

CAPÍTULO 3

APLICACIÓN DE LA NOM-001-SEDE-2005

3.1 DEFINICIONES.

Nota: *A partir de este Capítulo, y en adelante, utilizaremos las siglas BCI's para nombrar a la Bomba Contra Incendios.*

La NOM-001-SEDE-2005 define los términos clave relativos a las bombas contra incendios, tomadas del artículo 100, a menos que se indique algo diferente.

Acometida: Conductores de acometida que conecta la red del suministrador al alambrado del inmueble a servir.

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

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

Aprobado: Aceptado para su utilización.

Automático: Auto-actuante, que opera por su propio mecanismo cuando se le acciona por medio de una influencia impersonal, por ejemplo un cambio de intensidad de corriente eléctrica, presión temperatura o configuración mecánica.

Autoridad competente: Secretaria de Energía, Dirección General de Instalaciones Eléctricas y Recursos Nucleares, conforme con sus atribuciones.

Interruptor de transferencia: dispositivo automático o no automático para transferir las conexiones de uno o más conductores de carga de una fuente de alimentación a otra.

Sistema de emergencia: Los sistemas de emergencia son aquellos requeridos por la Ley y clasificados como emergentes por reglamentaciones, decretos o legislaciones federales o municipales vigentes. Estos sistemas son utilizados para suministrar automáticamente iluminación o energía, o ambos, áreas y equipos en caso de falla del suministro normal de energía eléctrica, o en caso de accidente en los componentes de un sistema destinado para suministrar, distribuir y controlar la energía y alumbrado esenciales para la seguridad de la vida humana.

“Los sistemas de emergencia son generalmente instalados en lugares de reunión donde la iluminación artificial es necesaria para asegurar la salida o para controlar el pánico en edificios de concentración de personas, tales como hoteles, teatros, canchas deportivas, centros comerciales, áreas de atención a la salud o lugares similares.

Los sistemas de emergencia también pueden suministrar energía para funciones como ventilación cuando sea esencial para la seguridad de la vida humana, sistemas de alarmas y detección de incendios, elevadores bombas para equipo contra incendio, sistemas de comunicación de seguridad pública, procesos industriales, donde la interrupción de la corriente podría producir serios peligros para la seguridad de la vida humana o riesgos para la salud, y otras funciones similares”.

“La clave de la definición de “sistemas de emergencia” es la clasificación de las cargas que realice la ACJ. Así, algunas cargas se pueden clasificar en forma diferente por diferentes autoridades, y la clasificación puede depender de los códigos u ordenanzas adoptados y cuyo cumplimiento se exija”.

Fuente: NOM-001-SEDE-2005 Inst. Eléct. Artículo 700

Sistemas de emergencia exigidos por la ley: Los sistemas de reserva legalmente requeridos son aquellos sistemas exigidos y clasificados por leyes municipales, estatales, departamentales o nacionales o por otras regulaciones o por otro organismo gubernamental competente. Estos sistemas tienen por objeto suministrar automáticamente energía de alimentación a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como de emergencia), en el caso de falla de la fuente del suministro normal.

“Los sistemas de reserva legalmente requeridos, son aquellos que se instalan normalmente para servir cargas tales como: sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones, sistemas de ventilación y extracción de humo, sistemas de drenaje, sistemas de alumbrado y procesos industriales que, en el caso de falla del suministro normal de energía eléctrica, pueden ocasionar riesgos o dificultar las operaciones de extinción de incendios y de rescate”.

“Algunos de los ejemplos dados como cargas de reserva exigidas legalmente se pueden considerar como cargas del sistema de emergencia por algunas autoridades o en algunas situaciones. Las bombas contra incendio son un buen ejemplo; la NOM no exige una fuente de alimentación alternativa para las bombas contra incendios, sin embargo, algunas jurisdicciones pueden considerar la bomba contra incendios como una carga de emergencia o una carga de reserva exigida legalmente si la fuente de alimentación normal no se considera suficientemente confiable”.

