistema eléctrico esencial.**

**517-25. Alcance.** El sistema eléctrico esencial para estos lugares debe comprender un sistema capaz de suministrar energía a una cantidad limitada de servicios de alumbrado y fuerza, los cuales son considerados críticos, para la seguridad de la vida y para que se suspendan ordenadamente los procedimientos en ejecución durante el tiempo que se interrumpa el servicio eléctrico normal por cualquier causa. Esto incluye: clínicas, consultorios médicos y dentales, lugares para pacientes ambulatorios, enfermerías, lugares de atención limitada, hospitales y otros establecimientos para atención de la salud.

**517-26. Aplicación de otros artículos.** El circuito derivado para seguridad de la vida debe cumplir con el Artículo 700, excepto con lo que es requerido, especificado y corregido en este Artículo 517.

**517-29. Sistemas eléctricos esenciales para hospitales y otros establecimientos para atención de la salud.**

**a) Aplicación.** Los requerimientos de la Parte C secciones 517-29 a 517-30, se deben aplicar en áreas de cuidados críticos (Categoría 1) y en áreas de cuidados generales (Categoría 2) localizadas en hospitales y otros establecimientos para la atención de la salud que utilicen el sistema eléctrico esencial tipo 1 y los pacientes son atendidos por equipos médicos de soporte de vida.

**b) Espacios con áreas para cuidados críticos (Categoría 1), se deben servir solamente por un sistema eléctrico esencial tipo 1.**

### **517-30. Fuentes de energía**

**a) Dos fuentes de alimentación independientes.** Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes de energía independientes. Una fuente normal que generalmente alimenta a todo el sistema eléctrico del establecimiento y una o más fuentes alternativas de energía para uso cuando se interrumpa la fuente del servicio normal.

**b) Tipos de fuente alternativa de energía.** La fuente alternativa de energía debe ser una de las siguientes:

- 1) Donde la fuente normal consista de varios generadores acoplados individualmente a un motor para accionamiento por fuerza motriz Diésel y están ubicados en el establecimiento o en el predio, la fuente alternativa deberá ser otro generador o una acometida externa del servicio público.
- 2) **Sistemas de celdas de combustible.** Sistemas de celdas de combustible deben permitirse como fuentes alternativas de energía para todo o partes del sistema eléctrico esencial, previendo las siguientes condiciones.
  - (1) La instalación de las celdas de combustible deberá cumplir los requerimientos de las Partes A hasta G, del artículo 692 para 1000 volts o menos
  - (2) Cuando el número de unidades (N) tiene suficiente capacidad para suministrar energía a la demanda de las cargas de la porción del sistema eléctrico esencial a servir, se deberá de instalar (N+1) una unidad más.
- 3) El sistema deberá ser capaz de conectar y abastecer las cargas dentro de los 10 segundos después de la pérdida de energía de la fuente normal.
- 4) El sistema debe de contar con suficiente suministro continuo de combustible, así como suficiente almacenamiento de combustible en el sitio, de acuerdo al tipo del sistema eléctrico esencial requerido por el establecimiento de atención a la salud.

- 5) Se debe instalar un medio para prever la conexión de una unidad generadora a Diésel transportable, para suministrar energía a las cargas de los circuitos derivados críticos y de seguridad de vida que forman parte del sistema eléctrico esencial de distribución.
- 6) Los sistemas de celdas de combustible deben estar aprobados para su aplicación y uso en los sistemas de emergencia

**c) Localización de los componentes del sistema eléctrico esencial.** Se debe considerar cuidadosamente la ubicación de los locales donde se encuentren los componentes del sistema eléctrico esencial, para minimizar interrupciones causadas por emergencias o contingencias derivadas de fuerzas naturales comunes, por ejemplo: tormentas, inundaciones, terremotos y riesgos creados por estructuras o actividades contiguas. Debe considerarse la separación física de los alimentadores principales de la fuente alternativa de los alimentadores principales de la fuente eléctrica normal, a fin de evitar interrupciones simultáneas.

También deben considerarse las posibles interrupciones, por causas similares, de los servicios eléctricos normales proporcionados por el suministrador externo, así como la interrupción del servicio eléctrico normal debido a las fallas internas del alambrado o de los equipos.

**NOTA:** Las instalaciones cuya fuente de alimentación normal tienen dos o más acometidas independientes provenientes de subestaciones diferentes del servicio eléctrico normal, son más confiables que aquellas que tienen una sola acometida. La doble fuente de suministro normal, consiste de dos o más servicios de energía eléctrica alimentados desde subestaciones independientes o desde una red de distribución del suministrador con múltiples fuentes de alimentación separados mecánica y eléctricamente, de tal manera que una falla entre las instalaciones, las fuentes generadoras o subestaciones del suministrador, es poco probable que se presente una interrupción en más de uno de los alimentadores que suministran el servicio al establecimiento para atención de la salud.

#### **517-31. Requerimientos para el sistema eléctrico esencial.**

**a) Varios circuitos derivados.** El sistema eléctrico esencial para hospitales debe estar compuesto por tres circuitos derivados independientes capaces de suministrar una cantidad limitada de energía eléctrica para el servicio de alumbrado, a equipos médicos de utilización y fuerza, que se consideren esenciales para la seguridad de la vida, la atención crítica y la operación segura y efectiva del hospital durante el tiempo que el servicio eléctrico normal se interrumpe por cualquier razón. Estos tres circuitos derivados deben ser el circuito derivado crítico, el circuito derivado de seguridad de vida y el circuito derivado de equipos.

Cuando sean requeridos más de un desconector de transferencia, la división de los circuitos derivados y su carga debe hacerse en cada desconector de transferencia.

**b) Desconectores de transferencia con desconector de aislamiento en derivación integrado.** El número de desconectores de transferencia con desconectores de aislamiento en derivación integrado debe estar sustentado en los proyectos y memorias técnicas eléctricas y se deben cubrir altos grados de confiabilidad en su diseño, selección, instalación, operación, pruebas y mantenimiento. La capacidad o tamaño de cada desconector de transferencia, debe determinarse de acuerdo con el tipo de las cargas a conectar y estar de acuerdo con los cálculos basados en las características o datos de los equipos de utilización a alimentar y a las consideraciones especiales de las cargas. Cada circuito derivado crítico, de seguridad de vida y cada circuito derivado de equipos, deben alimentarse por un desconector de transferencia individual como se muestra en los diagramas de las Figuras 517-30 (a) y (b), se permite que este desconector de transferencia individual alimente dos o más circuitos derivados críticos, de seguridad de vida y de equipos.

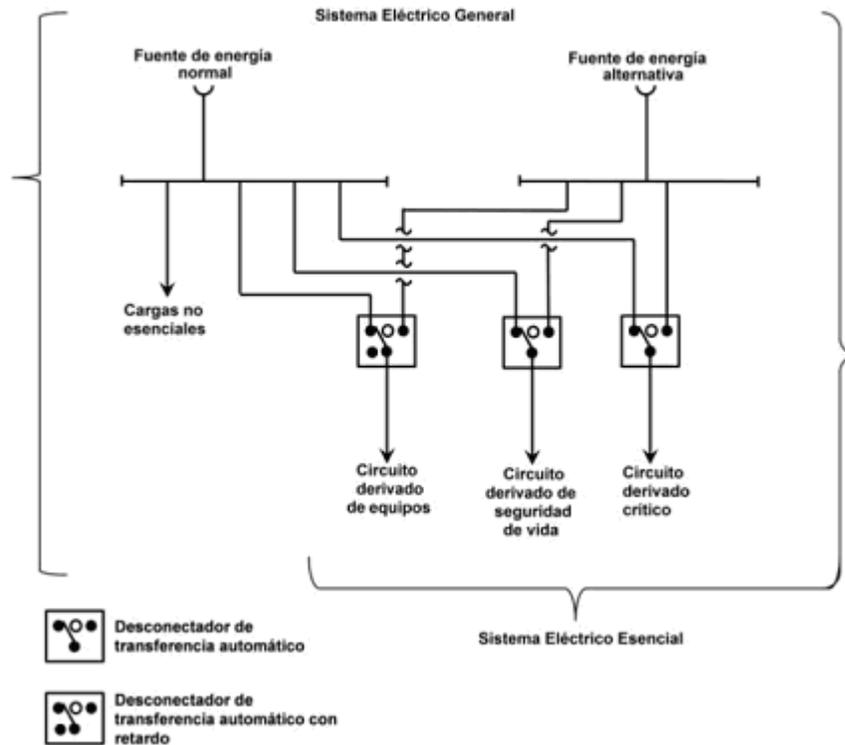
Se permite que un sólo desconector de transferencia con desconector de aislamiento en derivación integrado, alimente los tres circuitos derivados en una instalación, con una demanda máxima en el sistema eléctrico esencial de 150 kVA.

**NOTA:** Para mayor información de las características y de los requerimientos de funcionamiento, operación, mantenimiento y pruebas, de los desconectores de transferencia automáticos y no automáticos para hospitales y establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios, ver apéndices B y E.

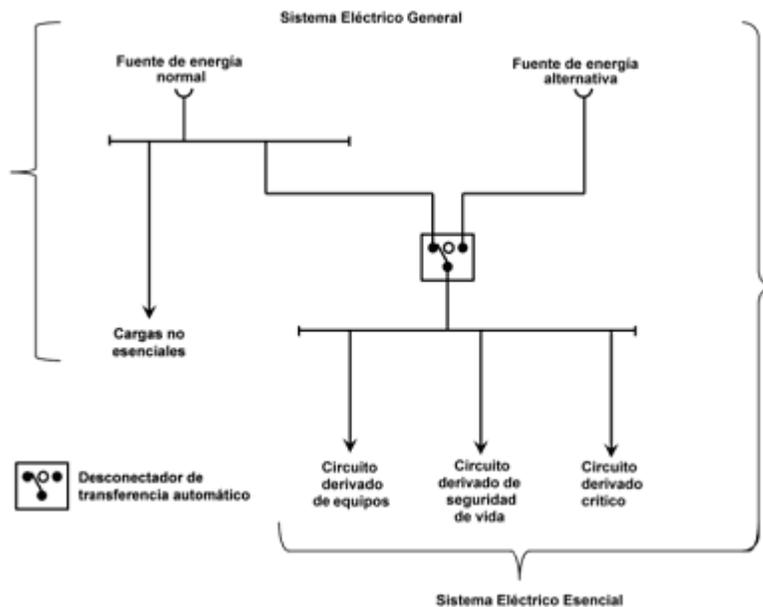
**1) Cargas opcionales.** Las cargas alimentadas por el equipo generador y que no estén específicamente mencionadas en 517-33, 517-34 y 517-35, deben alimentarse por su propio desconectador de transferencia de tal forma que estas cargas.

- (1) No sean transferidas en caso de que se pueda producir una sobrecarga al equipo generador, y
- (2) Se desconecten automáticamente al producirse una sobrecarga en el equipo generador.

**2) Establecimientos de atención de la salud dentro del mismo predio.** Se permite que el sistema eléctrico normal y el sistema eléctrico esencial de un hospital, suministren energía a otros sistemas eléctricos esenciales de establecimientos ubicados dentro del mismo edificio o en edificios dentro del mismo predio.



**Figura 517-30 (a).- Requisito mínimo de tres desconectores de transferencia para hospitales y establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios, con una demanda máxima superior a 150 kVA de la carga conectada a los tres circuitos derivados.**



**Figura 517-30 (b) requisitos mínimos de un desconectador de transferencia para hospitales y establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios, con una demanda máxima de hasta 150 kVA de la carga conectada al sistema eléctrico esencial**

### c) Requisitos de alambrado

**1) Separación de otros circuitos.** El circuito derivado de seguridad para la vida y el circuito derivado crítico deben estar completamente independientes entre sí y de cualquier otro alambrado de equipos, y no deben ocupar las mismas canalizaciones, cajas, o gabinetes con otros alambrados.

Cuando las ubicaciones de atención de cuidados generales son alimentadas por dos desconectadores de transferencia del circuito derivado crítico de acuerdo con 517-18(a) Excepción 3, estos circuitos de las dos transferencias separadas deben permanecer independientes uno del otro.

Cuando las ubicaciones de cuidados críticos son alimentadas por dos desconectadores de transferencia separados del circuito derivado crítico, de acuerdo con 517-19(a), Excepción 2, los circuitos de cuidados críticos de las dos transferencias separados deben permanecer independientes uno del otro.

Los alambrados de los circuitos derivados de seguridad de la vida y los circuitos derivados críticos, se permite que ocupen la misma canalización cajas o gabinetes de otros circuitos que no sean parte de estos circuitos derivados donde tales alambrados cumplan con una de las siguientes condiciones:

- (1) Estén dentro del gabinete o envoltorio del equipo de transferencia; o
- (2) Estén en las luminarias de salida o de emergencia que son alimentadas de dos fuentes independientes; o
- (3) Estén en una caja de empalmes común conectada a las luminarias de salida o de emergencia alimentadas de dos fuentes independientes, o
- (4) Sea para dos o más circuitos alimentados desde el mismo circuito derivado y el mismo desconectador de transferencia.

Se permite que el alambrado de un circuito derivado de equipos ocupe la misma canalización, caja o gabinete de otros circuitos que no sean parte de los circuitos derivados de seguridad de la vida ni del crítico

**2) Sistema eléctrico aislado.** Los sistemas eléctricos aislados se deben instalar en las áreas indicadas en 517-34(a)(1) y (a)(2) y cada sistema eléctrico aislado, debe ser alimentado por un circuito derivado crítico individual, este circuito único, no debe alimentar a ninguna otra carga conectada que no sea el sistema eléctrico aislado. Para lograr la máxima confiabilidad en la continuidad del suministro de energía al circuito derivado crítico individual antes mencionado, se permite la instalación de sistemas ininterrumpidos, siempre y cuando se cumpla con lo requerido en 517-31(g) sobre la coordinación de protecciones, para evitar que cualesquier falla de las protecciones, componentes y equipos del sistema ininterrumpido, así como, fallas en

sus circuitos de distribución y operación de sus protecciones, interrumpan la energía al sistema eléctrico aislado. Además, en estas áreas mencionadas en 517-34(a)(1) y (a)(2), los equipos médicos de utilización incluida la luminaria quirúrgica, deben ser catalogados como equipos de soporte de vida y contener, integrado a su circuito interno y en la misma envolvente o carcasa, un sistema ininterrumpido. Los sistemas eléctricos aislados deben ser ensamblados en fábrica con todas sus partes instaladas y así deben estar aprobados para su instalación y funcionamiento, se permite utilizar sistemas eléctricos aislados armados en sitio con partes originales aprobadas y, antes de su puesta en operación, deben probarse con todos los circuitos alambrados, los contactos grado hospital y equipos fijos instalados.

**3) Protección mecánica del sistema de emergencia.** El alambrado de los circuitos derivados críticos y de seguridad de vida para el cuidado de pacientes, debe estar protegido mecánicamente. Cuando se instalen como circuitos derivados en espacios de atención de pacientes, la instalación debe cumplir los requisitos de 517-13 (a) y (b). Solamente se permiten los siguientes métodos de alambrado:

(1) Canalizaciones metálicas no flexibles, cables del tipo MI, cables RTRC marcados con el sufijo -XW, conduit de PVC Cédula 80. Las canalizaciones no metálicas no se deben usar para circuitos derivados críticos y de seguridad de vida que alimentan áreas de atención de pacientes.

(2) Si están empotrados en no menos de 50 milímetros (2 pulgadas) de concreto, conduit de PVC Cédula 40, canalizaciones no metálicas flexibles o metálicas con cubierta, o ensamble de cables metálicos con cubierta aprobados para su instalación en concreto. Las canalizaciones no metálicas no se deben usar para circuitos derivados críticos y de seguridad de vida que alimentan áreas de atención de pacientes.

(3) Canalizaciones metálicas flexibles aprobadas y ensamble de cable con cubierta metálica aprobados en cualquiera de las siguientes:

- a. Cuando se usan en consolas o cabeceras médicas prefabricadas.
- b. En mobiliario para oficina.
- c. Cuando se tienden con sonda en paredes o plafones existentes, sin ningún otro acceso y no sometidos a daños físicos.
- d. Cuando sea necesario para la conexión flexible al equipo.
- e. Para equipo que requiera una conexión flexible por movimiento, operación y vibración.
- f. Luminarias instaladas en plafones soportados por estructuras rígidas metálicas y no se tiene acceso por arriba del plafón después de que la luminaria es instalada.

(4) Cordones flexibles de alimentación de los equipos de utilización o de otros equipos médicos conectados a los circuitos críticos y de seguridad de vida.

(5) Sistemas de cables para circuitos Clase 2 o Clase 3 permitidos en la parte F de este Artículo, con o sin canalizaciones.

**NOTA:** Ver 517-13 para requisitos adicionales de puesta a tierra en áreas de atención del paciente.

**d) Capacidad de los sistemas.** El sistema eléctrico esencial, debe tener capacidad suficiente para satisfacer la demanda de la operación de todas las funciones y equipos alimentados por cada circuito derivado.

Los alimentadores deben dimensionarse de acuerdo con lo indicado en los Artículos 215-2 y la Parte C del Artículo 220. Los grupos generadores deben tener capacidad suficiente y un rango adecuado para cubrir la demanda requerida por la carga de los tres circuitos derivados del sistema eléctrico esencial en todo momento.

El cálculo de la demanda para dimensionar los generadores debe basarse en cualquiera de los siguientes:

- (1) Factores prudentes de demanda y datos históricos; o
- (2) Carga conectada; o
- (3) Procedimiento de cálculos de alimentadores como se describe en el Artículo 220, o
- (4) Cualquier combinación de las consideraciones anteriores.

Los requisitos para dimensionar el generador descritos en 700-4 y 701-4 no deben aplicarse para dimensionar los generadores para hospitales.

**e) Identificación de contactos.** Los contactos alimentados por el sistema eléctrico esencial deben tener un color distintivo o una marca en las placas que los cubren o en los mismos contactos que los haga fácilmente identificables.

**f) Alimentadores de la fuente de energía alternativa.** Debe permitirse un solo alimentador abastecido por una fuente alternativa de energía local o remota, para abastecer al sistema eléctrico esencial hasta el punto en que se separan los circuitos derivados para la seguridad de vida, críticos y de equipos. Debe permitirse la instalación de los equipos de transferencia en un lugar diferente al de la fuente de alimentación alternativa.

**g) Coordinación.** Los dispositivos de protección contra sobrecorriente que se utilizan en el sistema eléctrico esencial deben estar coordinados para un período en el que la duración de la falla se extienda más allá de 0.1 segundo.

**Excepción 1:** Entre los dispositivos de protección contra sobrecorriente del primario y del secundario de los transformadores, donde haya solamente un dispositivo de protección contra sobrecorriente o un conjunto de dispositivos de protección contra sobrecorriente en el secundario del transformador.

**Excepción 2:** Entre dispositivos de protección contra sobrecorriente del mismo tamaño (valor nominal en amperes) conectados en serie.

**NOTA:** Los términos coordinación y coordinado, según se emplean en esta sección no abarcan todo el rango de las condiciones de sobrecorriente.

#### **517-32. Circuitos derivados que requieren conexión automática.**

a) Aquellas funciones de atención de pacientes que dependan de la iluminación, de equipos, aparatos y dispositivos que son conectados al sistema eléctrico esencial, deben estar divididos en dos circuitos derivados obligatorios: el circuito de seguridad de vida y el circuito derivado crítico, descritos en 517-33 y 517-34, respectivamente.

b) Los circuitos derivados de seguridad de la vida y los circuitos derivados críticos, deben estar instalados y conectados a la fuente alternativa de alimentación especificada en 517-30 a) y b), de manera que las funciones especificadas en 517-33 y 517-34 del sistema eléctrico esencial, deben ser automáticamente restablecidas para operar dentro de diez segundos después de la interrupción de la fuente normal.