Fuente: NOM-001-SEDE-2005 Inst. Eléct. Artículo 701

Sistemas de reserva opcionales: Los sistemas de reserva opcionales tienen por finalidad proteger las instalaciones o propiedades públicas o privadas cuando la seguridad de la vida humana no depende del funcionamiento del sistema. Los sistemas de reserva opcionales tienen por finalidad suministrar energía eléctrica generada en sitio a determinadas cargas, de modo automático o manual.

“Los sistemas de reserva opcionales se instalan típicamente para proporcionar una fuente de energía eléctrica alternativa para instalaciones tales como edificaciones comerciales e industriales, edificaciones agrícolas y residencias, y para alimentar cargas tales como los sistemas de calefacción y refrigeración sistemas de comunicaciones y procesamiento de datos, y procesos industriales que cuando se detienen durante un corte de energía pueden causar molestia, interrupción grave de un proceso, daño a un producto o proceso, o similares”.

“Los sistemas de reserva opcionales son, como su nombre lo indica, estrictamente opcionales y pueden estar conectados por medios automáticos o manuales. Los sistemas de reserva opcionales que no son alimentados por una fuente de alimentación de reserva instalada permanentemente no se incluyen en el artículo 702. Así, un sistema alimentado por un generador portátil no se incluye en el artículo 702. Sin embargo, el generador puede estar cubierto como un sistema derivado independientemente y se pueden aplicar los artículos 250 y 445”.

Fuente: NOM-001-SEDE-2005 Inst. Eléct. Artículo 702

3.2 EL ARTÍCULO 695 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

El artículo 695 de la NOM-001-SEDE-2005 establece los requisitos que debe cumplir la instalación eléctrica de las bombas contra incendios para estar conforme a la ley vigente aplicada en el país, y es por ello necesario el conocimiento y aplicación correcta de dicho artículo.

En este capítulo se tratarán los puntos importantes del artículo 695 de la NOM-001-SEDE-2005. Se verán aquellas partes que por su importancia no pueden dejar de ser mencionadas, o bien que debido a su complejidad merezcan atención especial. Aquellas partes que sean reglas concisas o que por su claridad no requieran interpretación alguna, serán omitidas de este capítulo, pero podrán verse en el APÉNDICE de este documento.

Análisis de artículo 695.

General.

El artículo 695 de la NOM-001-SEDE-2005 cubre la instalación de las fuentes de energía de suministro y circuitos de conexión para las bombas y el equipo de interrupción y control de los motores de las bombas. No se cubre la bomba de cebado.

Fuentes de alimentación y medios de desconexión.

La corriente eléctrica debe llegar a los motores eléctricos de las BCI's a través de una conexión situada en el punto anterior al medio de desconexión de la acometida (sección 695-3 b) de la NOM-001-SEDE-2005), por una acometida independiente (Excepción 1 de 230-2 de la NOM-001-SEDE-2005) y/o generadores internos (sección 695-3 a) 2) de la NOM-001-SEDE-2005). Ver figuras 3.2-1, 3.2-2 y 3.2-3.

La norma permite hasta seis desconectadores de acometida (sección 230-71 a) de la NOM-001-SEDE-2005), y en caso de que uno de ellos sea para la BCI's, debe haber una separación suficiente con el resto de los medios de desconexión de la acometida, para reducir al mínimo la posibilidad de corte simultáneo de energía. Sección 230-72 b) de la NOM-001-SEDE-2005.

Cuando se conecte la(s) BCI's en el lado del suministro de los medios de desconexión de la acometida, la conexión no debe estar situada en el mismo compartimento en el que este instalado el medio de desconexión. Sección 695-3 b) de la NOM-001-SEDE-2005.