**517-33. Circuito derivado para la seguridad de vida.** Al circuito derivado de la seguridad de vida no debe conectarse ninguna otra función diferente a las mencionadas en los incisos del (a) al (h) de esta sección. El circuito derivado de seguridad de vida debe alimentar las luminarias para el alumbrado, contactos y equipos indicados a continuación:

**a) Iluminación de las rutas de evacuación.** La iluminación de las rutas de evacuación tales como: corredores, pasillos, escaleras y descansos en las puertas de salida o de acceso a zonas seguras y en general a todas las vías necesarias que conduzcan a las mismas, se permite un arreglo en la disposición de circuitos para transferir el alumbrado de los pasillos de los pacientes en los hospitales, desde los circuitos de alumbrado general a los circuitos de alumbrado nocturno siempre y cuando se pueda seleccionar sólo uno de los dos circuitos y que ambos circuitos no puedan quedar sin energía al mismo tiempo.

**b) Señalización de salidas.** Las señales de salida y las que indiquen las rutas de evacuación hasta las áreas seguras.

**c) Sistemas de alarma y alerta.** Los sistemas de alarma y alerta incluyen lo siguiente:

(1) Alarmas contra incendio.

(2) Sistemas de alarma y alerta (otras que el sistema de alarma contra fuego), deben conectarse al circuito derivado de seguridad de vida o al circuito derivado crítico

(3) Alarmas para los sistemas utilizados en tuberías de gases para uso médico no inflamables.

(4) Se permitirá conectar al circuito derivado de seguridad de vida, los accesorios mecánicos, de control y otros accesorios exigidos para la operación efectiva de los sistemas de seguridad de vida

**d) Sistemas de comunicación.** Los sistemas de comunicación en hospitales, donde se usan para transmitir instrucciones durante condiciones de emergencia.

**e) Local del grupo generador y desconectores de transferencia.** Espacios y locales para el generador como sigue:

(1) Iluminación del área de trabajo y maniobras.

(2) El cargador de las baterías de las unidades para iluminación de emergencia por baterías.

(3) Contactos seleccionados en la ubicación del generador y los contactos seleccionados en la ubicación de los desconectores de transferencia del sistema eléctrico esencial.

**f) Accesorios del grupo generador.** Los accesorios del grupo generador, según se exija para el funcionamiento del generador. Cargas dedicadas a un generador específico, entre ellas las bombas de transferencia de combustible, extractores, rejillas accionadas por electricidad, controles, sistemas de enfriamiento y otros accesorios de generadores esenciales para el funcionamiento del generador, deben estar conectados al circuito derivado para la seguridad de vida o a los terminales de salida del generador equipados con dispositivos de protección contra sobrecorriente.

**g) Elevadores.** La iluminación de las cabinas de los elevadores y los sistemas de control, señalización y comunicación de las cabinas de los elevadores.

**h) Puertas automáticas.** Puertas operadas automáticamente utilizadas para las salidas y evacuación de los edificios.

#### **517-34. Circuito derivado crítico**

**a) Iluminación de áreas de trabajo y contactos seleccionados.** El circuito derivado crítico del sistema eléctrico esencial debe abastecer energía para el alumbrado del lugar de trabajo y para equipo fijo y circuitos especiales de alimentación y contactos seleccionados que sirvan a las siguientes áreas y tengan funciones relacionadas con la atención de pacientes:

(1) Iluminación de las áreas de trabajo de atención crítica al paciente (espacios categoría 1) donde se utilicen agentes anestésicos inhalatorios, contactos seleccionados y equipo fijo.

(2) Los sistemas eléctricos aislados requeridos e instalados en salas de operaciones y áreas de atención crítica.

(3) Espacios de atención del paciente, iluminación del lugar de trabajo y contactos seleccionados en:

a. Cuartos para recién nacidos.

b. Áreas de preparación de medicamentos.

c. Área de despacho de la farmacia.

d. Áreas de enfermería para cuidados agudos o intensivos seleccionadas.

e. Áreas de dormitorios psiquiátricos (sin contactos).

f. Salas de tratamientos.

g. Estaciones de enfermeras (si no están bien alumbradas por las luminarias de los corredores).

(4) Iluminación de trabajo y contactos seleccionados en lugares de atención especializada de pacientes, donde se necesite.

(5) Sistema de llamadas y comunicaciones de enfermeras.

(6) Banco de sangre, de huesos y de tejidos.

(7) Cuartos y armarios para equipo de telefonía y equipos de datos.

(8) Iluminación de áreas de trabajo, contactos y circuitos de alimentación seleccionados para:

a. Camas de atención general (categoría 2) al menos un contacto doble por cada cama de pacientes.

b. Laboratorios o salas de angiografía

c. Laboratorios o salas para cateterismo cardiaco.

d. Unidad de cuidados coronarios.

e. Áreas o salas de hemodiálisis.

f. Áreas de tratamientos en salas de urgencias (seleccionados).

g. Laboratorios clínicos y fisiología humana.

h. Unidad de terapia intensiva.

i. Salas de recuperación postoperatoria (seleccionados).

(9) Iluminación de lugares de trabajo, contactos y circuitos seleccionados adicionales, necesarios para la operación efectiva del establecimiento. Se permite que los motores fraccionarios monofásicos estén conectados del circuito derivado crítico.

**b) Desconectores:** Se debe permitir utilizar desconectores para el control de la iluminación de trabajo o tareas en los circuitos derivados críticos.

**c) Subdivisión del circuito derivado crítico.** Está permitido dividir el circuito derivado crítico en dos o más circuitos derivados.

Es importante analizar las consecuencias de alimentar un área solamente con un circuito derivado crítico, cuando ocurre una falla entre esa área y el desconector de transferencia. Puede ser apropiado alimentar una parte con sistema normal y crítico, o del circuito derivado crítico, desde desconectores de transferencia separados.

**517-35. Conexión del sistema de equipo a la fuente alternativa de energía.** El circuito derivado de equipos debe estar instalado y conectado a la fuente alternativa de energía, de tal manera que el equipo descrito en 517-35(a) se restablezca automáticamente en operación en un intervalo de tiempo apropiado, después de energizar al sistema eléctrico esencial. Estos arreglos también permiten la conexión posterior del equipo descrito en 517-35 (b).

**Excepción:** Se permite para los sistemas eléctricos esenciales menores de 150 kVA de demanda máxima, suprimir el intervalo de tiempo de retardo para la conexión automática del sistema de equipos.

**a) Conexión con retardo automático de equipo.** El siguiente equipo debe ser programado para una conexión con retardo automático a la fuente alterna de energía.

(1) Sistemas centrales de vacío y sus controles que sirvan a funciones médicas y quirúrgicas. Tales sistemas de vacío son permitidos en el circuito derivado crítico.

(2) Las bombas de desagüe u otro equipo cuya operación sea requerida para la seguridad de los equipos y dispositivos médicos mayores, incluyendo sus sistemas asociados de control y alarma.

(3) Sistemas de aire comprimido medicinal que sirvan a funciones médicas y quirúrgicas incluyendo los controles. Tales sistemas de aire son permitidos en el circuito derivado crítico.

(4) Sistemas de control de humos o de presurización de escaleras o ambos.

(5) Sistemas de inyección o extracción o ambos para campanas de cocina, si se requiere su operación durante un incendio al interior o debajo de la campana.

(6) Sistemas de inyección, retorno y extracción de la ventilación para las salas de aislamiento/infecciones aerógenas, salas con protección de ambiente, ventiladores de extracción para las campanas de vapores de laboratorio, áreas de medicina nuclear donde se usa material radioactivo, evacuación de óxido de etileno y de productos de anestesia. Cuando la conexión automática retardada no sea adecuada, se permitirá que estos sistemas de ventilación se conecten al circuito derivado crítico.

(7) Sistemas de inyección, retorno y extracción de ventilación para salas de operación y salas de expulsión.

(8) Sistemas de inyección, retorno y extracción de la ventilación o sistemas de aire acondicionado que se utilizan en salas y armarios de equipos telefónicos y en salas y armarios de equipos de datos.

**Excepción.** Cuando los estudios de ingeniería indiquen que es necesario, se permite la conexión con retardo automático secuencial a la fuente alterna de energía, para prevenir sobrecargas al generador.

**b) Conexión con retardo automático o manual al circuito derivado de equipos.** El siguiente equipo debe ser programado para conexión a la fuente alterna de energía ya sea con retardo automático o manual:

(1) Equipos para calefacción que dan servicio a las áreas, cuartos, salones o locales siguientes: salas de operaciones, tococirugía, salas de expulsión o parto, terapias intensivas, terapias intermedias, cuidados coronarios, cuartos o cubículos para pacientes aislados, áreas o locales para tratamientos de urgencia, cuartos para camas de atención general y además, las bombas que mantienen la presión del sistema de protección contra incendio a base de agua.

**Excepción:** La calefacción de salas generales de pacientes y salas de aislamiento por infección durante la interrupción de la fuente normal de energía, no se requiere bajo ninguna de las siguientes condiciones:

a) Si la temperatura externa de diseño es mayor que  $-6.7^{\circ}\text{C}$ .

b) Si la temperatura externa de diseño es menor que  $-6.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y donde se ha provisto un cuarto seleccionado para las necesidades médicas de todos los pacientes confinados, únicamente este cuarto requiere calefacción.

c) Las instalaciones son alimentadas por una doble fuente normal de energía.

**NOTA 1:** La temperatura de diseño está basada en el 97.5 por ciento del valor de diseño.

**NOTA 2:** Para descripción de una doble fuente normal de energía, véase la nota de 517-30(c).

(2) Un elevador seleccionado para proporcionar servicio a pacientes entre las salas de operaciones, salas de expulsión o parto, salas de tococirugía y la planta baja del inmueble durante una interrupción de una fuente normal. En los casos de que la interrupción sea tal que se provoque un paro de elevadores entre pisos, se deben proveer medios de transferencia que permitan el funcionamiento temporal de cualquier elevador para poder sacar a los pacientes u otras personas que hayan quedado atrapadas.

(3) Locales de servicios hiperbáricos.

(4) Locales de servicios hipobáricos.

(5) Puertas automáticas.

(6) Se permite que un mínimo de esterilizadores eléctricos estén dispuestos para conectarse en forma automática o manual, a la fuente alterna de energía.

(7) Controles para equipos aprobados en 517-35.

(8) Se permite que otros equipos seleccionados sean conectados al circuito derivado de equipos

**c) Equipo de corriente alterna para conexión automática sin retardo.** Los accesorios para generadores, incluyendo, pero sin limitarse a las bombas de transferencia de combustible, rejillas de ventilación operadas eléctricamente y otros accesorios para generadores esenciales para su funcionamiento, se deben disponer para su conexión automática a la fuente alternativa de alimentación.

#### **517-40. Sistemas eléctricos esenciales tipo 2 para establecimientos de enfermería y establecimientos de atención limitada.**

Los establecimientos mencionados y otros para cuidados limitados pueden clasificarse espacios de atención a pacientes como cuidados críticos (categoría 1) o cuidados generales (categoría 2), dependiendo del diseño y tipos de cuidados otorgados a los pacientes en el lugar, espacio o el establecimiento. Para menos complejos y pequeños establecimientos o espacios, se requiere de una mínima cantidad de energía alternativa para iluminación y alarmas. En los establecimientos en los que los pacientes no están conectados a equipos de soporte de vida ni requieren servicios de hospitalización, los requerimientos de las secciones 517-40 a 517-41 se deben aplicar. Si el nivel de cuidados a los pacientes es igual al proporcionado en un hospital, los requerimientos de las secciones 517-29 y 517-30 se deben aplicar.

**a) Aplicación.** Los requisitos de la Parte C, Secciones 517-40(c) a 517-41, deben aplicarse en los establecimientos de enfermería y en los de atención limitada.

**Excepción:** Los requisitos de la Parte C, Secciones 517-40(c) hasta 517-41, no deben aplicarse a edificios independientes utilizados como asilo de ancianos y establecimientos de atención limitada, siempre que se aplique lo siguiente:

a. Que se mantengan políticas de admisión y salida de pacientes que impidan la prestación de cuidados a pacientes o residentes que puedan requerir equipo de soporte a la vida.

b. Que no se ofrezca un tratamiento quirúrgico que requiera anestesia general.

c. Que esté provista de sistema(s) automático(s) operado(s) con baterías o equipo que sea efectivo por lo menos 1.5 horas y esté por otra parte, de acuerdo con lo indicado en la Sección 700-12. Además, debe ser capaz de suministrar alumbrado de emergencia para puertas y corredores de salidas, escaleras, centrales de enfermeras, áreas de preparación de medicamentos, cuartos de calderas y áreas de comunicaciones. Este sistema debe también suministrar energía para operar todos los sistemas de alarma.

**b) Centros para cuidado hospitalario de pacientes internos.** En los establecimientos, espacios y áreas de atención limitada y de enfermería, que admitan pacientes que requieran equipos para soporte de vida, deben contar con el sistema eléctrico esencial desde la alimentación hasta la parte de la instalación donde se tratan y atienden a tales pacientes y deben cumplir con lo requerido en la Parte C, Secciones 517-29 a 517-30.

**c) Instalaciones contiguas o ubicadas dentro de hospitales.** Se permite que las áreas de atención limitada y de enfermerías contiguas o ubicadas dentro de hospitales tengan su sistema eléctrico esencial alimentado por el del hospital.

**517-41. Fuentes de energía eléctrica requeridas.**

**a) Dos fuentes independientes de energía.** El sistema eléctrico esencial debe contar con el mínimo de las siguientes dos fuentes de energía independientes. Una fuente normal que generalmente suministra energía a todo el sistema eléctrico y una o más fuentes alternativas para su uso durante las interrupciones de la fuente normal.

**b) Tipos de fuentes de energía.** Cuando la fuente normal sea un generador localizado en el predio, la fuente alternativa debe ser otro generador o una acometida de la empresa que suministra el servicio público de energía eléctrica

**c) Localización de las componentes o partes del sistema eléctrico esencial.** El sistema eléctrico esencial se debe localizar donde se minimicen las interrupciones causadas por contingencias naturales que se puedan presentar en la zona geográfica (tormentas de agua, nieve, ciclones, tornados, temblores o terremotos o peligros ocasionados por estructuras y actividades adjuntas). Las instalaciones de las acometidas eléctricas del suministrador deben localizarse, para reducir las interrupciones de la fuente normal por causas similares a las antes mencionadas, así como para la posible interrupción del servicio normal debido a las fallas internas de la instalación en el alambrado y del equipo eléctrico. Los alimentadores de la fuente normal y de las fuentes alternativas deben de instalarse por separado para evitar en lo posible las interrupciones simultáneas de las fuentes.

**517-42. Sistemas eléctricos esenciales.**

**a) Generalidades.** Los sistemas eléctricos esenciales de estos establecimientos, espacios y las áreas de atención limitada y de enfermería, deben constar de dos circuitos derivados capaces de suministrar una cantidad limitada de servicios de alumbrado y fuerza, los cuales sean considerados esenciales para la seguridad de la vida y la operación efectiva del establecimiento durante el tiempo que se interrumpa el servicio eléctrico normal por cualquier causa. Estos dos circuitos derivados independientes deben ser el circuito derivado de seguridad de vida y el circuito derivado de equipos.

La división de los circuitos entre los circuitos derivados mencionados debe efectuarse dentro de los desconectores de transferencia, cuando se requiera más de un desconector de transferencia.

**b) Desconectores de transferencia.** El número de desconectores de transferencia a utilizar se debe basar en la confiabilidad, diseño y consideraciones de carga.

(1) Cada circuito derivado del sistema eléctrico esencial debe estar alimentado por uno o más desconectores de transferencia.

(2) Se permite que un desconector de transferencia alimente a uno o más circuitos derivados o sistemas en un establecimiento cuya carga continua en el desconector de hasta 150 kilovoltamperes.

**NOTA 1:** Ver Figura 517-42 (a).

**NOTA:** Ver Figura 517-42 (b).

**c) Capacidad del sistema.** El sistema eléctrico esencial debe tener la capacidad necesaria para satisfacer la demanda para la operación de todas las funciones y de los equipos a ser alimentados por cada circuito derivado en un mismo tiempo.

**d) Separación de otros circuitos.** El circuito derivado de seguridad de vida debe estar totalmente independiente de otros alambrados y equipos, y no ocupar la misma canalización, cajas o gabinetes de otros alambrados, excepto en los casos siguientes:

(1) En los desconectores de transferencia.

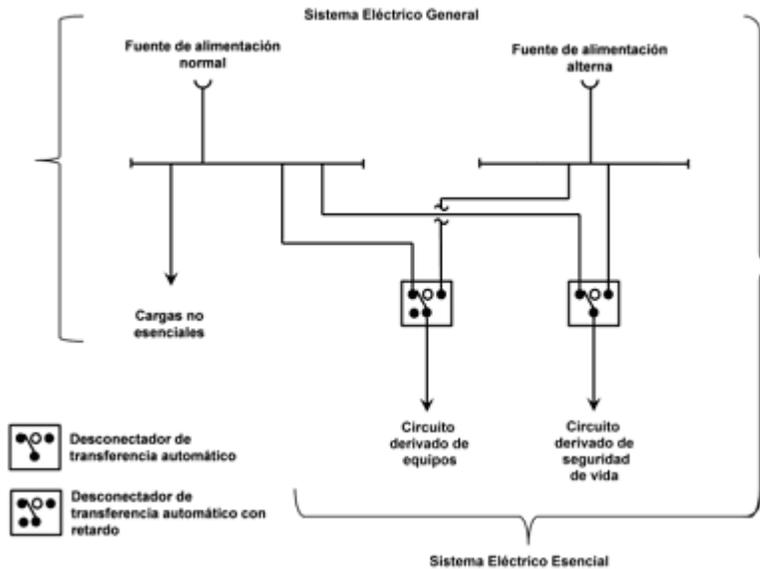
(2) Estén en las luminarias de salidas o de emergencia que son alimentadas por dos fuentes

- (3) Estén en una caja de empalmes común fijada a las luminarias de salida o de emergencia alimentadas de dos fuentes.

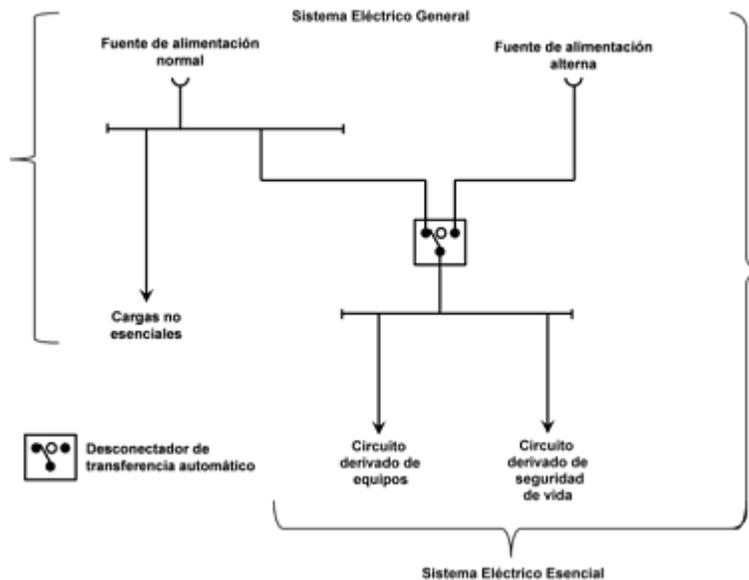
Se permite que el alambrado del circuito derivado de seguridad de vida ocupe las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes de otros circuitos que no sean parte del circuito derivado de equipos

**e) Identificación de los contactos.** Las placas cubiertas exteriores para los contactos o los contactos por sí mismos suministrados por el sistema eléctrico esencial deben tener un color distinto o marcas que los hagan fácilmente identificables.

**NOTA:** Si se usa un color para identificar estos contactos, se debe usar el mismo color en toda la instalación de todo el establecimiento de atención a la salud.



**Figura 517-41(a).- Requisito mínimo de dos desconectores de transferencia para establecimientos de atención de enfermería y de atención limitada, para una demanda superior a 150 kVA de los circuitos derivados de seguridad de la vida y de equipos.**



**Figura 517-41(b).- Requisito mínimo un desconector de transferencia para establecimientos de atención de enfermería y de atención limitada, para una demanda de hasta 150 kVA de los circuitos derivados de seguridad de la vida y de equipos.**

**517-43. Conexión automática al circuito derivado de seguridad para la vida.** El circuito derivado de seguridad de vida debe ser instalado y conectado a una fuente alterna de energía de manera que todas las funciones de los servicios especificados en esta Sección se restablezcan automáticamente para su funcionamiento en un lapso máximo de 10 segundos después de la interrupción de la fuente normal. Ninguna otra función que las enumeradas en 517-43(a) hasta (g) deben conectarse al circuito derivado de seguridad de vida. El circuito derivado de seguridad de vida debe suministrar energía para la iluminación, contactos y equipos de las funciones siguientes:

**a) Iluminación de las rutas de evacuación.** La iluminación de las rutas de evacuación, tal como el alumbrado requerido para corredores, pasillos, escaleras, helipuerto y acceso a puertas de salida y de las vías necesarias para llegar a las salidas y áreas seguras. Se permite medios de conmutación para transferir el alumbrado de los pasillos de los pacientes a los circuitos generales de alumbrado, siempre que uno de los dos circuitos se seleccione y que ambas fuentes de energía no puedan interrumpirse al mismo tiempo.

**b) Señalización de salidas.** Las señales de salidas y señales de las rutas de salida.

**c) Sistemas de alarma y alerta.** Los sistemas de alarma y alerta incluyen lo siguiente:

(1) Alarmas de incendio.

(2) Alarmas requeridas por los sistemas de distribución de gases medicinales no inflamables.

**d) Sistemas de comunicación.** Sistemas de comunicación, cuando éstos se utilicen para transmitir instrucciones durante las situaciones de emergencia o contingencia.

**e) Comedores y áreas de recreación.** Luminarias suficientes en comedores y áreas de recreación para proporcionar iluminación en las rutas de salida a un mínimo de 16.4 metros-candela (5 pies-candela).

**f) Local del grupo generador.** El alumbrado del área de trabajo y contactos seleccionados en el lugar destinado para el grupo generador, además de para la iluminación de emergencia a base de baterías.

**g) Elevadores.** Sistemas de alumbrado, control, comunicaciones y de señalización en las cabinas de los elevadores.

**517-44. Conexión al circuito derivado de equipos.** El circuito derivado de equipos debe instalarse y conectarse a la fuente alterna de energía, de forma que el equipo citado en 517-44(a) se restablezca automáticamente a intervalos de tiempo apropiados siguiendo la secuencia de restablecimiento de la operación del circuito derivado de seguridad de la vida. Este arreglo debe también proceder para la conexión adicional del equipo indicado en 517-44(b) por otros retardadores automáticos o de operación manual.

**Excepción:** Para sistemas eléctricos esenciales de hasta de 150 kVA, se permite la conexión sin retardo automático del circuito derivado de equipos al único desconector de transferencia.

**a) Conexión automática con retardo.** El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado de equipos y adecuarse para una conexión automática con retardo a la fuente alterna de energía.

(1) Iluminación de trabajo y contactos seleccionados en:

a. Espacios para cuidados de pacientes.

b. Espacios de preparación de medicamentos.

c. Espacios de despacho en farmacias.

d. Central de enfermeras. (a menos que sean iluminadas por el alumbrado de los corredores).

(2) Sistemas para el suministro, extracción, ventilación y retorno para salas de aislamiento de infecciones aerotransportadas.

(3) Bombas para desagüe y otros equipos requeridos para operar con seguridad los equipos mayores y sus sistemas de control y alarmas.

(4) Sistemas de control de detección de humos y presurización de escaleras.

(5) Sistemas de inyección y extracción, o ambos, para gases y humos en campanas de cocina, que requieran operar durante un incendio en o bajo la campana.

(6) Sistemas de llamadas a enfermeras.

**b) Conexión manual o automática con retardo al circuito derivado de equipos.** El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado de equipos y adecuarse ya sea para una conexión manual o automática con retardo de tiempo a la fuente alterna de energía.

(1) Equipo de calefacción para cuartos de pacientes.

**Excepción:** La calefacción en las salas generales de pacientes durante la interrupción de la fuente normal no se requiere bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- a. La temperatura exterior de diseño es mayor que  $-6.7\text{ }^{\circ}\text{C}$  o
- b. La temperatura externa de diseño es menor que  $-6.7\text{ }^{\circ}\text{C}$  y donde se ha provisto un cuarto seleccionado para las necesidades médicas de todos los pacientes que se alberguen, únicamente este cuarto requiere calefacción, o
- c. La instalación está alimentada por una fuente doble de energía como la descrita en 517-41 (c).

**NOTA:** La temperatura exterior de diseño está basada en el 97.5 por ciento del valor de diseño.

d. Servicio de elevadores. En los casos en que la interrupción de energía provoque el paro de elevadores entre pisos, la instalación debe permitir la operación temporal de cualquier elevador para liberar a los pasajeros. Para los requisitos de alumbrado, control y sistemas de señalización, de la cabina del elevador, véase 517-43 (g).

e. Iluminación, contactos y equipos adicionales se permitirán conectarse solamente al circuito derivado crítico.

#### **517-45. Sistemas eléctricos esenciales para otros establecimientos de atención médica.**

**a) Distribución eléctrica esencial.** Si es requerido por el Cuerpo de gobierno, el sistema eléctrico esencial de distribución en espacios para cuidados básicos de pacientes (Categoría 3,) tendrá instalado un sistema alternativo capaz de suministrar energía a una reducida carga para iluminación y energía para el servicio, con el propósito de cesar los procedimientos ordenadamente durante el tiempo en el que el sistema eléctrico normal es interrumpido

**b) Equipo de soporte de vida.** Donde se requiera equipo de soporte de vida, el sistema eléctrico esencial debe ser como se describe en las secciones 517-29 a 517-30.

**c) Espacios para cuidados de pacientes. Cuidados críticos (categoría 1).** Donde existan áreas de atención crítica, el sistema eléctrico esencial de distribución debe ser como se describe en las secciones 517-29 a 517-30.

**d) Espacios para cuidados de pacientes. Cuidados generales (categoría 2).** En espacios donde se otorguen cuidados generales a los pacientes, el sistema eléctrico esencial de distribución debe ser como se describe en 517-40 hasta 517-45

### **Parte D. Locales de anestesia por inhalación.**

#### **517-60. Clasificación de locales de anestesia**

**NOTA:** Refiérase a la sección 517-20, si las salas de operaciones, salas de tococirugía y locales donde se practique anestesia general con la aplicación al paciente de agentes anestésicos inhalatorios de acuerdo con 517-60 a) y b), se clasifican como lugares con procedimientos mojados o húmedos.

##### **a) Áreas peligrosas (clasificadas)**

**1) Utilización del local.** En locales donde se utilicen agentes anestésicos inhalatorios inflamables, el volumen hasta 1.52 metros por encima del piso terminado se debe clasificar como área peligrosa clasificada Clase 1, División 1. El volumen remanente hasta la estructura del techo se considera como un área encima de un área peligrosa (clasificada).

**2) Locales para almacenamiento.** Cualquier cuarto o local en el cual se almacenen agentes anestésicos inhalatorios o agentes desinfectantes inflamables se debe considerar área Clase 1 División 1 todo el volumen de piso a techo.

**b) Áreas distintas a las peligrosas (clasificadas).** Cualquier local para aplicación de anestesia por inhalación, diseñado para el uso exclusivo de agentes anestésicos no inflamables, no se debe considerar como área peligrosa (clasificada).

#### **517-61. Alumbrado y equipo**

##### **a) Dentro de áreas peligrosas (clasificadas).**

**1) Aislamiento.** Excepto como se permite en 517-160, respecto a las fuentes de energía aisladas, cada circuito de energía dentro o parcialmente dentro de un área de anestesia inflamable como se define en 517-60 (a), debe aislarse de cualquier sistema de distribución eléctrico conectado a tierra, mediante el uso de un sistema eléctrico aislado.

**2) Diseño e instalación.** El equipo del sistema eléctrico aislado debe estar aprobado para este propósito y el sistema debe estar diseñado, instalado y probado para cumplir con 517-160.

**3) Equipo funcionando a más de 10 volts.** En las áreas peligrosas (clasificadas) referidas en 517-60 (a), todo el alumbrado y equipo fijo y todo equipo portátil o móvil incluyendo luminarias y otros equipos que operen

a más de 10 volts entre conductores, debe cumplir con los requisitos indicados en 501-1 a 501-25, 501-100 hasta 501-150, y 501-30 (a) y (b) para áreas peligrosas (clasificadas) Clase 1 División 1. Todos los equipos deben estar aprobados específicamente para las atmósferas peligrosas involucradas.

**4) Extensión del área peligrosa (clasificada).** Si una caja, dispositivo, accesorio o envoltente, se encuentra parcial pero no totalmente dentro de un área peligrosa (clasificada), el área peligrosa incluirá a toda la caja, dispositivo, accesorio o envoltente involucrado.

**5) Contactos y clavijas.** Los contactos y clavijas dentro del área peligrosa (clasificada), deben estar aprobados para uso en áreas peligrosas (clasificadas) Clase 1 Grupo C y deben tener un medio para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos.

**6) Cordones flexibles.** Los cordones flexibles utilizados en áreas peligrosas (clasificadas) para la conexión de equipo portátil o móvil, incluso luminarias que funcionen a más de 8 volts entre conductores deben ser aprobados para uso extra rudo de acuerdo con lo indicado en la Tabla 400-4, e incluir un conductor adicional de puesta a tierra de equipos.

**7) Almacenamiento del cordón flexible.** Se debe incluir un dispositivo para guardar el cordón flexible y éste no debe someterse a dobleces de un radio menor que 75 milímetros.

**b) Áreas ubicadas por encima de áreas peligrosas (clasificadas) para aplicación de anestesia**

**1) Métodos de alambrado.** El alambrado por encima de áreas peligrosas (clasificadas) descritas en 517-60, debe instalarse en conduit metálico pesado, tubo conduit metálico ligero, conduit metálico semipesado o cables del tipo MI o del tipo MC con una cubierta metálica continua hermética al gas y al vapor.

**2) Envoltentes de equipos eléctricos.** El equipo instalado que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como luminarias y portalámparas para alumbrado fijo, interruptores, cortacircuitos, generadores, motores u otros equipos con contactos de cierre, escobillas o contactos deslizantes, debe de ser del tipo totalmente cerrado o construido de forma que evite el escape de chispas o partículas de metal caliente.

**Excepción:** Los contactos montados en los muros por encima del área peligrosa (clasificada) en los que se utilicen anestésicos inflamables, no requieren estar totalmente encerrados o sus aberturas cubiertas o protegidas para prevenir la dispersión de partículas.

**3) Luminarias.** Las lámparas quirúrgicas y otras luminarias deben cumplir con lo establecido en 501-130(b).

**Excepción 1:** No se deben aplicar las limitaciones de temperatura superficial establecidas en 501-130(b).

**Excepción 2:** No se exigirá que los interruptores integrados o colgantes ubicados por arriba de, y que no puedan bajarse hasta el área peligrosa (clasificada), sean a prueba de explosión.

**4) Sellos.** Los sellos aprobados deben ser proporcionados de acuerdo con lo indicado en 501-15 y 501-15 (a)(4), en los límites tanto horizontales como verticales del área peligrosa (clasificada).

**5) Contactos y clavijas.** Los contactos y clavijas localizados por encima del área peligrosa (clasificada) en áreas de aplicación de anestesia, deben ser grado hospital y para las características de tensión, frecuencia, capacidad y número de conductores, con una terminal para la conexión de un conductor de puesta a tierra. Estos requisitos deben de aplicarse para servicio en corriente alterna en los contactos monofásicos para 120 y 127 Volts.

**6) Contactos y clavijas para 250 volts y de 50 y 60 amperes.** Las clavijas y contactos para 250 volts, para la conexión de equipo médico de 50 y 60 amperes de corriente alterna instalados por encima de áreas peligrosas (clasificadas), deben seleccionarse de forma que permita conectar clavijas de 50 o 60 amperes en un contacto de 60 amperes y los contactos de 50 amperes deben seleccionarse para no aceptar clavijas de 60 amperes. Las clavijas deben ser de dos polos, tres hilos con un tercer terminal para la conexión del conductor con aislamiento (verde o verde con franja amarilla) de puesta a tierra de equipo del sistema eléctrico.

**c) Otras áreas distintas a las áreas peligrosas (clasificadas) para aplicación de anestesia.**

**1) Métodos de alambrado.** El alambrado que alimenta a otras áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), como se define en 517-60, debe instalarse en canalización metálica o con ensamble de cables. La canalización metálica o la armadura del cable o la cubierta del ensamble de cables deben estar aprobadas como conductor de puesta a tierra de equipo de acuerdo con lo indicado en 250-118. Los cables tipo MC y tipo MI, deben tener una armadura metálica o cubierta del ensamble aprobada como conductor de puesta a tierra de equipo.

**Excepción:** Los contactos colgantes que empleen cordones flexibles aprobados tipo SJO o equivalente, al de uso rudo o uso extra rudo suspendidos a no menos de 1.80 metros del piso, no requieren ser instalados en canalización metálica o cable armado.

**2) Contactos y clavijas.** Los contactos y clavijas instalados en áreas distintas a las áreas peligrosas (clasificadas), deben ser grado hospital y para las características en cuanto a tensión, frecuencia, capacidad nominal y número de conductores con una terminal para la conexión de un conductor de puesta a tierra. Estos requisitos deben aplicarse a los contactos monofásicos de 120, 127, 208, 220 y 240 Volts.

**3) Contactos y clavijas para 250 volts y con capacidad de 50 y 60 amperes.** Las clavijas y contactos para 250 volts, para la conexión de equipo médico de 50 y 60 amperes utilizado en áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), deben seleccionarse de forma que el contacto de 60 amperes reciba indistintamente clavijas de 50 o 60 amperes y los contactos de 50 amperes deben seleccionarse para no aceptar clavijas de 60 amperes. Las clavijas deben ser de dos polos, tres hilos con el tercer conector para la conexión a un conductor con aislamiento (verde o verde con una franja amarilla) de puesta a tierra del equipo al sistema eléctrico.

**517-62. Puesta a tierra.** En cualquier área de anestesia, todas las canalizaciones metálicas y cables con cubiertas metálicas y todas las partes conductoras metálicas no portadoras de corriente de equipo eléctrico fijo, deben ser puestas a tierra. La puesta a tierra y los puentes de unión en áreas Clase 1 debe cumplir con 501-30.

**Excepción:** El equipo que opere a no más de 10 volts entre conductores no requiere ser conectado a tierra.

#### **517-63. Sistemas de energía puestos a tierra en locales de anestesia**

**a) Unidades de alumbrado de emergencia alimentadas por baterías.** Deben proporcionarse uno o más unidades de iluminación de emergencia alimentadas por baterías, y se permite que sean alambradas al circuito de iluminación crítico en el área y conectadas antes de cualquier interruptor local.

**b) Alambrado de circuitos derivados.** Se permite que los circuitos derivados que alimenten sólo a equipos médicos fijos y aprobados, permanentemente instalados por encima de áreas peligrosas (clasificadas) y en otras áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), se alimenten desde una acometida normal puesta a tierra, de una o de tres fases, siempre que:

(1) El alambrado para circuitos aislados y puestos a tierra no ocupen la misma canalización o cable.

(2) Todas las superficies conductoras del equipo estén conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

(3) El equipo (excepto los tubos de rayos X confinados y las terminales de dichos tubos) se localice al menos a 2.50 metros por encima del piso o fuera del local de anestesia.

(4) Los desconectores para el circuito derivado puesto a tierra se localicen fuera del área peligrosa (clasificada)

**Excepción:** Lo que se señala en (3) y (4) anteriores no aplica en locales y áreas distintas a las peligrosas (clasificadas)

**c) Circuitos derivados para alumbrado fijo.** Se permite que los circuitos derivados que alimenten solamente alumbrado fijo se alimenten por una acometida normal puesta a tierra, siempre que:

(1) Las luminarias se ubiquen al menos a 2.50 metros por encima del nivel del piso.

(2) Todas las superficies conductoras de las luminarias estén conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

(3) El alambrado de los circuitos que alimenten a las luminarias no esté en la misma canalización o cable del sistema eléctrico aislado.

(4) Los desconectores sean del tipo montaje en pared y se ubiquen por encima de las áreas peligrosas (clasificadas).

**Excepción:** No aplica lo que se señala en (1) y (4) anteriores en áreas distintas a las peligrosas (clasificadas).

**d) Dispositivos de control remoto.** Los dispositivos para el control a distancia montados en la pared y que operen a 24 volts o menos, se permite que se instalen en cualquier local de anestesia. Ejemplo de estos dispositivos para controles a distancia son los termostatos para el aire acondicionado o calefacción.

**e) Ubicación de los sistemas eléctricos aislados.** Cuando se utilice un sistema eléctrico aislado debe estar aprobado como tal. Se debe instalar un sistema eléctrico aislado y su circuito alimentador dentro del local de aplicación de anestesia, siempre que se localice por encima del área peligrosa (clasificada) o dentro del área distinta al área peligrosa (clasificada).

**f) Circuitos en locales de aplicación de anestesia.** Excepto como se permite en secciones anteriores, cada circuito de energía dentro o parcialmente dentro de un área peligrosa (clasificada), como se define en 517-60 (a), debe ser aislado de cualquier sistema eléctrico de distribución que alimente a otras áreas distintas a las áreas peligrosas (clasificadas).

#### **517-64. Equipo e instrumentos de baja tensión**

**a) Requisitos para equipo.** El equipo de baja tensión que esté en contacto con el cuerpo de las personas o tengan partes metálicas expuestas que puedan ser energizadas deben cumplir con uno de los siguientes requerimientos:

- (1) Operar a potenciales eléctricos de 10 volts o menos.
- (2) Estar aprobado como intrínsecamente seguro o como equipo con doble aislamiento.
- (3) Ser resistente a la humedad.

**b) Fuentes de energía.** La energía para el equipo, aparato o dispositivo de baja tensión debe suministrarse desde uno de los siguientes medios:

1) No se deben utilizar autotransformadores y los transformadores, deben ser portátiles e individuales conectados por medio de un cordón y clavija apropiada a un contacto grado hospital alimentado de un circuito derivado que forma parte de un sistema eléctrico aislado.

2) Un transformador de aislamiento común de baja tensión, instalado en un área distinta al área peligrosa (clasificada).

3) Baterías individuales secas individuales.

4) Baterías comunes, compuestas por celdas de almacenamiento o acumulador, localizadas en un área distinta al área peligrosa (clasificada).

**c) Circuitos aislados.** Los transformadores de tipo de aislamiento para suministrar baja tensión a los circuitos deben cumplir con las dos condiciones siguientes:

- (1) Medios apropiados para separar el circuito primario del secundario, y
- (2) El núcleo y la envolvente o cubierta metálica están conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipo.

**d) Controles.** Se permite el uso de dispositivos a base de resistencias o de impedancias para controlar equipo de baja tensión, pero éstos no deben ser utilizados para limitar la tensión máxima disponible para el equipo.

**e) Equipos alimentados con baterías.** Las baterías de los equipos de utilización no deben cargarse mientras el equipo esté en operación, a menos que el circuito de carga tenga integrado un transformador de aislamiento.

**f) Contactos o clavijas.** Los contactos o clavijas que se usen en circuitos de baja tensión deben ser de un tipo que no permita una conexión intercambiable con circuitos de mayor tensión.

**NOTA:** En cualquier punto de la trayectoria de un circuito la disminución del aislamiento de los conductores, la interrupción por medio de un desconector o por conexiones flojas o defectuosas, aun tratándose de tensiones tan bajas como 10 volts, se pueden generar chispas con la suficiente energía para provocar la ignición de gases anestésicos inflamables.

### **Parte E. Instalaciones para rayos X**

**517-70. Aplicabilidad.** Nada de lo descrito en esta parte puede ser interpretado como una especificación de seguridad contra del rayo útil o radiación dispersa de los equipos generadores de rayos X.

**NOTA:** para información adicional consultar la Norma Oficial Mexicana NOM-229-SSA1-2002, Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas de los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X.

#### **517-71. Conexión al circuito alimentador**

**a) Equipo fijo y estacionario.** El equipo de Rayos X fijo y estacionario debe ser conectado a la fuente de suministro a través de un método de alambrado que cumpla con los requisitos generales indicados en los Capítulos 1 al 4, de esta NOM.