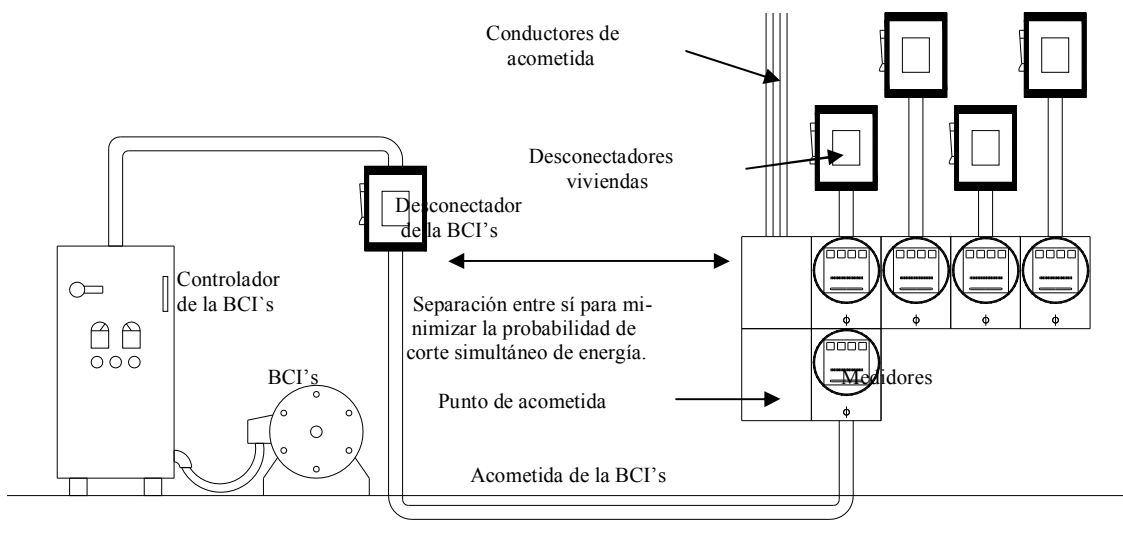


Figura 3.2-1 Conexión común a la acometida de la empresa de energía eléctrica.

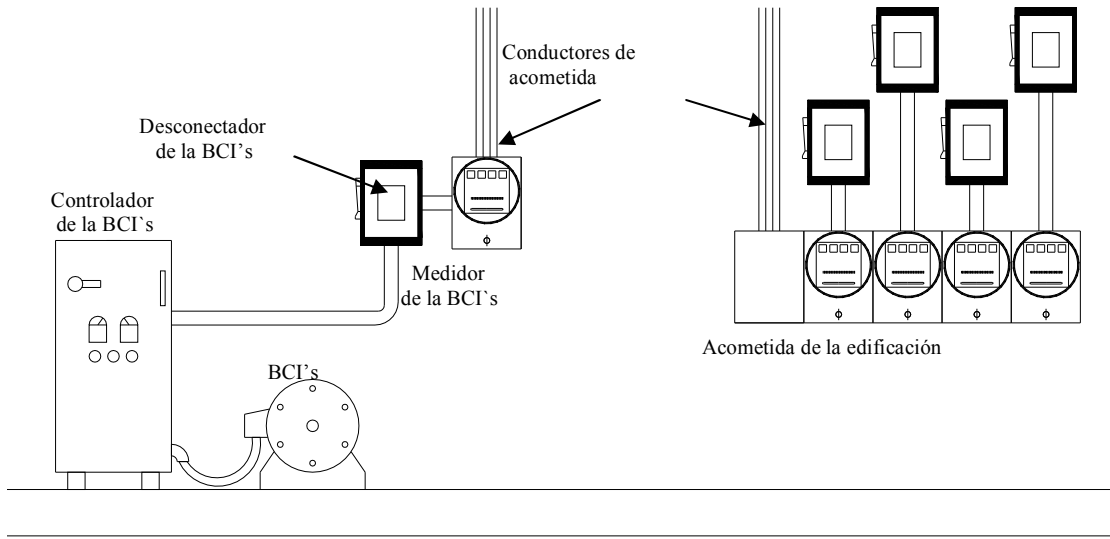


Figura 3.2-2 *Conexión independiente a la acometida de la empresa de energía eléctrica.*