**Excepción:** Equipo debidamente alimentado por un circuito derivado cuya capacidad especificada no exceda los 30 amperes, puede alimentarse a través de una clavija apropiada con cordón o cable para servicio rudo o pesado.

**b) Equipo portátil, móvil y transportable.** Para equipo portátil, móvil o transportable de rayos X, no se requiere circuito derivado individual cuando su capacidad no excede de 60 amperes.

**c) Suministro con tensión mayor que 1000 volts.** El equipo y circuitos que operan con tensiones superiores a 1000 volts, deben cumplir con el Artículo 490.

#### **517-72. Medios de desconexión**

**a) Capacidad.** El circuito alimentador para un equipo de rayos X, debe contar con un medio de desconexión con capacidad adecuada de al menos del 50 por ciento como mínimo del régimen momentáneo o de 100 por ciento del régimen prolongado del equipo de rayos X, cualquiera que sea mayor.

**b) Ubicación.** El medio de desconexión debe ser operable desde un lugar fácilmente accesible desde la consola de control del equipo de rayos X.

**c) Equipo portátil y móvil.** Para equipo conectado a circuitos derivados de 120 volts y 30 amperes o menos, se permite el uso de contactos y clavijas del tipo de puesta a tierra de capacidad adecuada como medio de desconexión.

#### **517-73. Ampacidad de los conductores y de las protecciones por sobrecorriente**

##### **a) Equipo de diagnóstico**

**1) Circuitos derivados.** La ampacidad de los conductores de un circuito derivado y la capacidad de los dispositivos de protección por sobrecorriente no deben ser inferiores al 50 por ciento de la capacidad de corriente del régimen momentáneo o de 100 por ciento del régimen prolongado, cualquiera que sea mayor.

**2) Alimentadores.** La ampacidad de los conductores y la capacidad de los dispositivos de protección por sobrecorriente de los alimentadores, para dos o más circuitos derivados que alimenten equipos de rayos X no deben ser menores al 50 por ciento de la demanda máxima momentánea del equipo más grande de rayos X, más el 25 por ciento de la demanda máxima momentánea del siguiente equipo de mayor capacidad, más 10 por ciento de la demanda momentánea de cada uno de los demás equipos de rayos X. Donde se hagan exámenes simultáneos biplanares con unidades de rayos X, los conductores de alimentación y los dispositivos de protección por sobrecorriente deben ser del 100 por ciento de la demanda máxima momentánea de corriente de cada equipo de rayos X.

**NOTA:** El conductor de menor tamaño nominal para circuitos derivados y alimentadores está también determinado por los requerimientos de regulación de la tensión eléctrica. Para una instalación específica, el fabricante usualmente requiere de los tamaños mínimos de transformadores y conductores, capacidad de corriente eléctrica de los medios de desconexión y de la protección por sobrecorriente.

**b) Equipo terapéutico.** La ampacidad de los conductores y la capacidad de los dispositivos de sobrecorriente no deben ser menores que 100 por ciento de la capacidad de corriente del equipo médico de rayos X para terapia.

**NOTA:** La ampacidad de los conductores del circuito derivado, la capacidad del medio de desconexión y de las protecciones por sobrecorriente de los equipos de rayos X, normalmente es establecida por el fabricante para cada instalación específica.

#### **517-74. Conductores del circuito de control**

**a) Número de conductores alojados en una canalización.** El número de conductores de los circuitos para control, alojados en una canalización, debe ser determinado de acuerdo con lo indicado en 300-17.

**b) Tamaño mínimo de los conductores.** En los circuitos para controles y la operación de los equipos de rayos X, así como para sus dispositivos y equipos auxiliares, se permite el uso de alambres y cordones flexibles tamaños 0.824 mm<sup>2</sup> (18 AWG) o de 1.31 mm<sup>2</sup> (16 AWG) como se especifica en 725-49, siempre y cuando su protección por sobrecorriente no sea mayor que 20 amperes.

**517-75. Instalaciones de equipo.** Todo equipo para nuevas instalaciones de rayos X y todos los equipos de rayos X usados y reacondicionados o reconstruidos, para ser trasladados y reinstalados en otro local, deben ser del tipo aprobado.

**517-76. Transformadores y condensadores.** No se requiere que los transformadores y condensadores que formen parte de un equipo de rayos X, cumplan con lo establecido en los Artículos 450 y 460. Los capacitores deben montarse dentro de envolventes de material aislante o de metal puesto a tierra.

**517-77. Instalación de cables de alta tensión para equipo de rayos X.** Los cables con pantalla puesta a tierra para conexión de tubos de rayos X y para intensificadores de imagen, se permite que sean instalados en soportes para cables tipo charolas o en ductos suministrados por el fabricante, junto con los conductores de control, de alimentación y derivados, sin requerir de barreras que separen los conductores.

**517-78. Protección contra daños y puesta a tierra.**

**a) Partes de alta tensión.** Todas las partes de alta tensión eléctrica, incluyendo los tubos de rayos X, deben montarse en envolventes puestos a tierra. Se podrá usar aire, aceite, gas u otra sustancia aislante apropiada para aislar la alta tensión de la envolvente, chasis o cubierta metálica puesta a tierra. La conexión desde el transformador de alta tensión a los tubos de rayos X y otros componentes de alta tensión, deberá hacerse con cables para alta tensión con pantalla para puesta a tierra.

**b) Cables de baja tensión.** Los cables de baja tensión que conectan dispositivos en aceite que no están completamente sellados, tales como: transformadores, condensadores, enfriadores de aceite e interruptores de alta tensión, deben tener aislamiento de tipo resistente al aceite.

**c) Partes metálicas no portadoras de corriente.** Las partes metálicas que no conducen corriente del equipo de rayos X y del equipo asociado al mismo como consolas de controles, mesas, soportes de tubo de rayos X, tanque de transformadores, cables blindados, cabezales o envolventes para tubo de rayos X, etc., deben ser conectados a tierra como se especifica en la Parte G del Artículo 250 y se modifica en 517-13(a) y (b).

**Parte F. Sistemas de comunicaciones, de señalización, de información, de señalización de protección contra incendio y sistemas de menos de 120 volts**

**517-80. Espacios y áreas para atención de pacientes.** El mismo nivel de aislamiento de los conductores instalados en circuitos para sistemas de distribución eléctrica en áreas para atención de pacientes, se debe aplicar en los conductores de los sistemas de intercomunicación, señalización, datos o informática, alarmas contra incendio y sistemas menores de 120 volts.

No se exigirá que los circuitos, de los sistemas de comunicación o señalización Clase 2 y Clase 3 cumplan con los requisitos de puesta a tierra de 517-13, para cumplir con los requerimientos de protección mecánica de 517-30(c)(3)(5), o estén encerrados en canalizaciones, a menos que el Capítulo 7 o el 8 especifiquen algo diferente.

Los circuitos secundarios de sistemas de comunicación o señalización alimentados por un transformador, no se requiere que estén en canalizaciones, a menos que se especifique de otra manera en los Capítulos 7 u 8.

**517-81. Áreas distintas a las de atención del paciente.** En otras áreas distintas a las de atención del paciente, las instalaciones deben cumplir con las disposiciones aplicables correspondientes de otras partes de esta NOM.

**517-82. Transmisión de señales entre y equipos médicos.**

**a) Generalidades.** Para la instalación permanente del alambrado desde equipos eléctricos en la vecindad del paciente a un aparato remoto, debe emplearse un sistema de transmisión de señales que prevenga la interconexión de puesta a tierra peligrosa de los equipos.

**NOTA:** Véase 517-13 (a), para requisitos adicionales de puesta a tierra en áreas de atención de los pacientes.

**b) Puesta a tierra común para conductores de señales.** Se permite usar un sistema común de puesta a tierra (por ejemplo, una carcasa o chasis para conectar una terminal del conductor de señales de transmisión), entre equipos localizados en la vecindad del paciente, previendo que dichos equipos sean servidos y conectados desde el mismo punto de referencia a tierra.

**Parte G. Sistemas eléctricos aislados**

**517-160. Sistemas eléctricos aislados**

**a) Instalaciones**

**1) Circuitos eléctricos aislados conectados a la fuente del sistema eléctrico aislado.** Cada circuito eléctrico aislado debe controlarse por un desconectador o por un interruptor automático que tenga un polo para la desconexión de cada conductor de línea o vivo del circuito aislado, con el fin de interrumpir simultáneamente los conductores vivos y toda la energía del circuito. El aislamiento puede lograrse por medio de uno o más transformadores, por medio de conjuntos motor generador o por medio de un sistema aislado de baterías. Los conductores de los circuitos eléctricos aislados no deben instalarse en cables, canalizaciones u otras envolventes conteniendo conductores de otros sistemas eléctricos.

**2) Características de los circuitos.** Los circuitos que alimenten los primarios de los transformadores de aislamiento deben operar a no más de 600 volts entre conductores y deben tener protección apropiada contra sobrecorriente. La tensión del secundario de los transformadores de aislamiento no debe exceder de 600 volts entre conductores de cada circuito. Todos los circuitos alimentados desde los secundarios deben ser no puestos a tierra y deben tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente y de valor nominal apropiado para cada conductor. Los circuitos alimentados directamente desde las baterías o del conjunto motor generador deben ser no puestos a tierra, y deben protegerse contra sobrecorriente de la misma manera que los circuitos secundarios alimentados del transformador. Si existe una pantalla electrostática, debe conectarse al mismo punto de referencia a tierra.

**3) Ubicación del equipo.** Los transformadores de aislamiento, los conjuntos motor generador, las baterías y cargadores de baterías y las protecciones contra sobrecorriente asociadas al primario o secundario, no deben instalarse en áreas peligrosas (clasificadas). El alambrado del circuito secundario aislado que se prolongue dentro de un área peligrosa (clasificada) para la aplicación de anestesia, debe instalarse de acuerdo con lo indicado en 501-10.

**4) Transformadores de aislamiento.** Un transformador de aislamiento no debe alimentar a más de una sala de operaciones o cama para atención crítica en áreas de terapia intensiva, excepto lo especificado en (a) y (b) siguientes.

Para la aplicación de esta sección, se considera que las salas de inducción de anestesia son parte de las salas de operaciones a las que da servicio.

a. Salas de inducción de anestesia: Si una sala de inducción da servicio a más de una sala de operaciones, se permite que los circuitos aislados de la sala de inducción se alimenten desde el transformador de aislamiento de cualquiera de las salas de operaciones.

b. Tensiones mayores a 150 Volts entre conductores llamadas altas tensiones. Se permiten los transformadores de aislamiento para alimentar varios contactos grado hospital sencillos instalados en diferentes áreas de atención de pacientes donde se cumpla y aplique lo siguiente:

(1) Los contactos grado hospital estén reservados para alimentar equipos que necesiten 150 volts o más, por ejemplo, unidades de rayos X portátiles y equipos láser, y

(2) Los contactos y clavijas no sean intercambiables con los contactos del sistema eléctrico aislado para la sala de operaciones.

**5) Identificación de los conductores.** Los conductores de los circuitos aislados deben identificarse como sigue:

(1) Conductor con aislamiento línea 1: Color naranja con al menos una banda continua de color distinto al verde, blanco o gris en toda la longitud del conductor.

(2) Conductor con aislamiento línea 2: Color café con al menos una banda continua de color distinto al verde, blanco o gris en toda la longitud del conductor.

Para sistemas eléctricos aislados trifásicos, el tercer conductor con aislamiento deberá identificarse en color amarillo con al menos una banda continua de color distinto al verde, blanco o gris en toda la longitud del conductor. Cuando los circuitos aislados se conecten a contactos de 120 volts de una fase de 15 y 20 amperes, el conductor naranja con raya o banda continua debe conectarse a las terminales de los contactos, identificadas de acuerdo con 200-10 (b) para la conexión del conductor puesto a tierra del circuito.

**6) Compuestos para el jalado de alambres durante su instalación.** No deben usarse compuestos para el jalado de los conductores durante su instalación, según el método de alambrado, que incrementen la constante dieléctrica y la constante de aislamiento de los conductores de los circuitos conectados al secundario del transformador de aislamiento.

**NOTA 1:** Se recomienda limitar el tamaño del transformador de aislamiento a 10 kilovoltamperes o menos y se utilizar conductores con aislamiento de baja corriente eléctrica de fuga, para que una vez instalados y conectados todos los circuitos, se cumpla con que la impedancia resistiva y capacitiva total sea mayor a 200 000 ohms.

**NOTA 2:** Si se reduce al mínimo posible la longitud de los conductores de los circuitos derivados y se deben utilizar conductores con aislamiento que tengan una constante dieléctrica menor que 3.5 y una constante de aislamiento mayor a 6100 megaohm-metro (a 16 °C), con el objetivo de reducir la corriente eléctrica de fuga de cada línea a tierra de toda la instalación terminada, reduciendo con esto la corriente peligrosa.

**b) Monitor de aislamiento de línea (MAL).**

**1) Características.** Además de los dispositivos de control y de protección por sobrecorriente normalmente utilizados, cada sistema eléctrico aislado debe incluir un monitor de aislamiento de línea (MAL) que opere continuamente, para monitorear la corriente de fuga o fallas de corriente eléctrica de cada conductor aislado de tierra e indique la corriente peligrosa total. El monitor debe estar diseñado de tal manera, que una lámpara señalizadora de color verde pueda verse fácilmente por las personas dentro de la sala de operaciones o áreas de agentes anestésicos inhalatorios y permanecer iluminada cuando el sistema esté adecuadamente aislado de tierra. Además, debe contener una lámpara color rojo señalizadora y una alarma audible, que deben energizarse cuando la corriente total peligrosa, que consiste en posibles corrientes de fuga resistivas o capacitivas de cualquier conductor aislado de tierra, alcance un valor cercano a 5 miliamperes bajo condiciones de tensión eléctrica nominal. El monitor no debe alarmarse para valores menores a 3.7 miliamperes de corriente peligrosa de falla, ni para una corriente peligrosa total en el umbral de los 5 miliamperes.

**Excepción:** Se permite el diseño de un sistema para operar a un valor menor al del umbral de la corriente peligrosa total. El monitor de aislamiento de línea para tal sistema debe ser aprobado para que la corriente peligrosa de fuga deba ser reducida, pero no menor al 35 por ciento de la correspondiente al umbral de la corriente peligrosa total y la corriente peligrosa del monitor consecuentemente se debe permitir reducirla a no más del 50 por ciento del valor del umbral de alarma de la corriente peligrosa total.

**2) Impedancia.** El monitor de aislamiento de línea debe ser diseñado para tener suficiente impedancia interna de tal manera que, cuando se conecte apropiadamente al sistema eléctrico aislado, la corriente máxima interna que pueda circular a través del monitor de aislamiento de línea, cuando cualquier conductor o parte del sistema eléctrico aislado sea conectado a tierra, debe ser de 1 miliampere.

**Excepción:** Se permite que el monitor de aislamiento de línea sea del tipo de baja impedancia, de tal manera que la corriente eléctrica a través de él, cuando cualquier conductor del sistema eléctrico aislado sea conectado a tierra, no exceda de dos veces el valor del umbral de alarma para un periodo que no exceda de 5 milisegundos.

**NOTA:** La reducción de corriente de peligro del monitor permite que esta reducción, resulte en un incremento de los valores de no alarma para la corriente peligrosa de falla, por lo que se incrementará la capacidad de circuito.

**3) Amperímetro.** Se debe conectar un amperímetro analógico calibrado que indique la corriente peligrosa total, la instalación debe de efectuarse a la vista del monitor de aislamiento de línea y plenamente visible a todas las personas dentro de la sala de operaciones, con la zona de alarma en el umbral de los 5 miliamperes al centro de la escala aproximadamente.

**Excepción:** Se permite que el monitor del aislamiento de línea sea una unidad compuesta, con una sección de detección cableada a una sección separada de la pantalla del tablero, en la que estén ubicadas las funciones de alarma o prueba

**NOTA:** Se recomienda instalar el amperímetro de modo que sea plenamente visible para todas las personas que haya en el lugar de aplicación de anestesia

**4) Pruebas.** El sistema eléctrico aislado debe de probarse, ver sección 517-30(c)(2), antes de su puesta en operación y después de que exista una falla que encienda la luz roja y opere la señal audible

**5) Pruebas periódicas.** Los sistemas eléctricos aislados y sus instalaciones hasta las salidas de los circuitos se deben probar periódicamente, bajo un programa de modo que resulten aceptables a la autoridad competente, a fin de asegurar que los sistemas e instalaciones eléctricas se mantienen en condiciones seguras para preservar la vida de los pacientes en espacios y áreas críticas categoría 1. Las pruebas mínimas, además de las requeridas en otros artículos de esta norma, son:

a. Que la impedancia capacitiva y resistiva a tierra de cualquier conductor de un sistema eléctrico aislado, debe exceder de 200 000 Ohms cuando se instale y posteriormente en uso.

b. Que el monitor de aislamiento de línea (MAL) del sistema aislado, no debe alarmarse para corrientes peligrosas de falla de menos de 3.7 miliamperes ni para corrientes peligrosas totales en el umbral de los 5 miliamperes.

c. Que los interruptores de falla a tierra (GFCI) y los contactos con este tipo de protección operen a menos de 6 miliamperes.

d. Que la tensión medida bajo condiciones de no fallas, entre un punto de referencia a tierra la superficie conductiva expuesta de equipo fijo instalado dentro de la vecindad del paciente no exceda de 20 milivolts.

e. Que el límite de la impedancia medida entre un punto de referencia a tierra y la terminal para conexión a tierra de los contactos instalados dentro de la vecindad del paciente sea de 0.1 Ohms.

f. Que la corriente de fuga de los equipos de utilización conectados con cordón y clavija, que se usen en la vecindad del paciente, no exceda de 300 microamperes.

g. Que los equipos conectados en forma permanente, dentro de la vecindad del paciente, no exceda de 5 miliamperes probados antes de que se instalen y que estén conectados a tierra.

h. Que la resistencia del conductor para puesta a tierra de los equipos de utilización, medida desde el chasis o envoltorio del equipo hasta la terminal (espiga) para enchufar al contacto, sea de 0.15 Ohms para fabricantes y de 0.5 Ohms en campo.

i. Que los pisos conductivos tengan una resistencia promedio menor a 1 000 000 de Ohms y no inferior a un promedio de 25 000 Ohms.

j. Que se mantenga la polaridad de las conexiones en los contactos y estos sean físicamente integrados, así como, que la fuerza de retención de los conectores de línea y el de puesta a tierra no sea menos a 115 gramos.

k. Que se mantenga la continuidad eléctrica, entre el punto de puesta a tierra localizado en la vecindad del paciente con todas las partes metálicas expuestas de equipos e instalaciones y con las terminales de conexión a tierra de los contactos instalados dentro de la vecindad del paciente.

l. Que el tablero del sistema eléctrico aislado y sus componentes, operen y proporcionen resultados de acuerdo a su diseño, con base en los manuales, instructivos y especificaciones técnicas de los fabricantes, cumpliendo con su instalación, operación, mantenimiento, ajustes y pruebas.

m. El monitor de aislamiento de línea (MAL) debe de ser probado después de su instalación y antes de ser puesto en servicio, para esto, cada línea energizada del sistema eléctrico aislado debe conectarse a tierra sucesivamente a través de una resistencia con valor de 200 por los Volts medidos entre las líneas del sistema aislado. Las alarmas de peligro audibles y visibles deben alarmarse.

## ARTÍCULO 518

### LUGARES DE REUNIÓN

**518-1. Alcance.** Excepto para los lugares de reunión tratados explícitamente en 520-1, este Artículo cubre requisitos para todos los inmuebles o parte de ellos o estructuras diseñadas o previstas para reuniones de 100 o más personas con propósitos de deliberación, culto religioso, entretenimiento, consumo de alimentos y bebidas, distracción, espera de medios de transporte o propósitos similares.

#### **518-2. Clasificación general.**

**a) Ejemplos.** Los lugares de reunión incluyen de manera enunciativa, mas no limitativa a:

- Auditorios
- Bares, cantinas y discotecas
- Boliches y billares
- Capillas funerarias
- Comedores
- Cuarteles
- Gimnasios
- Iglesias y templos
- Mercados
- Museos
- Restaurantes
- Salas de conferencias
- Salas de espera de pasajeros
- Salas de exhibición
- Salas de juzgados
- Salones de baile
- Salones de clubes
- Salones de reunión
- Salones de usos múltiples
- Teatros y cines

**b) Inmuebles múltiples.** Cuando un lugar de reunión forma parte de un edificio que tiene otras ocupaciones, el Artículo 518 se aplica únicamente a la parte del edificio que se considera como un lugar de reunión cualquier salón o espacio para propósitos de reunión de menos de 100 personas en un edificio o en otro local que está destinado para otro uso, debe clasificarse como parte del otro local, es decir, para los fines a que está destinado y estará sujeto a las disposiciones que le sean aplicables.

**c) Áreas de teatro.** Cuando cualquiera de estas estructuras de edificios o parte de ellos tengan una cabina de proyección o un escenario o área para la presentación de espectáculos teatrales o musicales, sea fija o portátil, el alambrado en esa área, incluidas las áreas asociadas de asientos para el público, y todos los equipos que se utilicen en el área mencionada, así como los equipos e instalaciones portátiles que se utilicen en la producción y no estén conectados al alambrado instalado permanentemente, deben cumplir lo establecido en el Artículo 520.

### 518-3. Otros Artículos

**a) Áreas peligrosas (clasificadas).** El alambrado y el equipo eléctrico en las áreas peligrosas (clasificadas) localizadas en lugares de reunión, deben cumplir con lo establecido en el Artículo 500.

**b) Alambrado provisional.** En las salas de exhibición utilizadas para puestos de exhibición, como en las ferias comerciales, se permitirá instalar alambrado provisional según lo establecido en el Artículo 590. Se permitirá tender sobre el suelo cables y cordones flexibles aprobados para trabajo pesado o extrapesado, si están protegidos del contacto con el público en general. No aplican los requisitos de 590-6 sobre interruptores automáticos de circuito contra fallas a tierra. Se deben aplicar todos los otros requisitos para interruptores automáticos de circuito contra fallas a tierra de esta NOM.

Cuando se proporcione protección de interruptor de circuito por falla a tierra mediante un cordón de conexión y clavija al circuito derivado o al alimentador, el interruptor del circuito por falla a tierra debe estar aprobado como interruptor del circuito por falla a tierra portátil o proporcionar un nivel de protección equivalente a un interruptor del circuito por falla a tierra portátil, ya sea que se haya ensamblado en campo o en fábrica.

**Excepción:** Cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que solamente personas calificadas prestan servicio técnico a la instalación, se permite utilizar cordones o cables flexibles identificados en la Tabla 400-4 para uso rudo o extra rudo, en soportes tipo charola, solamente para alambrado provisional. Todos los cordones o cables deben instalarse en una sola capa. A cada soporte tipo charola se le debe colocar un letrero permanente a intervalos no superiores a 7.50 metros, el letrero debe llevar lo siguiente:

#### CHAROLA PORTACABLES PARA ALAMBRADO PROVISIONAL ÚNICAMENTE

**c) Sistema de emergencia.** El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con lo establecido en el Artículo 700.

### 518-4. Métodos de alambrado.

**a) Generalidades.** Los métodos de alambrado fijo deben ser en canalizaciones metálicas, canalizaciones metálicas flexibles o en canalizaciones no metálicas embebidas en concreto con un espesor no menor que 5 centímetros, empleando conductores con aislamiento resistente a la propagación de incendios de baja o despreciable emisión de gas ácido halogenado y baja emisión de humo o con cables tipos MC, MI, LSOH o AC. El método de alambrado debe calificar como conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-118 o debe tener un conductor con aislamiento de puesta a tierra, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122.

**Excepción:** Los métodos de alambrado fijo deben ser como se dispone en:

- a. Equipo para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio, Artículo 640.
- b. Circuitos de comunicaciones, Artículo 800.
- c. Circuitos de señalización y control remoto de Clase 2 y Clase 3, Artículo 725.
- d. Circuitos de alarma contra incendio, Artículo 760.

**b) Construcción no clasificada.** Además de los métodos de alambrado 518-4(a), se permite instalar cables con pantalla no metálica, cables del tipo AC, tubo conduit no metálico y tubo conduit rígido de policloruro de vinilo en los edificios o parte de ellos que, de acuerdo con la norma de construcción aplicable, no se exige que sean a prueba de fuego.

**NOTA:** La construcción a prueba de propagación de incendio es la clasificación de resistencia al fuego que se utiliza en las normas de construcción.

**c) Espacios con acabados resistentes al fuego.** Se permite instalar tubo conduit no metálico y tubo conduit rígido de policloruro de vinilo en restaurantes, salas de clubes, salas de conferencia y reuniones de hoteles o moteles, salas de juzgados, comedores colectivos salas de velación, museos, bibliotecas y lugares de culto religioso, en donde se aplican las condiciones siguientes:

- (1) El tubo conduit no metálico o el tubo conduit rígido de policloruro de vinilo se instalen ocultos dentro de las paredes, pisos y plafones, siempre y cuando éstos ofrezcan una barrera térmica de un material con clasificación de resistencia al fuego del acabado de 15 minutos como mínimo, según se establece en las listas de ensambles aprobados como resistentes al fuego.
- (2) El tubo conduit no metálico o el tubo conduit rígido de policloruro de vinilo se instalen por encima de plafones suspendidos, cuando éstos ofrezcan una barrera térmica de material con una clasificación de resistencia al fuego del acabado mínima de 15 minutos, según se establece en las listas de ensambles aprobados como resistentes al fuego.

El tubo conduit no metálico y el tubo conduit rígido de policloruro de vinilo no se reconocen para su utilización en otros espacios utilizados para el manejo de aire ambiental, de acuerdo con la Sección 300-22(c).

**NOTA:** Se establece una clasificación del acabado para ensambles que tengan soportes combustibles (madera). La clasificación del acabado se define como el tiempo en el cual la viga o caballete de madera alcanza una elevación de temperatura promedio de 121 °C o una elevación de temperatura individual de 163 °C, medida sobre el plano de la madera más cercano del fuego. No se pretende que una clasificación del acabado represente una clasificación para un plafón de membrana.

**518-5. Salidas de alimentación.** Los tableros de distribución portátiles y el equipo portátil de distribución deben alimentarse solamente desde una salida de alimentación de potencia con suficiente valor nominal de corriente y tensión. Dicha salida de alimentación debe protegerse con dispositivos contra sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecorriente y las salidas de potencia no deben estar accesibles al público en general. Se deben tener medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor neutro de los alimentadores para un suministro con atenuadores de luz con control de fase de estado sólido de 3 fases 4 hilos, debe considerarse como un conductor portador de corriente para los propósitos del ajuste de la ampacidad. El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal, 3 fases, 4 hilos no se debe considerar como un conductor portador de corriente para los propósitos del ajuste.

**Excepción:** El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad de estado sólido de control de fase o de onda sinusoidal, se debe considerar como un conductor portador de corriente para los propósitos de ajuste de la ampacidad

**NOTA:** Con respecto a las definiciones de los tipos de reguladores de intensidad de estado sólido, ver 520-2.

## ARTÍCULO 520

### TEATROS, ÁREAS DE AUDIENCIA EN CINES Y ESTUDIOS DE TELEVISIÓN, ÁREAS DE ACTUACIÓN Y LUGARES SIMILARES

#### Parte A. Generalidades

**520-1. Alcance.** Este Artículo aplica a todos los edificios o parte de ellos o estructura, interior o exterior, diseñados o utilizados para representaciones teatrales, musicales, proyecciones cinematográficas, o usos similares y áreas específicas para espectadores dentro de estudios de cine y televisión.

#### 520-2 Definiciones.

**Adaptador:** Un dispositivo utilizado para adaptar un circuito con una configuración similar a un accesorio de enchufe o el contacto para recibir otra configuración con la misma corriente nominal.

**Agrupados:** Cables o conductores ubicados uno al lado de otro, pero no en contacto permanente entre ellos.

**Área de presentación:** Escenario y área de sillas para la audiencia asociada, con una estructura de escenario temporal, sea interior o exterior, construida con andamios, armaduras, plataformas o dispositivos similares, que se utiliza para la presentación de producciones teatrales o musicales o para presentaciones públicas.

**Atado de cables:** Cables o conductores que están físicamente enlazados, enrollados, encintados o de otra manera atados juntos periódicamente.

**Batería de lámparas:** Un conjunto de lámparas con arreglo en línea.

**Batería de lámparas suspendida:** Es una batería de lámparas instalada permanentemente arriba del escenario.

**Batería de contactos:** Un ducto metálico que contiene contactos empotrados o colgantes.

**Caja colgante de contactos:** Una caja que contiene contactos colgantes o empotrados sujetos a un cable multiconductor o a un conector múltiple mediante una abrazadera de alivio de la tensión mecánica.

**Candilejas:** Fila de lámparas montadas al nivel de piso a lo largo del escenario o sobre él.

**Dispositivo de elevación de luces de escenarios.** Dispositivo de elevación motorizado que contiene una posición de montaje para una o más luminarias, con dispositivos de alambrado para conectar las luminarias a los circuitos derivados y a los cables flexibles integrados que posibilitan que las luminarias se reubiquen sobre el rango de elevación del dispositivo, mientras esté energizado.

**Derivador doble.** Un cable adaptador que contiene una clavija y dos contactos usado para conectar dos cargas a un circuito derivado.

**Ensamble de desconexión:** Adaptador usado para conectar un conector multipolar que contiene dos o más circuitos derivados a múltiples conectores de circuitos derivados individuales.

**Equipos de escenarios.** Los equipos situados en cualquier ubicación de las instalaciones, integrados a la producción escénica, entre los que se incluyen, aunque no de manera limitada, los equipos de iluminación, audio, efectos especiales, control de movimientos, proyección o video.

**Equipo portátil.** Equipo alimentado con cordones o cables portátiles destinado a ser movido de un lugar a otro.

**Extensión doble:** Un ensamble que contiene una clavija macho y dos conectores de cordón hembras, usado para conectar dos cargas a un circuito derivado.

**Lámparas de contorno:** Batería de lámparas en aéreas instaladas permanentemente.

**Lámpara de pedestal (luz de trabajo):** Un pedestal portátil que contiene una luminaria de propósito general o una lámpara de mano con guarda con el propósito de proporcionar iluminación general en el escenario o en el auditorio.

**Proscenio.** La pared y el arco que separan el escenario del auditorio (sala).

**Regulador de intensidad con control de fase de estado sólido:** Regulador de intensidad de estado sólido en el cual la forma de onda de la corriente de régimen permanente no sigue la forma de onda de la tensión aplicada, de modo que la forma de onda no es lineal.

**Regulador de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal.** Regulador de intensidad de estado sólido en el cual la forma de onda de la corriente de régimen permanente sigue la forma de onda de la tensión aplicada, de modo que la forma de onda es lineal.

**Tablero portátil del escenario.** Un bastidor portátil o paquete con atenuadores o relevadores con dispositivos de protección contra sobrecorriente asociados o sólo dispositivos de protección contra sobrecorriente que se utilizan para alimentar el equipo del escenario.

**Tablero de distribución del escenario.** Tablero de distribución o bastidor que contiene los reguladores de intensidad o relevadores con dispositivos de protección contra sobrecorriente asociados o únicamente los dispositivos de protección contra sobrecorriente, que son utilizados principalmente para alimentar a los equipos del escenario.

**Unidad portátil de distribución de energía:** Una caja de distribución de energía que contiene contactos y dispositivos de protección contra sobrecorriente.

**520-3. Proyector de cine.** El equipo proyector de cine, su instalación y uso deben cumplir con lo establecido en el Artículo 540.

**520-4. Equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio.** Los equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio y su instalación deben cumplir con lo establecido en el Artículo 640.

**520-5. Métodos de alambrado.**

a) **Generalidades.** Los métodos de alambrado fijos deben ser en canalizaciones metálicas o en canalizaciones no metálicas embebidas en concreto con un espesor no menor que 50 milímetros, o con

cables tipos MC, MI o AC que contengan un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122.

**Excepción:** Los métodos fijos de alambrado deben ser como se dispone en el Artículo 640 para equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio; en el Artículo 800 para circuitos de comunicaciones; en el Artículo 725 para circuitos de señalización y control remoto de Clase 2 y Clase 3 y en el Artículo 760 para circuitos de alarma contra incendios.

**b) Equipos portátiles.** Se permite que el alambrado para tableros de control y distribución, conjuntos de luces del escenario, efectos escénicos, todos ellos portátiles y otros alambrados no fijos, se conecten mediante cables y cordones flexibles según se establece en diferentes partes del Artículo 520. No se permite sujetar esos cables o cordones mediante grapas o clavos sin aislamiento.

**c) Construcciones no clasificadas resistentes al fuego.** Se permite instalar cables sin pantalla metálica, cables tipo AC, tubo conduit no metálico y tubo conduit rígido de policloruro de vinilo en los inmuebles o parte de ellos que, según la norma de construcción aplicable, no requieren ser de construcción resistente al fuego.

**520-6. Número de conductores en canalizaciones.** El número de conductores permitidos en cualquier tubo conduit metálico o no metálico como se permite en este Artículo, o para conductores de control remoto, o tuberías metálicas eléctricas para circuitos de candilejas o de circuitos de contactos del escenario no deben exceder el número de conductores de la Tabla 1 del Capítulo 10. Cuando los conductores se encuentren en ductos con tapa, o en canal auxiliar, la suma de las áreas de las secciones transversales de ellos incluyendo su aislamiento no debe exceder del 20 por ciento del área de la sección transversal del ducto o del canal auxiliar. No es aplicable la limitación de treinta conductores indicada en 366-22 y 376-22.

**520-7. Envolvente y protección de partes vivas.** Las partes vivas deben encerrarse o protegerse para evitar el contacto accidental por personas u objetos. Todos los desconectores deben ser del tipo de operación externa. Los reguladores de intensidad, incluyendo los reóstatos, deben ser colocados en cajas o gabinetes que encierren todas las partes vivas.

**520-8. Sistemas de emergencia.** El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con lo indicado en el Artículo 700.

**520-9. Circuitos derivados.** Un circuito derivado de cualquier tamaño que alimente a uno o más contactos, puede alimentar al alumbrado del escenario. El valor de la tensión de los contactos no debe ser menor que la tensión del circuito. El valor nominal de corriente de los contactos y la ampacidad de los conductores del circuito derivado no debe ser menor que el valor nominal de corriente de la protección contra sobrecorriente del circuito derivado. No aplica la Tabla 210-21(b)(2) y las secciones 210-23 y 210-8 (b)(4).

**520-10. Equipo portátil para ser usado en exteriores.** El equipo portátil para escenarios y para alumbrado de estudios y equipo de distribución de energía no identificado para uso en exteriores, se permitirá su uso temporal en exteriores si el equipo es supervisado por personal calificado mientras esté energizado y esté protegido con barreras para el público en general.

#### **Parte B. Tableros de distribución fijos en escenarios**

**520-21. Generalidades.** Los tableros de distribución de escenarios fijos deben cumplir con lo establecido en los numerales siguientes:

- (1) Los tableros de distribución de escenarios fijos deben estar certificados.
- (2) Los tableros de distribución de escenarios fijos deben estar fácilmente accesibles, pero no se requiere que estén ubicados en o de manera adyacente a los escenarios. Se permiten múltiples tableros de distribución de escenarios fijos en diferentes ubicaciones.
- (3) Un tablero de distribución de escenario fijo debe contener dispositivos de protección contra sobrecorriente para todos los circuitos derivados alimentados por este tablero de distribución.
- (4) Se permite que un tablero de distribución de escenario fijo alimente tanto a equipos del escenario como a equipos que no estén en el escenario.

**520-25. Reguladores de intensidad.** Los reguladores de intensidad deben cumplir lo indicado en (a) hasta (d) siguientes:

**a) Desconexión y protección contra sobrecorriente.** Cuando los reguladores de intensidad se instalen en conductores de fase, cada regulador de intensidad debe tener una protección contra sobrecorriente no mayor que 125 por ciento del valor nominal del regulador de intensidad, y deben estar desconectados de

todos los conductores de fase cuando el desconectador principal, el interruptor individual o el interruptor automático que alimenta a dicho regulador, se encuentre en la posición de abierto.

**b) Reguladores de intensidad del tipo de resistencia o de reactancia.** Los reguladores de intensidad tipo de resistencia o reactancia en serie pueden instalarse en un conductor del circuito puesto o no a tierra. Cuando se diseñen para abrir el circuito alimentador del regulador de intensidad o el circuito controlado por él, dicho regulador de intensidad debe entonces cumplir con lo indicado en 404-2(b). Los reguladores del tipo de resistencia o reactancia en serie instalados en el conductor del neutro puesto a tierra del circuito no deben abrir el circuito.

**c) Reguladores de intensidad del tipo autotransformador.** El circuito que alimente a un regulador de intensidad del tipo autotransformador no debe exceder de 150 volts entre conductores. El conductor puesto a tierra debe ser común a los circuitos de entrada y salida.

**NOTA:** Véase 210-9 relacionada con los circuitos derivados de autotransformadores.

**d) Reguladores de intensidad del tipo de estado sólido.** El circuito que alimente a un regulador de intensidad de estado sólido no debe exceder de 150 volts entre conductores, a menos que el regulador de intensidad esté aprobado específicamente para operar a una tensión mayor. Cuando un conductor puesto a tierra alimente a un regulador de intensidad, éste debe ser común para los circuitos de entrada y salida. El bastidor del regulador de intensidad debe estar conectado al conductor de puesta a tierra del equipo.

**520-26. Tipos de tableros de distribución.** Los tableros de distribución para escenarios deben ser cualquiera o una combinación de los tipos siguientes:

**a) Manual.** Los reguladores de intensidad y desconectores son operados mediante manijas unidas mecánicamente a los dispositivos de control.

**b) Control remoto.** Los dispositivos se operan eléctricamente desde un tablero o consola de control tipo piloto. Las consolas de control deben formar parte del tablero de distribución o estar ubicadas en cualquier otro lugar.

**c) Intermedio.** Un tablero de distribución para escenario con interconexiones de circuitos, es un tablero de distribución secundario (tablero de conexiones) o un tablero de distribución remoto al tablero primario de distribución del escenario. El tablero debe contener una protección contra sobrecorriente. Cuando la protección contra sobrecorriente del circuito derivado, está instalada en la consola de reguladores de intensidad, se permite omitir esta protección del tablero de distribución intermedio.

**d) Potencia constante.** Tablero de distribución del escenario que contiene solamente dispositivos de protección contra sobrecorriente y ningún elemento de control.

#### **520-27. Alimentadores de tableros de distribución para escenarios**

**a) Tipo de alimentador.** Los alimentadores de tableros de distribución para escenarios deben ser uno de los siguientes:

**1) Alimentador individual.** Un alimentador individual que se desconecte por un dispositivo de desconexión individual.

**2) Alimentadores múltiples para tableros de distribución intermedios para escenario (tablero de interconexiones).** Se permiten alimentadores múltiples en cantidad ilimitada, siempre que todos ellos sean parte de un solo sistema. Cuando estén combinados, los conductores de neutros en una canalización deben tener la suficiente ampacidad para llevar la máxima corriente de desbalanceo de los conductores del alimentador múltiple que haya en la misma canalización, pero no necesariamente mayor que la ampacidad del neutro que alimenta el tablero de distribución primario del escenario. Los conductores de neutros en paralelo deben cumplir con lo indicado en 310-10(h).

**3) Alimentadores separados para un solo tablero de distribución primario para escenarios (banco de reguladores de intensidad).** Las instalaciones con alimentadores independientes que lleguen a un solo tablero de distribución primario del escenario deben tener un medio de desconexión para cada alimentador. El tablero de distribución primario del escenario debe tener una marca o etiqueta permanente y visible que indique el número y ubicación de los medios de desconexión. Si los medios de desconexión están ubicados en más de un tablero de distribución, el tablero de distribución primario del escenario debe tener barreras que correspondan a estas distintas ubicaciones.