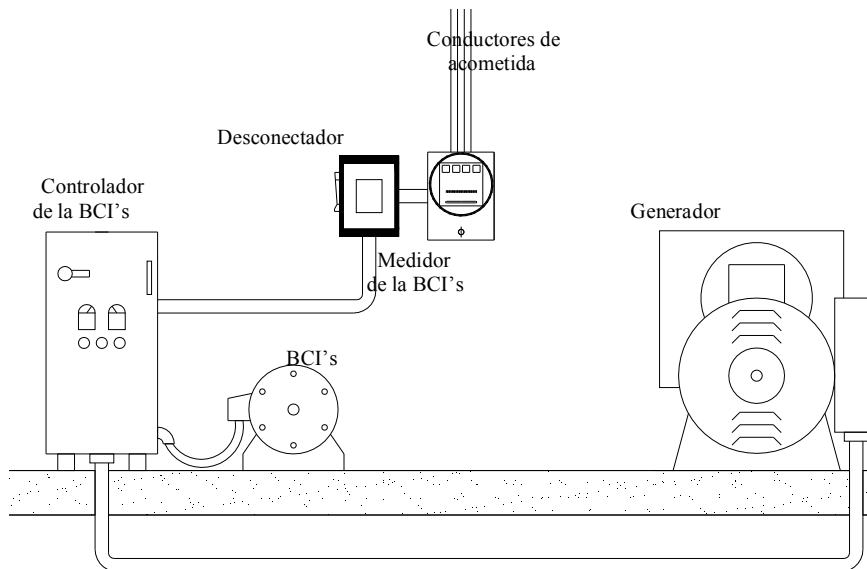


Figura 3.2-3 *Combinación de generador y suministro de la empresa de energía eléctrica*

Se permite conectar la BCI's en el lado del suministro de los medios de desconexión de la acometida, tratando a los conductores como conductores de acometida. Esta conexión no debe estar situada en el mismo compartimento en el que este instalado el medio de desconexión. Entre la fuente de suministro eléctrico y el controlador de la BCI's, se permite instalar un medio de desconexión y uno o más dispositivos de protección contra sobrecorriente, los cuales deben soportar indefinidamente la suma de las corrientes

eléctricas a rotor bloqueado de todos los motores de la BCI's y de las bombas auxiliares, más la corriente eléctrica a plena carga de todos los accesorios eléctricos de las bombas (Excepción 1 de 695-3 c) de la NOM-001-SEDE-2005).

Cuando no sea posible disponer de una fuente de suministro eléctrico confiable, se puede tener una combinación de fuentes de suministro, conectadas de modo que un incendio en una de ellas no impida que funcionen las demás (ver figura 3.2-4). Cuando se utilice generación en el inmueble, el medio de desconexión y los dispositivos de sobrecorriente de los conductores de suministro se deben elegir o programar para que permitan la transferencia instantánea. Sección 695-4 de la NOM-001-SEDE-2005.

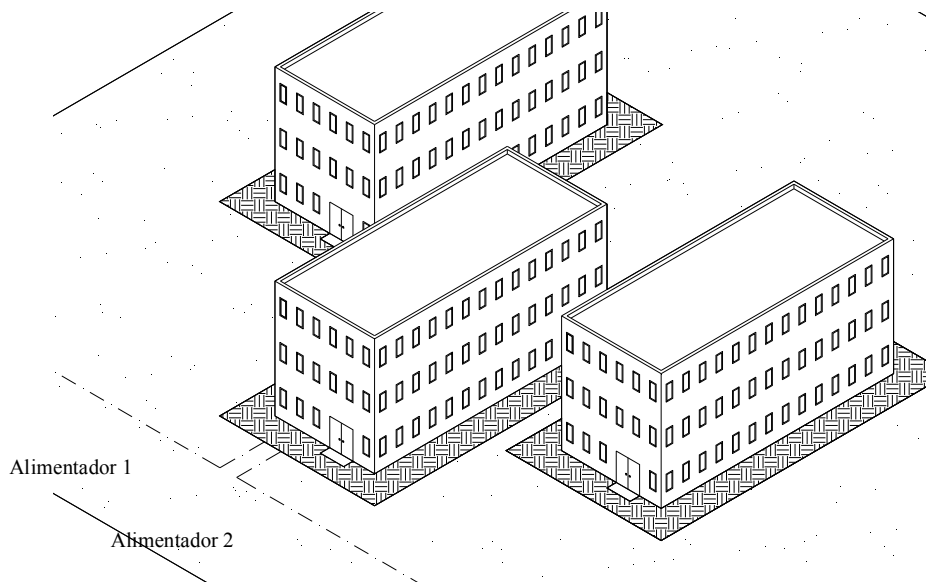


Figura 3.2-4 Fuente de alimentación permitida para la BCI's

Transformadores.

Cuando la tensión eléctrica de suministro sea distinta a la del motor de la bomba, se debe instalar un transformador con capacidad nominal mínima del 125% de la suma de las corrientes eléctricas a plena carga de todos los motores de las BCI's y de las bombas auxiliares, más la corriente eléctrica a plena carga de todos los demás accesorios de las bombas. Sección 695-5 a) de la NOM-001-SEDE-2005.

No se permite instalar protección contra sobrecorriente en el secundario del transformador (ver figura 3.2-5); para el lado primario se permite seleccionar o programar el dispositivo de protección contra sobrecorriente al 600% de la corriente eléctrica nominal a plena carga del transformador. Sección 695-5 b) de la NOM-001-SEDE-2005.

Motores.

Los motores eléctricos de las BCI deben ser de diseño B y para las corrientes a rotor bloqueado de los motores de 3.75 kW (5 CP) se debe tomar la letra código J de la NOM-001-SEDE-2005, para 5.6 kW y 7.5 kW (7.5 CP y 10 CP) la letra código H y para 11.2 kW (15 CP) y mayores, la letra código G, ver las tablas 430-7 b) y 430-151 b) en el Apéndice para referencias.

Conductores.

Los conductores de suministro deben instalarse por la parte exterior de las construcciones y tratarse como conductores de acometida, y en caso de no poderse, se permite instalarlos por dentro, siempre que estén enterrados o encerrados bajo concreto de un espesor mínimo de 50 mm (sección 695-8 a) de la NOM-001-SEDE-2005). También se permite que pasen a través del edificio si están conectados a sistemas de protección aprobados con clasificación a prueba de flama de una hora como mínimo (Excepción 1 de 695-8 a) de la NOM-001-SEDE-2005). Como los conductores de suministro deben ser tratados como conductores de acometida, por el artículo 230-23 b) de la NOM-001-SEDE-2005, el tamaño mínimo a utilizar es de 8 AWG si son de cobre o de 6 AWG si son de aluminio.