**b) Conductor del neutro.** Para el propósito del ajuste de la ampacidad, se deben aplicar las siguientes condiciones:

(1) El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad con control de fase de estado sólido, 3 fases, 4 hilos, se debe considerar como un conductor portador de corriente.

(2) El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad de estado sólido de onda sinusoidal, 3 fases, 4 hilos, no se debe considerar como un conductor portador de corriente.

(3) El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad que pueden ser tanto de control de fase como de onda sinusoidal se debe considerar como un conductor portador de corriente.

**c) Capacidad de alimentación.** Para calcular la capacidad de alimentación para los tableros de distribución, se permite considerar la carga máxima que controla el tablero de distribución en una instalación dada, siempre que:

(1) Todos los alimentadores del tablero de distribución estén protegidos con un dispositivo contra sobrecorriente con un valor nominal no mayor que la ampacidad del alimentador.

(2) La apertura del dispositivo contra sobrecorriente no afecte la operación apropiada de los sistemas de iluminación de emergencia o de las salidas.

**NOTA:** Para calcular las cargas de los alimentadores para los tableros de distribución del escenario, véase 220-40.

### **Parte C. Equipo fijo del escenario, que no sea tablero de distribución**

**520-40. Dispositivos de elevación de luces de escenarios.** Donde un dispositivo de elevación de luces de escenario sea adecuado como un ensamble completo y contenga un sistema de manipulación de cables integrado y cables para conectar un dispositivo de cableado móvil con una caja de conexiones fija para la conexión con el cableado permanente, no debe aplicarse el requisito sobre uso extra rudo que se describe en la sección 520-44(c)(1).

#### **520-41. Cargas de los circuitos.**

**a) Circuitos de capacidad de 20 amperes o menos.** Las lámparas de contorno, candilejas y luces laterales del proscenio deben tener un arreglo tal que ningún circuito derivado que alimente tal equipo tenga una carga mayor de 20 amperes.

**b) Circuitos de más de 20 amperes.** Cuando se utilicen únicamente portalámparas de trabajo pesado, se permite que dichos circuitos cumplan lo establecido en el Artículo 210 para circuitos que alimentan portalámparas de trabajo pesado.

**520-42. Aislamiento de conductores.** Las candilejas, batería de lámparas suspendidas, baterías de lámparas y baterías de contactos, deben alambirse con conductores que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura a la que vayan a operar los conductores, pero no menor que 125°C. La ampacidad de los conductores de 125 °C debe ser la correspondiente de los conductores de 60°C. Todas las bajadas de las baterías de conectores debe ser de conductor de 90°C dimensionado para la ampacidad de cables y cordones de 60°C que no se extiendan más de 15 centímetros dentro de la batería de conectores. No aplica 310-15(b)(3)(a).

**NOTA:** Véase Tabla 310-104(a) para tipos de conductores.

#### **520-43. Candilejas**

**a) Construcción en canales metálicos.** Cuando las candilejas se instalen en canales metálicos, el canal que contenga los conductores del circuito debe ser de lámina metálica con espesor no menor a 0.81 milímetros y tratada para prevenir la oxidación. Las terminales de los portalámparas deben estar a no menos de 13 milímetros del metal del canal. Los conductores del circuito deben soldarse a las terminales de los portalámparas.

**b) Construcción en canales no metálicos.** Cuando no se utilicen los canales metálicos especificados en el inciso (a) anterior, las candilejas deben tener salidas individuales, con portalámparas alambrados con tubo conduit metálico tipo pesado, o tipo semipesado, o tubo conduit metálico flexible ligero, o cable Tipo MC o

cables con aislamiento mineral y cubierta metálica. Los conductores del circuito deben soldarse a las terminales de los portalámparas.

**c) Candilejas que se ocultan.** Las candilejas que se ocultan deben estar dispuestas de tal manera que la alimentación de corriente se desconecte automáticamente, cuando las luces se oculten en el nicho designado para tal efecto.

**520-44. Batería de lámparas suspendidas, luces laterales del proscenio, cajas colgantes y tiras de conectores.**

**a) Generalidades.** La batería de lámparas suspendidas y laterales del proscenio deben:

- (1) Estar construidas como se especifica en la Sección 520-43.
- (2) Estar soportadas y colocadas adecuadamente, y
- (3) Estar diseñadas de manera que los aros de los reflectores y otras guardas adecuadas protejan a las lámparas de daño mecánico y de contacto accidental con el escenario u otros materiales combustibles.

**b) Tiras de conectores y cajas colgantes.** Las tiras de conectores y cajas colgantes deben estar de acuerdo con lo siguiente:

- (1) Estar soportadas y colocadas adecuadamente
- (2) Aprobados como dispositivos para escenario y estudio

**c) Cordones y cables para batería de lámparas suspendidas, cajas colgantes y tiras de conectores.**

**1) Generalidades.** Los cordones y cables para alimentar la batería de lámparas de contorno, cajas colgantes y tiras de conectores deben estar aprobados para uso extra rudo. Los cordones y cables deben soportarse adecuadamente. Tales cables deben emplearse únicamente cuando sean necesarios conductores flexibles. La ampacidad de los conductores debe ser la que se indica en 400-5.

**2) Cordones y cables que no están en contacto con equipo productor de calor.** Los cordones y cables multiconductores para uso extra rudo aprobados, que no están en contacto directo con equipos que contienen elementos productores de calor, pueden tener la ampacidad determinada por la Tabla 520-44(c)(3). La máxima corriente de carga en cualquier conductor no debe exceder los valores de la Tabla 520-44(c)(3) y no exceder los valores de la Tabla 520-44(c)(3).

**3) Identificación de conductores en cordones y cables multiconductores de uso extra rudo.** Los conductores aterrizados (neutros) deben ser blancos sin franja o deben estar identificados por una marca blanca en sus terminaciones. Los conductores de puesta a tierra deben ser verdes con o sin franja amarilla o deben estar identificados por una marca verde en sus terminaciones.

**NOTA:** Para efectos de la tabla 520-44 (c)(3)(a), diversidad de carga es el porcentaje de la corriente total de todos los circuitos energizados simultáneamente que son alimentados por el cable.

**520-45. Contactos.** Los contactos para equipo eléctrico en escenarios deben llevar marcado su valor en amperes. Los conductores que alimentan estos contactos deben cumplir con los Artículos 310 y 400.

**520-46. Batería de conectores, cajas colgantes, cavidades en el suelo y otras envolventes de salida.** Los contactos para la conexión de equipo portátil de alumbrado de escenario deben ser colgantes o montados cavidades o envolventes adecuadas y cumplir con lo indicado en 520-45. Los cables de alimentación de las baterías de conectores y las cajas colgantes deben ser como se especifica en 520-44(c).

**Tabla 520-44(c)(3).- Ampacidad para cables y cordones de uso extra rudo aprobados con una temperatura nominal de 75°C y 90°C [Basado en una temperatura ambiente de 30°C]**

Tamaño o designación nominal de los cordones		Temperatura nominal de cordones y cables*		Máxima capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente
mm <sup>2</sup>	AWG	75°C amperes	90°C amperes	Amperes
2.08	14	24	28	15
3.31	12	32	35	20
5.26	10	41	47	25
8.37	8	57	65	35

13.3	6	77	87	45
21.2	4	101	114	60
33.6	2	133	152	80

\*La ampacidad indicada es la de los cordones y multiconductores donde únicamente tres conductores de cobre son portadores de corriente tal como se describe en 400-5. Si la cantidad de conductores portadores de corriente en un cordón o cable excede de tres, y el factor de diversidad de carga es 50% o menos, la ampacidad de cada conductor debe reducirse como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 520-44(c)(3)(a).- Factores de ajuste de ampacidad para más de tres conductores portadores de corriente en cordón o cable donde la diversidad de carga es 50 por ciento o menos.**

Cantidad de conductores	Por ciento de ampacidad Valor en la Tabla 520-44(c)(3)
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
43 en adelante	50

Temperatura final del aislamiento. En ningún caso los conductores deben asociarse entre sí con respecto a la clase de circuito, al método de alambrado utilizado, o al número de conductores, de tal forma que el límite de temperatura de los conductores sea rebasado.

Un conductor de neutro que porta solamente la corriente de desbalanceo de otros conductores del mismo circuito, no necesita considerarse como un conductor portador de corriente.

En un circuito de tres conductores que conste de dos conductores de fase y el neutro de un sistema de 3 fases, 4 hilos conectado en estrella, el conductor del neutro porta aproximadamente la misma corriente que los otros conductores con corrientes de línea a neutro, y debe considerarse como un conductor portador de corriente.

En un circuito de 3 fases, 4 hilos conectado en estrella, en donde la mayor parte de la carga son cargas no lineales, hay corrientes armónicas presentes en el conductor del neutro, y por lo tanto el neutro debe considerarse como un conductor portador de corriente.

**520-47. Lámparas entre bastidores (focos sin cubierta).** Las lámparas (focos sin cubierta) instaladas en áreas atrás del escenario y áreas auxiliares donde puedan entrar en contacto con la escenografía, deben ubicarse y protegerse de daño físico y dejar un espacio libre no menor que 50 milímetros entre las lámparas y cualquier material combustible.

**Excepción:** Para el propósito de esta sección, las lámparas decorativas instaladas en la escenografía no deben considerarse como lámparas tras bastidores.

**520-48. Maquinaria del telón.** La maquinaria del telón debe estar aprobada.

**520-49. Control de ventiladores de salida de humo.** Cuando en el escenario se pongan en marcha los ventiladores de salida de humo mediante un dispositivo eléctrico, el circuito que opera dicho dispositivo debe estar normalmente cerrado y controlarse por lo menos por dos interruptores accionados externamente; uno colocado en un lugar accesible fácilmente en el escenario y el otro ubicado donde lo designe la persona calificada. El dispositivo debe diseñarse a plena tensión eléctrica del circuito al cual se conecta, sin insertar ninguna resistencia. El dispositivo debe encerrarse en una caja metálica adecuada que deberá permanecer cerrada excepto durante el servicio al equipo.

#### Parte D. Tableros de distribución portátiles en el escenario

**520-50. Panel de conexiones para interconexión (un tipo de panel de conexiones).** Un panel diseñado para la interconexión de tableros de distribución portátiles para escenarios, a salidas fijas de la instalación del edificio mediante circuitos complementarios permanentemente instalados. El panel, los circuitos complementarios y las salidas deben cumplir con los incisos (a) hasta (d), siguientes:

**a) Circuitos de carga.** Los circuitos se deben originar en entradas con polaridad de tipo puesto a tierra, de valor nominal de corriente y tensión que sean igual que las del contacto de carga fija.

**b) Transferencia de circuitos.** Los circuitos que se transfieren entre tableros de distribución fijos y portátiles deben ser transferidos todos los conductores del circuito simultáneamente.

**c) Protección contra sobrecorriente.** Los dispositivos que alimenten a estos circuitos complementarios deben estar protegidos por los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Cada circuito complementario individual dentro del panel de conexiones para espectáculos ambulantes y teatro, deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado, instalados dentro del panel de conexiones del espectáculo ambulante.

**d) Envoltente.** La construcción del tablero debe ajustarse a lo establecido en el Artículo 408.

**520-51. Alimentación.** Los tableros de distribución portátiles sólo se deben alimentar desde salidas de alimentación de potencia con suficiente valor de tensión y corriente. Estas salidas de alimentación deben incluir sólo interruptores operables desde el exterior, de fusibles, o interruptores automáticos montados en el escenario o en el tablero de distribución permanente, en lugares fácilmente accesibles desde el piso del escenario. Deben proporcionarse medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. Para los propósitos del ajuste de la ampacidad del conductor, se deben aplicar los requisitos de 520-27(b).

**520-52. Protección contra sobrecorriente para circuitos derivados.** Los tableros de distribución portátiles deben tener protección contra sobrecorriente para los circuitos derivados. No aplican los requisitos de 210-23.

**520-53. Construcción.** Los tableros de distribución portátiles para uso en escenarios deben cumplir con lo establecido en (a) hasta (e) siguientes:

**a) Luz piloto.** Se proporcionará una luz piloto para cada conductor no puesto a tierra que alimente el tablero de distribución. La luz piloto se conectará al alimentador entrante de tal manera que la operación del dispositivo de protección principal de sobrecorriente o el interruptor principal no afecten la operación de la luz del piloto.

**b) Terminal del neutro.** En tableros de distribución portátiles diseñados para utilizarse con circuitos con alimentación de 3 fases 4 hilos con conexión de puesta a tierra, la terminal del neutro de alimentación, y la ampacidad de su barra colectora asociada, o alambrado equivalente, o ambas, deben tener una ampacidad por lo menos igual al doble de la ampacidad de la terminal de alimentación de fase más grande.

**Excepción.** Cuando el equipo del tablero de control y distribución portátil esté específicamente construido e identificado para ser modificado internamente en campo, de manera aprobada, para pasar de una alimentación balanceada de 3 fases 4 hilos con puesta a tierra a una monofásica balanceada de 3 hilos con puesta a tierra, la terminal del neutro de la alimentación y su barra colectora asociada, alambrado equivalente, o ambos, deben tener una ampacidad no menor que la terminal más grande de fase de la alimentación monofásica.

**c) Conectores monopolares separables.** Cuando se utilicen conectores monopolares de cables portátiles, en un tablero portátil para el escenario deben ser aprobados y contar con bloqueo. Las Secciones 406-7 y 406-8 no deben aplicarse a conectores monopolares separables y a conjuntos de cables monoconductores que utilizan conectores monopolares separables. Cuando los grupos en paralelo de conectores separables monopolares, portadores de corriente, se proporcionen como dispositivos de entrada, deben rotularse en forma claramente visible de precaución indicando la presencia de conexiones paralelas internas. El uso de conectores monopolares separables debe cumplir al menos con una de las siguientes condiciones:

- (1) La conexión y desconexión de los conectores sólo debe ser posible cuando los conectores de alimentación estén bloqueados con la fuente de alimentación, de manera que no sea posible conectar o desconectar los conectores cuando esa fuente esté energizada.
- (2) Los conectores de línea son del tipo de bloqueo secuencial de manera que los conectores de carga deban conectarse en la siguiente secuencia:
  - a. Conexión del conductor de puesta a tierra de equipos.
  - b. Conexión del conductor del circuito puesto a tierra, si existe.
  - c. Conexión del conductor de fase y la desconexión deba ser en el orden inverso.
- (3) Debe haber un aviso de precaución adyacente a los conectores de línea, indicando que la conexión de la clavija debe ser en el siguiente orden:
  - a. Conectores del conductor de puesta a tierra de equipos.
  - b. Conectores del conductor puesto a tierra, si existe.
  - c. Conectores del conductor de fase, y la desconexión debe ser en el orden inverso.

Los anuncios o etiquetas de advertencia deben cumplir con lo establecido en la sección 110-21 (b)

**d) fuente de alimentación.** Cuando un panel del tipo portátil, del control del escenario de un teatro, contiene una toma de alimentación de la misma clasificación como su fuente de entrada, no será necesario instalar una protección contra sobrecorriente en el panel de control.

**e) Conductores interiores.**

**1) Tipo.** Todos los conductores que no sean barras colectoras, dentro de las envolventes del tablero de distribución deben ser trenzados.

#### **520-54. Conductores de alimentación.**

**a) Generalidades.** La alimentación a un tablero de distribución portátil debe ser mediante cordones o cables aprobados para uso extra rudo. Los cordones o cables de alimentación deben terminar dentro de la envolvente del tablero de distribución, en un interruptor automático o en un interruptor maestro con fusibles operables desde el exterior o en un ensamble de conectores identificados para ese propósito. Los cables o cordones de alimentación (y el ensamble de conectores) deben tener una capacidad no menor que la carga total conectada al tablero de distribución y deben protegerse mediante dispositivos contra sobrecorriente.

**b) Tamaño del conductor.** Los conductores de suministro de energía a tableros de distribución portátiles que utilizan atenuadores de intensidad de estado sólido por fase deben ser dimensionados considerando el conductor neutro como un conductor portador de corriente para los propósitos de ajuste de la ampacidad. Los conductores de alimentación de energía para un tablero de distribución portátil del escenario, utilizando solamente atenuadores de estado sólido con onda sinusoidal, el conductor neutro no debe considerarse como un conductor portador de corriente para fines de ajuste por ampacidad.

**c) Cables de un solo conductor.** Los conjuntos de cables de alimentación portátiles de un solo conductor deben ser de un tamaño no menor que 33.6 mm<sup>2</sup> (2 AWG). El conductor de puesta a tierra de equipos debe ser de tamaño no menor que 13.3 mm<sup>2</sup> (6 AWG). Los cables del neutro puestos a tierra de un solo conductor para una alimentación deben dimensionarse de acuerdo con 520-54(J). Cuando los cables de un solo conductor están en paralelo para aumentar la ampacidad, los conductores paralelos deben tener la misma longitud y tamaño. Los cables monoconductores de alimentación deben ser agrupados entre sí, pero no atados. Se permite que el conductor de puesta a tierra del equipo sea de tipo diferente, siempre y cuando cumpla los otros requisitos de esta sección, y se permite reducir su tamaño nominal conforme a lo indicado en 250-122. Los conductores puestos a tierra (neutros) y de puesta a tierra de equipo, deben identificarse de acuerdo con lo indicado en 200-6, 250-119, y 310-110. Se permite que los conductores puestos a tierra se identifiquen al menos en los primeros 15 centímetros en ambos extremos de cada tramo con marcas de color blanco o gris claro. Se permite que los conductores de puesta a tierra del equipo se identifiquen al menos los primeros 15 centímetros en ambos extremos de cada tramo del conductor con marcas de color verde o verde con franjas amarillas. Cuando exista más de una tensión dentro del mismo predio, cada conductor de fase debe identificarse para cada sistema.

**d) Conductores de alimentación de longitud no mayor que 3.00 metros.** En los casos donde los conductores de alimentación no excedan de 3.00 metros de longitud entre la alimentación y el tablero de distribución o entre la alimentación y un subsecuente dispositivo de protección contra sobrecorriente, se permite que el conductor de alimentación sea de tamaño menor si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) La ampacidad de los conductores de alimentación, debe ser al menos la cuarta parte de la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente de alimentación.
- (2) Los conductores de alimentación deben terminar en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente que limite la carga a la ampacidad de los conductores de alimentación. Se permite que este único dispositivo contra sobrecorriente alimente dispositivos adicionales contra sobrecorriente en su lado de carga.
- (3) Los conductores de alimentación no deben penetrar paredes, pisos o plafones, o pasar a través de puertas y áreas de tráfico. Los conductores de alimentación deben protegerse adecuadamente contra daño físico.
- (4) Los conductores de alimentación deben terminarse adecuadamente de manera aprobada.
- (5) Los conductores deben ser continuos, sin empalmes o conectores.
- (6) Los conductores no deben estar atados entre sí.
- (7) Los conductores deben soportarse sobre el piso de manera apropiada.

**e) Conductores de alimentación de longitud mayor que 3.00 metros, hasta 6.00 metros.** En los casos donde los conductores de alimentación sean mayores de 3.00 metros, pero no exceden 6.00 metros de longitud entre la alimentación y el tablero de distribución o entre la alimentación y un subsecuente dispositivo de protección contra sobrecorriente, se permite que el conductor de alimentación sea de tamaño menor si se cumplen todas las condiciones siguientes:

- (1) La ampacidad de los conductores de alimentación debe ser al menos la mitad de la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente de alimentación.
- (2) Los conductores de alimentación deben terminar en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente que limite la carga a la ampacidad de los conductores de alimentación. Se permite que este único dispositivo contra sobrecorriente alimente a dispositivos contra sobrecorriente adicionales en su lado de carga.
- (3) Los conductores de alimentación no deben penetrar paredes, pisos o plafones, ni deben pasar a través de puertas o áreas de tráfico. Los conductores de alimentación deben protegerse adecuadamente contra daño físico.
- (4) Los conductores de alimentación deben terminarse adecuadamente de manera aprobada.
- (5) Los conductores de alimentación deben soportarse de manera apropiada al menos a 2.00 metros sobre el piso, excepto en las terminales.
- (6) Los conductores de alimentación no deben estar atados entre sí.
- (7) Los conductores de derivación deben ser tramos continuos.