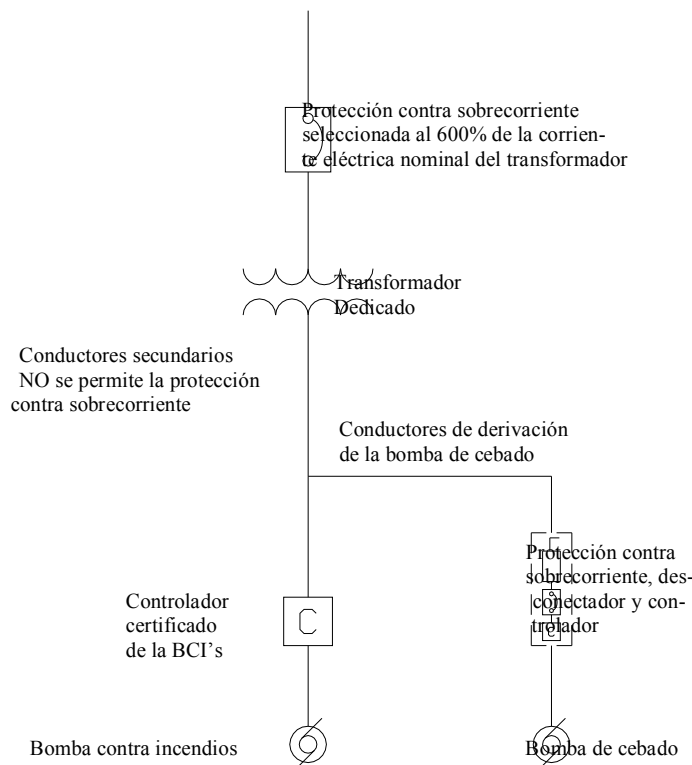


Figura 3.2-5 Diagrama de conexión de la BCI's usando un transformador.

Protección.

En la parte de Fuentes de alimentación se menciona lo referente a los desconectores y los dispositivos de sobrecorriente. Además de estos dispositivos existen dos sistemas de protección que deben tratarse para las BCI's: la protección contra falla a tierra y la protección contra sobrecarga.

No se debe proveer protección contra fallas a tierra a las BCI's en las acometidas de sistemas en estrella (Excepción 2 de 230-95 de la NOM-001-SEDE-2005). Las protecciones contra falla a tierra no se deben colocar en los equipos que deban tener alimentación eléctrica continua pues crean el riesgo de apertura de circuito.

No se permite la protección de los conductores contra sobrecarga (sección 240-3 a) de la NOM-001-SEDE-2005). Los dispositivos de sobrecarga protegen a los motores contra el calentamiento excesivo debido a sobrecargas y fallas en el arranque.

Una sobrecarga origina una sobrecorriente que, si persiste por un tiempo prolongado, puede dañar o calentar peligrosamente el aparato. Esto no incluye a los cortocircuitos ni las fallas a tierra. Las BCI's no deberán tener relevadores de sobrecarga.

Circuitos de control.

Circuito de control de motor: es el circuito que transporta las señales eléctricas que gobiernan el funcionamiento del controlador, pero no transporta la corriente eléctrica del circuito principal de energía. *Definición tomada de artículo 430-71 de la NOM-001-SEDE-2005.*

Los conductores del circuito de control se deben proteger solamente por la protección del circuito derivado del motor, puesto que la apertura del circuito de control puede crear un riesgo. Cuando se provea un transformador en el circuito de control, la protección contra sobrecorriente se omite. Sección 695-9 a) de la NOM-001-SEDE-2005.

Los conductores entre las baterías y el motor no se protegen. Excepción de 695-8 c) de la NOM-001-SEDE-2005.

Cuando se ponga en marcha los motores, la tensión eléctrica de las terminales de la red en el control no debe caer más del 15% por debajo de su valor normal.

Cuando el motor funcione a 115% de su corriente eléctrica a plena carga, la tensión eléctrica en las terminales del motor no debe caer más del 5% de la tensión eléctrica nominal del motor. Sección 695-8 e) de la NOM-001-SEDE-2005.

Calibre del alimentador de la BCI's según el artículo 430-6 de la NOM-001-SEDE-2005.

El tamaño nominal de los conductores para la alimentación de motores debe seleccionarse de las tablas 310-16 a 310-19. Cuando la corriente eléctrica nominal del motor es tomada como base para determinar la capacidad de conducción de corriente de conductores, los valores indicados en las tablas 430-147, 430-148 y 430-150, deben ser usadas en lugar de las indicadas en la placa de especificaciones del motor. Cuando la capacidad del motor está indicada en amperes o en CP, este valor debe ser el correspondiente a los valores indicados en las tablas 430-147, 430-148 y 430-150, interpolando valores en caso de ser necesario.

3.3 EL REGLAMENTO GENERAL DE CONSTRUCCIONES DEL DISTRITO FEDERAL 2004.

La normativa vigente para las construcciones en la localidad, es el “Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal de 2004”, el cual cubre los requerimientos para la elaboración del proyecto eléctrico de una instalación, por tanto solo hay que hacer las modificaciones correspondientes que apliquen para las BCI's. Los artículos que se tiene que tomar en cuenta para la elaboración del proyecto eléctrico del sistema de bombeo contra incendios se citan a continuación:

ARTÍCULO 129.- Los proyectos deben contener, como mínimo en su parte de instalaciones eléctricas, lo siguiente:

- I. Planos de planta y elevación, en su caso.*
- II. Diagrama unifilar.*
- III. Cuadro de distribución de cargas por circuito.*
- IV. Croquis de localización del predio en relación a las calles más cercanas.*
- V. Especificación de materiales y equipo por utilizar.*
- VI. Memorias técnica descriptiva y de cálculo, conforme a las Normas y Normas Oficiales Mexicanas.*

ARTÍCULO 130.- Las instalaciones eléctricas de las edificaciones deben ajustarse a las disposiciones establecidas en las Normas y las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas.

Normas técnicas complementarias.

El Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal tiene una serie de complementos para el caso de instalaciones especiales en las obras civiles. Para el caso de

las bombas contra incendios las Normas Técnicas Complementarias citan los requerimientos de estas instalaciones:

- I. *Dos bombas automáticas autocebantes cuando menos, una eléctrica y otra con motor de combustión interna, con succiones independientes para surtir a la red con una presión constante entre 2.5 y 4.2 kg/cm² en el punto más desfavorable;*

Es importante tener en cuenta este requerimiento para cumplir con la normativa del país; el cálculo para la obtención de la presión en el punto más desfavorable de la red debe ser calculado por el especialista correspondiente, para las necesidades de la instalación eléctrica será suficiente con tener la potencia de la(s) bomba(s).

3.4 MATERIALES.

En los últimos años, se ha dado un proceso de cambio en las prestaciones solicitadas a los cables eléctricos de baja y media tensión para las obras o instalaciones que, por sus características y usos requieren un alto grado de seguridad en caso de incendio.

Este proceso tiene su inicio al constatarse tras diversas investigaciones realizadas, que un elevado número de los accidentes mortales que se producen durante un incendio tienen sus causas en los productos habitualmente utilizados.

Actualmente la exigencia de cables alta seguridad de características especiales ante el fuego y los efectos de la combustión, ya está recogida por diversos sectores que, por las condiciones particulares de instalación y trabajo.

Con lo anterior surge la incorporación de cables de Alta Seguridad los llamados cables “libres de halógenos” cuya principal característica es la ausencia de gas halógeno (HCL) en los gases emanados.

Tipos de Cables de Alta Seguridad libres de halógenos.

- ***Cables resistentes al fuego:*** Son aquellos cables que mantienen el servicio durante y después de un fuego prolongado, a pesar de que durante el fuego se destruyan los materiales orgánicos del cable en la zona afectada.
- ***Cables no propagadores del incendio:*** Son aquellos cables que no propagan el fuego a lo largo de la instalación, incluso cuando ésta consta de un gran número de cables, ya que se autoextinguen cuando la llama que les afecta se retira o apaga.

En caso de incendio ambos tipos de cable tienen una emisión de gases opacos y de gases halógenos y corrosivos muy reducida.



Cable convencional. No supera el ensayo de no propagación del incendio, todo el cable resulta dañado.