**f) Conductores de alimentación con tamaño no reducido.** Se permite que los conductores de alimentación con tamaño no reducido, según las disposiciones 520-53(h)(3) o (h)(4) pasen a través de orificios en las paredes diseñados específicamente para ese propósito. Si la penetración se hace a través de una pared clasificada como resistente al fuego, debe ser de acuerdo con la Sección 300-21.

**g) Protección de los conductores de alimentación y conectores.** Todos los conductores y conectores de alimentación deben protegerse contra daño físico por un medio aprobado. Esta protección no necesariamente debe ser una canalización.

**h) Número de interconexiones en la alimentación.** Cuando se utilicen conectores en un conductor de alimentación, debe haber un máximo de tres interconexiones (juegos de pares de conectores acoplados) cuando la longitud total de la alimentación al tablero de control y distribución no exceda de 30.00 metros. En los casos donde la longitud total desde la alimentación al tablero de distribución exceda de 30.00 metros, se permite una interconexión adicional por cada 30.00 metros adicionales del conductor de alimentación.

**i) Conectores monopolares separables.** Cuando se utilicen conectores monopolares de cables portátiles, deben ser aprobados y del tipo de seguridad. Las Secciones 400-10, 406-7 y 406-8 no deben aplicarse a conectores monopolares separables y a conjuntos de cables monoconductores que utilizan conectores monopolares separables.

**j) Conductor neutro de alimentación.** Los conductores neutros de alimentación deben cumplir con (1) y (2) siguientes:

**(1) Marcado.** Se permitirá que el conductor neutro puesto a tierra sea identificado por una marca blanca o gris al menos a 15 cm desde ambos extremos de su longitud.

**(2) Dimensionado del conductor.** Cuando se usan cables alimentadores de un solo conductor, no instalados en canalizaciones, en circuitos polifásicos que alimentan a tableros de distribución portátiles que tienen reguladores de intensidad con control de fase de estado sólido, el conductor del neutro puesto a tierra debe tener una ampacidad de por lo menos el 130 por ciento de los conductores de fase que alimentan al tablero de distribución portátil. Cuando estos alimentadores suministran alimentación sólo a reguladores de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal, el conductor del neutro puesto a tierra debe tener una ampacidad de por lo menos el 100 por ciento de los conductores de fase del circuito que alimentan al tablero de distribución portátil.

**k) Personal calificado.** La trayectoria de los conductores de alimentación portátiles, la conexión y desconexión de los conectores de alimentación y otras conexiones de alimentación, y la energización y desenergización de los servicios de alimentación deben realizarse exclusivamente por personal calificado, y los tableros de control y distribución portátiles deben ser así marcados, indicando este requisito de manera permanente y clara.

**Excepción:** Se permite que la conexión de un tablero de distribución portátil esté conectado a una salida para contacto instalada permanentemente, donde la salida del contacto de alimentación esté protegida para su capacidad por un dispositivo de protección contra sobrecorriente no mayor que 150 amperes, y donde la salida para contacto, conexión y tablero de distribución cumplan además con todas las condiciones siguientes:

- a. Emplearon conectores multipolares aprobados y adecuados para el propósito de cada conexión de la alimentación.

- b. Previnieron el acceso al público en general a toda conexión de la alimentación.
- c. Emplearon cordones multiconductores de uso extra rudo aprobados o cables, con una ampacidad no menos que la carga y no inferior al valor en amperes de los conectores.

#### **Parte E. Equipos portátiles para escenarios, que no sean tableros de distribución**

**520-61. Lámparas de arco.** Las lámparas de arco, incluyendo sus envoltentes y balastros asociados, deben estar aprobadas. Las extensiones de cordones, y los cables y cordones de interconexión deben ser del tipo de uso extra rudo y estar aprobados.

**520-62. Unidades portátiles de distribución de alimentación.** Las unidades portátiles de distribución de alimentación deben cumplir con lo siguiente:

**a) Envoltentes.** La construcción debe ser de tal forma que no quede expuesta ninguna parte portadora de corriente.

**b) Contactos y protección contra sobrecorriente.** Los contactos deben cumplir con lo indicado en 520-45 y tener en la caja una protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Los fusibles e interruptores automáticos deben protegerse contra daño físico. Los cables y cordones que alimenten contactos colgantes o conectores de cordón deben estar aprobados para uso extra rudo.

**c) Barras colectoras y terminales.** Las barras colectoras deben tener una ampacidad igual a la suma de los valores de corriente de todos los circuitos conectados a dichas barras colectoras. Se deben proporcionar zapatas para la conexión del cable principal.

**d) Entradas de superficie con reborde.** Las entradas de superficie con reborde (clavijas empotradas) que se utilicen para recibir energía deben tener marcada su capacidad en amperes.

**e) Arreglo de cables.** Los cables deben estar adecuadamente protegidos cuando pasen a través de envoltentes y deben disponerse de manera que la tensión mecánica del cable no se transmita a las terminales.

f) Alimentadores de un solo conductor. Los equipos portátiles de distribución de energía alimentados por sistemas de un solo conductor deberán cumplir con las secciones 520-53(c) y (d) y 520-54.

#### **520-63. Alambrado de accesorios con ménsula**

**a) Alambrado de la ménsula.** Las ménsulas utilizadas sobre el escenario deben alambrarse internamente, y el vástago del accesorio debe llevarse a la parte trasera del escenario donde se coloca una pasacables al final del vástago. Se permite el alambrado exterior de ménsulas o de otros accesorios cuando estén alambrados con cordones diseñados para uso rudo que pasen a través del escenario y sin juntas ni empalmes en el dosel de la parte posterior del accesorio y terminen en un conector aprobado para su uso en un escenario, localizado, cuando sea posible, a una distancia no mayor que 45 centímetros del accesorio.

**b) Montaje.** Los accesorios deben asegurarse firmemente en su lugar.

**520-64. Baterías de lámparas portátiles.** Las baterías de lámparas portátiles deben construirse de acuerdo con los requisitos de las baterías de lámparas suspendidas y luces laterales del proscenio descritos en 520-44(a). Cuando el cable de alimentación pase a través de paredes metálicas, debe protegerse con los pasacables y debe disponerse de manera que la tensión mecánica en el cable no se transmita a las conexiones.

**NOTA 1:** Véase 520-42 para el alambrado de baterías de lámparas portátiles.

**NOTA 2:** Para los tipos de aislamiento requeridos para cables monoconductores, véase la Sección 520-68(a)(3).

**520-65. Guirnaldas (luces colgantes).** Las uniones en el alambrado de guirnaldas deben ser escalonadas o alternadas. Cuando los portalámparas tengan terminales de un tipo que muerda el aislamiento y haga contacto con los conductores sólo deben utilizarse con conductores tipo cableado. Las lámparas encerradas en linternas o dispositivos similares de material combustible deben equiparse con guardas.

**520-66. Efectos especiales.** Los dispositivos eléctricos utilizados para simular relámpagos, caídas de agua, y efectos similares, deben construirse y ubicarse de manera que las llamas, chispas y partículas calientes no puedan entrar en contacto con material combustible.

**520-67. Conectores de cable de circuito derivado multipolar.** Los conectores de cable de circuito derivado multipolar, macho y hembra, para conductores flexibles deben construirse de manera que la tensión mecánica en el cordón no se transmita a las conexiones. El conector hembra debe colocarse del lado de

carga del cable o del cordón de alimentación. El conector debe tener su valor marcado en amperes y diseñado de manera que otros dispositivos con un valor nominal diferente no puedan ser conectados, sin embargo, se permitirá que un contacto de 20 amperes y ranura en T acepte una clavija de conexión de 15 amperes de la misma tensión nominal. Los conectores multipolares de corriente alterna deben ser polarizados y cumplir con lo indicado en 406-7 y 406-10.

**NOTA:** Véase 400-14 para tensión mecánica en terminales.

#### **520-68. Conductores para equipo portátil**

##### **a) Tipo de conductores.**

**1) Generalidades.** Los conductores flexibles, incluyendo las extensiones, utilizados para alimentar equipo portátil del escenario deben ser cordones o cables aprobados para uso extra rudo.

**2) Lámparas de pedestal.** Se permiten cordones para uso extra rudo para alimentar lámparas de pedestal cuando el cordón no esté sujeto a daño físico severo y esté protegido por un dispositivo contra sobrecorriente no mayor que 20 amperes.

**3) Cordones de alimentación de luminarias.** Debe permitirse que los cordones de alimentación para uso extra rudo abastezcan a luminarias, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- (1) El cordón de alimentación no sea de una longitud mayor de 2.0 metros.
- (2) El cordón de alimentación esté unido a uno de los extremos de la luminaria o a un conector específico para luminarias que se una a una entrada montada en el panel, sobre el cuerpo de la luminaria.
- (3) El cordón de alimentación esté protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente de no más de 20 amperes.
- (4) La luminaria sea adecuada.
- (5) El cordón de alimentación no esté sometido a daños físicos

**4) Aplicaciones a alta temperatura.** Se permite utilizar un montaje especial de conductores en una funda no más larga que 90 centímetros en lugar de un cordón flexible si los alambres individuales están trenzados y tienen una clase térmica no menor que 125 °C y la funda exterior es de fibra de vidrio con un espesor de pared de cuando menos 0.65 milímetros.

Se permite que el equipo portátil para escenario, que requiere conductores de alimentación flexibles con un mayor valor nominal de temperatura, en donde un extremo esté permanentemente conectado al equipo, se empleen conductores adecuados alternos, que estén probados para ese propósito.

**5) Desconector.** Se permiten los cordones para uso rudo aprobados, en ensambles de desconector, cuando se reúnan todas las condiciones siguientes:

- (1) Los cordones se utilizan para hacer conexiones entre un solo conector multipolar que contiene dos o más circuitos derivados y conectores múltiples de 2 polos 3 hilos.
- (2) La longitud del cordón en el ensamble de desconector no es más largo de 6.00 metros.
- (3) El ensamble de desconector está protegido contra daño físico al fijarlo en toda su longitud a una tubería, andamio, armadura, torre u otra estructura de soporte firme.
- (4) Todos los circuitos derivados que alimentan al ensamble de desconector están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente clasificados a no más de 20 amperes.

**b) Ampacidad de los conductores.** La ampacidad de los conductores debe ser la que se especifica en 400-5, excepto para cordones portátiles multiconductores aprobados para uso extra rudo, que no estén en contacto directo con el equipo que contenga elementos productores de calor, cuya ampacidad se permite determinarla de acuerdo con la Tabla 520-44(c)(3). La corriente de carga máxima en cualquier conductor no debe exceder de los valores de la Tabla 520-44(c)(3). Cuando se apliquen los Factores de ajuste de capacidad de la Tabla 520-44(c)(a) para más de tres conductores portadores de corriente en cordón o cable la diversidad de carga deberá ser de 50 por ciento o menos.

**Excepción:** Cuando se permite el uso de conductores alternos en la Sección 520-68 (a) (4), su ampacidad debe ser la indicada en las tablas correspondientes de esta NOM para los tipos de cables utilizados.

**c) Protección contra sobrecorriente.** La protección contra sobrecorriente de los conductores para portátiles debe cumplir con la sección 240-5.

**520-69. Adaptadores.** Los adaptadores, derivadores dobles, y otros dispositivos de salida de circuitos simples o múltiples deben cumplir con las condiciones (a), (b) y (c) siguientes:

a) **Sin reducción de valor nominal de corriente.** Cada contacto y su cable correspondiente deben tener los mismos valores de tensión y de corriente que la clavija de alimentación. No debe utilizarse en un circuito de escenario que tenga una capacidad mayor nominal de corriente.

b) **Conectores.** Todos los conectores deben alambrarse de acuerdo con lo indicado en 520-67.

c) **Tipo de conductor.** Los conductores para adaptadores y derivadores dobles deben ser cordones aprobados para uso rudo o extra rudo. El cordón de uso rudo debe limitarse a una longitud total no mayor que 2 metros.

#### **Parte F. Camerinos, vestidores áreas de maquillaje.**

**520-71. Portalámparas colgantes.** No deben instalarse portalámparas colgantes en los camerinos.

**520-72. Protección de las lámparas.** Toda lámpara expuesta en los camerinos o áreas de maquillaje y vestidores incluyendo cuartos que estén a menos de 2.50 metros del piso, debe equiparse con protectores abiertos, remachados a la cubierta de la caja de salida, o selladas o aseguradas de otra manera en su lugar. No se requiere que las lámparas empotrables estén equipadas con protectores.

**520-73. Interruptores requeridos.** Todas las luminarias, portalámparas y cualquier contacto adyacente a los espejos y sobre la mesa de los tocadores, instalados en los camerinos deben ser controlados por interruptores de pared instalados en el camerino y áreas de maquillaje. No se exige que las otras salidas instaladas en el camerino o áreas de maquillaje estén controladas por un interruptor.

**520.74 Lámparas piloto necesarias.** Cada interruptor requerido en 520-73 anterior, deberá estar provisto de una lámpara piloto situada fuera de y adyacente a la puerta de la habitación que está siendo controlada para indicar cuando esté energizado el circuito. Cada lámpara piloto deberá identificarse permanentemente indicando una descripción del circuito controlado. Las lámparas piloto pueden ser del tipo neón, LED u otra lámpara de larga duración. Estas lámparas piloto deben ser empotradas o debe adicionarse un protector mecánico.

#### **Parte G. Puesta a tierra**

**520-81. Puesta a tierra.** Todas las canalizaciones metálicas y las cubiertas metálicas de cables deben estar conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos. Los bastidores y envolventes metálicas de todos los equipos, incluyendo las lámparas de contorno y luminarias portátiles, deben estar conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

### **ARTÍCULO 522**

#### **SISTEMAS DE CONTROL PARA PARQUES PERMANENTES DE DIVERSIONES**

##### **Parte A. Generalidades**

**522-1 Alcance.** Este artículo trata de la instalación de fuentes de alimentación de circuitos de control y de los conductores de circuitos de control para equipos eléctricos, incluyendo el alambrado de control asociado, en todas las estructuras o sobre ellas, que son parte integral de una instalación de diversiones permanente.

##### **522-2 Definiciones.**

**Atracción de diversión permanente.** Aparatos de movimiento, aparatos de entretenimiento o combinación de ellos que se instalan de manera que la transferencia o reubicación no es práctica.

**Dispositivo de desplazamiento.** Dispositivo o combinación de dispositivos que llevan, transportan o dirigen a las personas sobre o a través de un trayecto restringido o fijo dentro de un área definida con el propósito principal de recreación o entretenimiento.

**Dispositivo de entretenimiento.** Dispositivo mecánico o electromecánico que proporciona una experiencia de entretenimiento.

**NOTA:** Estos dispositivos pueden incluir utilería animada, equipo para espectáculos de acción, figuras animadas y efectos especiales en coordinación con audio e iluminación para brindar una experiencia de entretenimiento.

**522-5 Limitaciones de tensión.** La tensión de control debe ser de 150 volts a tierra de corriente alterna como máximo, o de 300 volts a tierra, de corriente continua.

**522-7. Mantenimiento.** Las condiciones de mantenimiento y supervisión deben garantizar que sólo personas calificadas atenderán la atracción de diversión permanente.

##### **Parte B. Circuitos de control**

**522-10. Fuentes de alimentación para los circuitos de control.**

**a) Circuitos de control de potencia limitada.** Los circuitos de control de potencia limitada se deben alimentar de una fuente con salida nominal máxima de 30 volts y 1000 voltamperes.

**1) Transformadores de control.** Los transformadores utilizados para alimentar circuitos de control de potencia limitada deben cumplir las secciones aplicables de las Partes A y B del Artículo 450.

**2) Otras fuentes de alimentación a circuitos de control de potencia limitada.** Las fuentes de alimentación a circuitos de control de potencia limitada, diferentes de transformadores, deben estar protegidas por dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo del 167 por ciento del valor nominal en voltamperes de la fuente de alimentación dividida por la tensión nominal. Los fusibles de protección contra sobrecorriente no deben ser intercambiables con fusibles de protección contra sobrecorriente de mayor valor nominal. Se permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente sean una parte integral de la fuente de alimentación.

Con el fin de cumplir la limitación de 1000 voltamperes de 522-10(a), la salida máxima de las fuentes de alimentación, que no sean transformadores, se debe limitar a 2500 voltamperes, y el producto de la corriente máxima y la tensión máxima no debe exceder de 10 000 voltamperes. Estos valores se deben determinar derivando cualquier dispositivo de protección contra sobrecorriente.

**b) Circuitos de control de potencia no limitada.** Los circuitos de control de potencia no limitada no deben exceder de 300 volts. No se exigirá que la salida de la fuente de alimentación esté limitada.

**1) Transformadores de control.** Los transformadores utilizados para alimentar circuitos de control de potencia no limitada deben cumplir las secciones aplicables de las Partes A y B del Artículo 450.

**2) Otras fuentes de alimentación de control de potencia no limitada.** Las fuentes de alimentación de control de potencia no limitada, diferentes de transformadores, deben estar protegidas por dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo del 125 por ciento del valor nominal en voltamperes de la fuente de alimentación dividida por la tensión nominal. Los fusibles de protección contra sobrecorriente no deben ser intercambiables con fusibles de protección contra sobrecorriente de mayor valor nominal. Se permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente sean una parte integral de la fuente de alimentación.

**Parte C. Métodos de alambrado del circuito de control**

**522-20. Conductores, barras colectoras y anillos colectores.** Los conductores aislados del circuito de control deben ser de cobre y se permitirá que sean cableados o sólidos. Se permitirán ensambles de cables multiconductores.

**Excepción 1:** Se permitirá que las barras colectoras y los anillos colectores sean de materiales diferentes del cobre.

**Excepción 2:** Se permitirá que los conductores usados como dispositivos de propósito específico, tales como termopares y dispositivos térmicos de resistencia, sean de materiales diferentes del cobre.

**522-21. Dimensionamiento de los conductores.**

**a) Conductores dentro de un ensamble o componente aprobado.** Se permitirán conductores de tamaño  $0.051 \text{ mm}^2$  (30 AWG) o más grandes dentro de un componente aprobado o como parte del alambrado de un ensamble aprobado.

**b) Conductores dentro de una envolvente o una estación de operador.** Se permitirán conductores de tamaño  $0.051 \text{ mm}^2$  (30 AWG) o más grandes en un cable multiconductor y con cubierta dentro de una envolvente o una estación de operador. Los conductores en un cable multiconductor sin cubierta, tales como el cable de cinta, no deben ser de un tamaño inferior al  $0.131 \text{ mm}^2$  (26 AWG). Los conductores sencillos no deben ser de un tamaño inferior al  $0.212 \text{ mm}^2$  (24 AWG).

**Excepción:** Se permitirán conductores sencillos de tamaño  $0.051 \text{ mm}^2$  (30 AWG) o más grandes para alambres para puentes y aplicaciones de alambrado especial.

**c) Conductores fuera de una envolvente o una estación de operador.** El tamaño de los conductores en un cable multiconductor y con cubierta no debe ser inferior al  $0.131 \text{ mm}^2$  (26 AWG). Los conductores individuales no deben ser de un tamaño inferior al  $0.824 \text{ mm}^2$  (18 AWG) y se deben instalar únicamente cuando sean parte de un método de alambrado reconocido en el Capítulo 3.

**522-22. Ampacidad del conductor.** Los conductores de tamaño del 1.31 mm<sup>2</sup> (16 AWG) y más pequeños no deben exceder los valores de corriente permanente de la Tabla 522-22.

**522-23. Protección contra sobrecorriente para los conductores.** Los conductores de tamaño 30 AWG hasta el 1.31 mm<sup>2</sup> (16 AWG) deben tener protección contra sobrecorriente de acuerdo con la ampacidad apropiada del conductor en la Tabla 522-22. Los conductores con tamaño mayor que 1.31 mm<sup>2</sup> (16 AWG) deben tener protección contra sobrecorriente de acuerdo con la ampacidad adecuada del conductor en la Tabla 310-15(b)(16).

**522-24. Conductores de diferentes circuitos en el mismo cable, charola portacables, envolvente o canalización.** Se permitirá que los circuitos de control estén con otros circuitos como se especifica en (a) y (b) a continuación).

**Tabla 522-22.- Ampacidad del conductor basada en conductores de cobre con aislamiento para 60°C y 75°C en una temperatura ambiente de 30°C**

Tamaño del conductor (AWG)	Ampacidad	
	60 °C	75 °C
30	-	0.5
28	-	0.8
26	-	1
24	2	2
22	3	3
20	5	5
18	7	7
16	10	10

1. Para temperaturas ambiente diferentes de 30°C, se utilizan los factores de corrección de temperatura de la Tabla 310-15(b)(2)(a).

2. Los ajustes de la ampacidad para conductores con aislamiento para 90 °C o más se deben basar en las ampacidades en la columna de 75°C.

**a) Dos o más circuitos de control.** Se permitirá que los circuitos de control ocupen el mismo cable, charola portacables, envolvente o canalización sin considerar si los circuitos individuales son de corriente alterna o de corriente continua, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima de cualquier conductor en el cable, charola portacables, envolvente o canalización.

**b) Circuitos de control con circuitos de fuerza.** Se permitirá que los circuitos de control se instalen con los conductores de fuerza tal como se especifica en (1) a (3) siguientes:

**1) En un cable, envolvente o canalización.** Se permitirá que los circuitos de control y los circuitos de fuerza ocupen el mismo cable, envolvente o canalización únicamente cuando el equipo alimentado esté funcionalmente asociado.

**2) En centros de control ensamblados en fábrica o en campo.** Se permitirá que los circuitos de control y los circuitos de fuerza se instalen en centros de control ensamblados en fábrica o en campo.

**3) En un pozo de inspección.** Se permitirá que los circuitos de control y los circuitos de fuerza se instalen como conductores subterráneos en un pozo de inspección, de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

- (1) Los conductores del circuito de control o de fuerza estén en un cable con envolvente metálica o un cable tipo UF.
- (2) Los conductores estén separados permanentemente de los conductores de fuerza por un elemento no conductor continuo fijado firmemente, tal como tubería flexible, además del aislamiento del conductor.
- (3) Los conductores estén separados permanente y eficazmente de los conductores de fuerza y estén sostenidos fijamente a bastidores, aisladores u otros soportes aprobados.
- (4) En charolas portacables, cuando los conductores del circuito de control y los conductores de fuerza que no están funcionalmente asociados a ellos, estén separados por una barrera fija y sólida de un

material compatible con la charola portacables, o cuando los conductores del circuito de control o de fuerza están en un cable con envoltente metálica.

**522-25. Circuitos de control no puestos a tierra.** Se permitirá que los sistemas derivados separados de corriente alterna y sistemas de 50 volts o más y circuitos bifilares de corriente continua y sistemas de 60 volts o más, no sean aterrizados, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (1) Se exija la continuidad de la alimentación de control para una parada ordenada.
- (2) Se instalen detectores de tierra en el sistema de control.

**522-28. Circuitos de control en lugares mojados.** Cuando existe la probabilidad de que ocurran contactos en lugares mojados, los circuitos de control de corriente continua de 2 hilos no aterrizados se deben limitar a 30 volts máximo para corriente continua permanente o 12.4 volts pico para la corriente directa que es interrumpida dentro de un rango de 10 a 200 hertz.

## ARTÍCULO 525

### ATRACCIONES MÓVILES, CIRCOS, FERIAS Y EVENTOS SIMILARES

#### Parte A. Generalidades

**525-1. Alcance.** Este Artículo cubre la instalación de equipo y alambrado portátil para atracciones móviles, circos, ferias y eventos similares, incluyendo el alambrado en, o sobre, todas las estructuras.

#### 525-2. Definiciones.

**Estructuras portátiles.** Unidades diseñadas para ser movidas e incluyen, pero no se limitan a, juegos mecánicos, atracciones, puestos dentro de la feria, carpas, remolques, camiones y unidades similares.

**Operador.** Individuo responsable de arrancar, detener y controlar un juego mecánico o de supervisar un puesto dentro de la feria.

#### 525-3. Otros Artículos

**a) Alambrado y equipo portátil.** Cuando los requisitos de otros Artículos de esta NOM y el Artículo 525 difieran, los requisitos del Artículo 525 deben aplicarse al alambrado y al equipo portátil.

**b) Estructuras permanentes.** Los Artículos 518 y 520 deben aplicarse al alambrado de estructuras permanentes.

**c) Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio.** El Artículo 640 debe aplicarse al alambrado e instalación de equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio.

**d) Atracciones que utilizan piscinas, fuentes e instalaciones similares con volúmenes contenidos de agua.** Estos equipos se deben instalar cumpliendo los requisitos aplicables del Artículo 680.

#### 525-5. Libramientos de los conductores aéreos.

**a) Libramientos verticales.** Los conductores deben estar a una distancia vertical con respecto al suelo de acuerdo con 225-18. Estas distancias se deben aplicar solamente al alambrado instalado en el exterior de tiendas y puestos dentro de la feria.

#### b) Libramientos a las estructuras portátiles.

**1) De 600 volts o menos.** Las estructuras portátiles se deben mantener a no menos de 4.50 metros en cualquier dirección de los conductores aéreos que operan a 600 volts o menos, excepto los conductores que alimentan a la estructura portátil. Las estructuras portátiles que se incluyen en 525-3(d) deben cumplir con lo establecido en la Tabla 680-9(a).

**2) De más de 600 volts.** Las estructuras no se deben ubicar debajo ni a una distancia menor de 4.50 metros medida horizontalmente y que se extiende verticalmente desde el suelo, de los conductores que funcionan a más de 600 volts.

**525-6. Protección del equipo eléctrico.** El equipo eléctrico y los métodos de alambrado en o sobre las estructuras portátiles deben estar provistos con protección mecánica cuando estén expuestos a daño físico.

#### Parte B. Fuentes de alimentación

#### 525-10. Acometidas.

Las acometidas deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

**a) Protección.** El equipo de acometida no debe instalarse en un lugar que sea accesible a personas no calificadas, a menos que el equipo esté encerrado bajo llave.

**b) Montaje y ubicación.** El equipo de acometida debe montarse sobre un soporte sólido e instalarse de tal manera que esté protegido de la intemperie, a menos que su construcción sea a prueba de intemperie.

**525-11. Fuentes múltiples de alimentación.** Cuando varias acometidas o sistemas derivados separados, o ambos, alimenten estructuras portátiles, los conductores de puesta a tierra de equipos de todas las fuentes de alimentación que sirven a dichas estructuras, separados por menos de 3.70 metros se deben conectar unidos en las estructuras portátiles. El conductor de unión debe ser de cobre y estar dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122 con base en el dispositivo más grande de protección contra sobrecorriente que alimenta a las estructuras portátiles, pero no debe tener un tamaño inferior al 13.3 mm<sup>2</sup> (6 AWG).

### Parte C. Métodos de alambrado

#### 525-20. Métodos de alambrado

**a) Tipo.** Cuando se utilicen cables o cordones flexibles deben ser de tipo extra rudo. Cuando se utilicen cables o cordones flexibles y no estén expuestos a daño físico, se permite que sean aprobados para uso rudo. Cuando se utilicen en exteriores, los cordones y cables flexibles también deben estar aprobados para lugares mojados y deben ser resistentes a la luz solar. Se permitirá utilizar cordones o cables flexibles de uso extra rudo como alambrado permanente en juegos mecánicos y atracciones portátiles cuando no estén sometidos a daños físicos.

**b) Monoconductores.** Se permite el uso de cables monoconductores de tamaño nominal de 33.6 mm<sup>2</sup> (2 AWG) o mayor.

**c) Conductores abiertos.** Los conductores abiertos están prohibidos, excepto que formen parte de un ensamble aprobado o guirnalda de iluminación instalada de acuerdo con el Artículo 225.

**d) Empalmes.** Los cordones o cables flexibles deben ser continuos, sin empalmes o derivaciones, entre las cajas o accesorios.

**e) Conectores de cordón.** No se deben dejar los conectores de cables en el suelo, a menos que estén aprobados para lugares mojados. Los conectores y conexiones de cables no se deben colocar en pasos de tráfico del público, o dentro de áreas accesibles al público, a menos que estén protegidos.

**f) Soporte.** El alambrado de un juego mecánico, atracción, carpa o estructura similar no debe estar soportado por otro juego o estructura, a menos que esté diseñado específicamente para ese propósito.

**g) Protección.** Los cordones o cables, accesibles al público, se deben disponer de modo que se reduzca al mínimo el riesgo de tropiezo y se permitirá que estén cubiertos por tapetes no conductores, siempre que los tapetes no constituyan un mayor riesgo de tropiezo que los cables descubiertos. Se permitirá enterrar los cables. No se deben aplicar los requisitos de 300-5.

**h) Cajas y accesorios.** Debe instalarse una caja o accesorio en cada punto de conexión, de salida, de desconexión o de empalme.

#### 525-21. Juegos mecánicos, carpas y puesto dentro de la feria.

**a) Medios de desconexión.** Se debe tener un medio para desconectar cada estructura portátil de todos los conductores energizados. Los medios de desconexión deben estar ubicados a la vista desde la estación del operador y máximo a 1.80 metros de ella. Los medios de desconexión deben ser de fácil acceso para el operador, incluso cuando el juego mecánico está en funcionamiento. Cuando es accesible a personas no calificadas, el medio de desconexión debe ser del tipo de cierre con llave. Se permitirá como método de apertura del circuito un dispositivo de disparo en derivación que abra el desconectador con fusible o el interruptor automático cuando se cierre un interruptor ubicado en la consola del operador del juego mecánico.

**b) Alambrado portátil dentro de las carpas y puestos dentro de la feria.** El alambrado eléctrico para alumbrado colocado dentro de las carpas y puestos dentro de la feria, se debe instalar firmemente, y en donde esté expuesto al daño físico, debe contar con protección mecánica. Todas las lámparas para la iluminación general deben estar protegidas contra rotura accidental, mediante una luminaria adecuada o un portalámparas con protector.

**525-22. Cajas portátiles de distribución o cajas de terminales.** Las cajas de distribución portátiles o cajas terminales deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes:

**a) Construcción.** Las cajas deben estar diseñadas de modo que ninguna parte energizada quede expuesta excepto cuando sea necesario para revisión, supervisión, ajuste o mantenimiento por personas calificadas. Cuando se hagan las instalaciones en exteriores, las cajas deben ser a prueba de intemperie y estar montadas de forma que el fondo de la envolvente no se encuentre a menos de 15 centímetros del piso.

**b) Barras colectoras y terminales.** Las barras colectoras deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador que alimenta la caja. Cuando los conductores terminen directamente en la barra colectora se deben instalar conectores para barras colectoras.

**c) Contactos y protección contra sobrecorriente.** Los contactos deben tener una protección contra sobrecorriente instalada dentro de la caja. La protección contra sobrecorriente no debe exceder la capacidad de conducción de corriente del contacto, a excepción de lo permitido por el Artículo 430 para cargas de motores.

**d) Conectores monopolares.** Cuando se utilicen conectores monopolares, deben cumplir con lo indicado en 530-22.

#### **525-23. Protección mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra.**

**a) Cuando se exige protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra.** La protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra para el personal se debe proporcionar en los casos siguientes:

- (1) Todos los contactos que no sean del tipo de seguridad, de 120 volts, 1 fase, de 15 y 20 amperes usados para el ensamble y desensamble o que sean de fácil acceso para el público general.
- (2) El equipo de fácil acceso para el público general y alimentado por un circuito derivado de 120 volts, 1 fase y de 15 o 20 amperes.

Se permitirá que el interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI) sea una parte integral de la clavija de conexión o esté localizado en el cordón de alimentación, a una distancia no mayor de 30 centímetros de la clavija de conexión. Se permitirán juegos de cordones que incorporen protección del personal mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra.

**b) Cuando no se exige protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra (GFCI).** Los contactos que no son accesibles desde el nivel del piso y que solamente faciliten la desconexión y reconexión rápidas del equipo eléctrico no se exigirá que tengan protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra. Estos contactos deben ser del tipo de seguridad.

**c) Cuando no se permite protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra (GFCI).** La iluminación de las salidas de la feria no debe estar protegida con interruptores de circuito contra fallas a tierra.

**d) Contactos alimentados con cordones o cables flexibles.** Cuando la protección de interruptores de circuito contra fallas a tierra se proporciona por medio de contactos que integran esta protección y los conductores de los circuitos derivados son cordones o cables flexibles, dicha protección contra fallas a tierra debe ser aprobada, etiquetada e identificada para el uso portátil.

#### **Parte D. Puesta a tierra y unión**

**525-30. Unión de los equipos.** Se deben unir todos los siguientes equipos que estén conectados a la misma fuente de alimentación:

- (1) Canalizaciones metálicas y cables con cubierta metálica.
- (2) Envoltentes metálicas de equipo eléctrico.
- (3) Estructuras metálicas y partes metálicas de las estructuras portátiles, remolques, camiones y tracto camiones, u otro equipo que contenga o sirva de apoyo a equipo eléctrico.

Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos del circuito que alimenta a los equipos de los numerales (1), (2) o (3), que probablemente energicen la parte o armazón metálicos, sirva como el medio de unión.

**525-31. Puesta a tierra de los equipos.** Todo equipo que requiera estar puesto a tierra debe ser conectado a un conductor de puesta a tierra, de tipo y tamaño reconocido en 250-118 e instalado de acuerdo con las Partes F y G del Artículo 250. El conductor de puesta a tierra de equipo debe estar unido al conductor puesto a tierra del sistema, en los medios de desconexión de la acometida, o en el caso de un sistema derivado separado tal como un generador, en el mismo generador o en el primer medio de desconexión principal alimentado por el generador. El conductor puesto a tierra del circuito no debe estar conectado al conductor de puesta a tierra de equipo en el lado carga de los medios de desconexión de la acometida o en el lado carga de los medios de desconexión del sistema derivado separado.

**525-32. Aseguramiento de la continuidad del conductor de puesta a tierra del equipo.** La continuidad del sistema del conductor de puesta a tierra de equipos se debe verificar cada vez que se conecte el equipo eléctrico portátil.

## ARTÍCULO 530

### ESTUDIOS DE CINE, TELEVISIÓN Y LUGARES SIMILARES

#### Parte A. Generalidades

**530-1. Alcance.** Los requisitos de este Artículo se aplican a estudios de cine y televisión que utilicen ya sea cámaras de película o electrónicas, a excepción de lo indicado en 520-1, y estaciones de cambio, fábricas, laboratorios, escenarios o partes de un edificio donde se exponen, revelen, impriman, corten, editen, reparen o almacenen películas o cintas de más de 22 milímetros de ancho.

**NOTA:** Para información adicional sobre los métodos de protección contra los riesgos que suponen las películas de nitrato de celulosa, véase el apéndice B.

#### 530-2. Definiciones

**Araña (bloque de empalme de cables).** Dispositivo que contiene barras colectoras que están aisladas una de otra, con el propósito de empalmar o distribuir energía a cables portátiles y cordones que tienen terminales con conectores monopolares para barras colectoras.

**Caja de conexiones mediante clavijas.** Un dispositivo de corriente continua que consiste en uno o más contactos de 2 polos, 2 hilos, con contactos no polarizados ni puestos a tierra, diseñados para usarse en circuitos de corriente continua exclusivamente.

**Caja de distribución de alimentación de corriente alterna (caja de conexiones mediante clavijas en corriente alterna, caja de distribución):** Caja o centro de distribución de corriente alterna que contiene uno o más contactos polarizados y con polo a tierra y puede contener dispositivos de protección contra sobrecorriente.

**Conector separable de 1 polo.** Un dispositivo que es instalado al final de cables portátiles, flexibles y monoconductores que es utilizado para establecer la conexión o desconexión entre dos cables o un cable y un conector separable, de 1 polo y montado en tablero.

**Efectos de escenario (efectos especiales).** Una pieza eléctrica o electromecánica de equipo utilizada para simular un efecto visual o auditivo, tales como máquinas de viento, simuladores de rayos o destellos, proyectores de puesta de sol y similares.

**Equipo portátil.** Equipo diseñado para poder moverse de un lugar a otro.

**Escenario (set).** Un área específica constituida de escenografía temporal y utilería, diseñada y arreglada para una escena particular en una producción cinematográfica o de televisión.

**Estudio de cine (set).** Un edificio o grupo de edificios y otras estructuras diseñadas, construidas o permanentemente modificadas para ser utilizadas por la industria del entretenimiento con el propósito de producir películas o programas de televisión.

**Estudio de televisión o escenario cinematográfico (Estudio de sonido).** Edificio o parte de un edificio usualmente aislado del ruido exterior y de la luz natural, utilizado por la industria del entretenimiento con el propósito de producir películas, programas de televisión o comerciales.

**Interruptor de seguridad.** Un interruptor de seguridad montado en pared y que se puede operar externamente, el cual puede o no contener protección contra sobrecorriente, y que está diseñado para la conexión de cables y cordones portátiles.

**Locación.** Un lugar fuera del estudio de cine, donde se filma o se graba una parte de una producción (película).

**Pedestal para lámpara (luz de trabajo).** Un pedestal portátil que contiene una luminaria de propósito general o una portalámpara con guarda, con el propósito de proporcionar iluminación general en el estudio o escenario.

**Tablero de exteriores.** Equipo portátil que contiene uno o más contactores con protección contra sobrecorriente, diseñado para el control remoto del alumbrado del escenario.

**Utilería de escenario.** Artículo u objeto utilizado como un elemento visual en una producción de cine o televisión, a excepción de escenografías pintadas y vestuario.

**530-6. Equipo portátil.** Se permite utilizar provisionalmente, en exteriores, un escenario portátil y equipo de alumbrado de estudio y el equipo portátil de distribución de energía eléctrica, si el equipo provisto es supervisado por personal calificado mientras está energizado y que esté separado del público en general mediante barreras.

#### **Parte B. Escenario (set)**

**530-11. Alambrado permanente.** El alambrado permanente debe ser con cables de los tipos MC o AC que tengan un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122, cable del tipo MI o en canalizaciones aprobadas.

**Excepción:** Se permite que los circuitos de comunicación; circuitos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio; circuitos de control remoto o de señalización Clase 1, Clase 2 y Clase 3, y circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada, sean alambrados de acuerdo con lo indicado en los Artículos 640, 725, 760 y 800.

#### **530-12. Alambrado portátil.**

**a) Alambrado para el escenario.** El alambrado para la iluminación del escenario, y otros alambrados de suministro, no fijos a las locaciones, debe estar hecho con cables y cordones flexibles de uso rudo aprobados. Cuando esté expuesto a daño físico, este alambrado debe ser con cordones y cables flexibles para uso extra rudo aprobados. Se permiten empalmes y derivaciones si la carga total conectada no excede la ampacidad máxima del cable o cordón.

**b) Efectos de escenario y equipo eléctrico utilizado como utilería del escenario.** Se permite que el alambrado para los efectos de escenario y equipo eléctrico utilizado como utilería del escenario, sea hecho con cordones o cables flexibles monoconductores o multiconductores aprobados, si los conductores están protegidos contra daño físico y asegurados al escenario mediante amarres de cables o grapas aisladas. Se permiten empalmes o derivaciones cuando estén hechos con dispositivos aprobados y los circuitos estén protegidos a no más de 20 amperes.

**c) Otros equipos eléctricos.** Se permiten los cordones y cables diferentes de los de uso extra rudo, cuando se suministran como una parte de un conjunto aprobado.

**530-13. Control del alumbrado y de los efectos del escenario.** Los interruptores utilizados para el alumbrado del escenario y efectos en el escenario (en el escenario y en locaciones) deben ser operables desde el exterior. Cuando se utilicen contactores como medio de desconexión para fusibles, debe instalarse un interruptor individual operable desde el exterior, con valor nominal adecuado, para el control de cada contactor y debe estar ubicado a una distancia no mayor que 1.80 metros de dicho contactor, además de los interruptores de control remoto. Se permite utilizar un solo interruptor operable desde el exterior para desconectar simultáneamente todos los contactores en cualquier tablero de exteriores, cuando se localice a una distancia no mayor que 1.80 metros de dicho tablero.

(Continúa en la Séptima Sección)