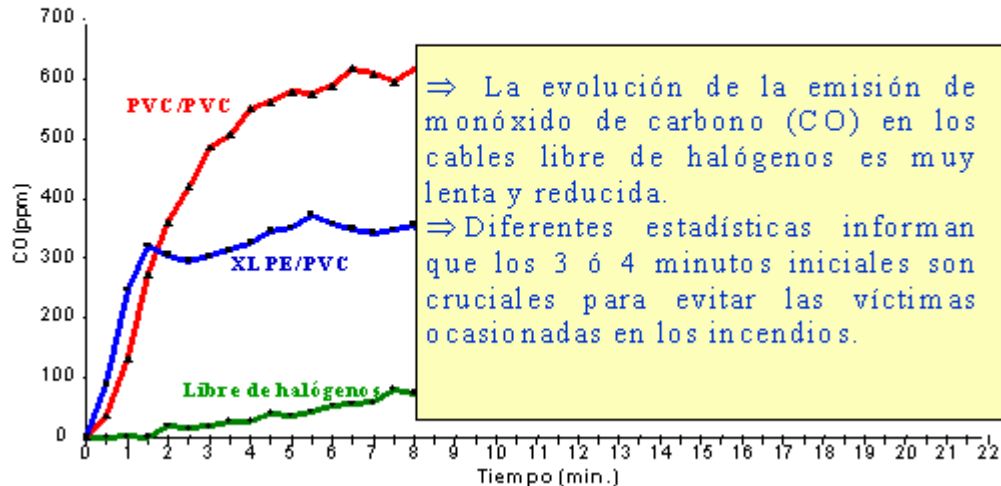
Cable libre de halógenos Supera el ensayo de no propagación del incendio, sólo una mínima parte del cable resulta dañada

Emisión de gases tóxicos y corrosivos en caso de incendio :

Cable convencional:	Genera una gran cantidad de humos con un alto contenido de monóxido y dióxido de carbono y de ácido clorhídrico (30 % aprox.).
Cable libre de halógenos:	Genera en su combustión una cantidad mínima de monóxido y dióxido de carbono y de ácido clorhídrico (inferior al 0,5 %).

Esta característica permite limitar la contribución de los cables a los humos generados en un incendio, reduciendo por lo tanto los riesgos por inhalación de gases que han demostrado ser la principal causa de mortalidad en los incendios.

Evolución de CO



En definitiva, la utilización de los **Cables de Alta Seguridad Libres de Halógenos** mejora de manera muy significativa la seguridad de los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas. Sin que deba considerarse su utilización como sustitutivo de ninguna de las demás acciones actualmente exigibles, como: cortafuegos, detectores de incendios, etc., sino como un complemento a las mismas.

Al igual que los conductores, es recomendable la utilización tuberías de Acero o PVC de alta seguridad para brindar protección en el transporte de los conductores.

En el caso de la tubería y canalización de Acero simplemente se deben escoger de acuerdo al diseño y versatilidad del diseño de la instalación eléctrica, ya que en términos de precio y flexibilidad de maniobra representan estándares más elevados, sin embargo su eficacia proporciona una mayor inversión y seguridad a largo plazo.

Para el caso de la tubería y canalización de PVC, es más accesible y rápida de instalar, ya que la resina que resulta de esta polimerización es la más versátil de la familia de los plásticos; pues además de ser termoplástica, a partir de ella se pueden obtener productos rígidos y flexibles. Además es muy resistente a ambientes agresivos, buenas propiedades eléctricas y de aislamiento y a temperaturas elevadas, sin embargo en este punto se debe abundar en cuanto a las especificaciones ya que no todos los derivados de PVC son capaces de soportar temperaturas drásticas que puedan fundirlo fácilmente.

Una correcta fusión entre conductores de alta seguridad y una tubería de PVC puede brindar una unión eficiente, económica y confiable al presentarse cualquier falla en la

instalación incluso en presencia de fuego, logrando así prolongar el servicio de los equipos y así tener una solución total en el menor tiempo posible.



Conductores de Alta Seguridad

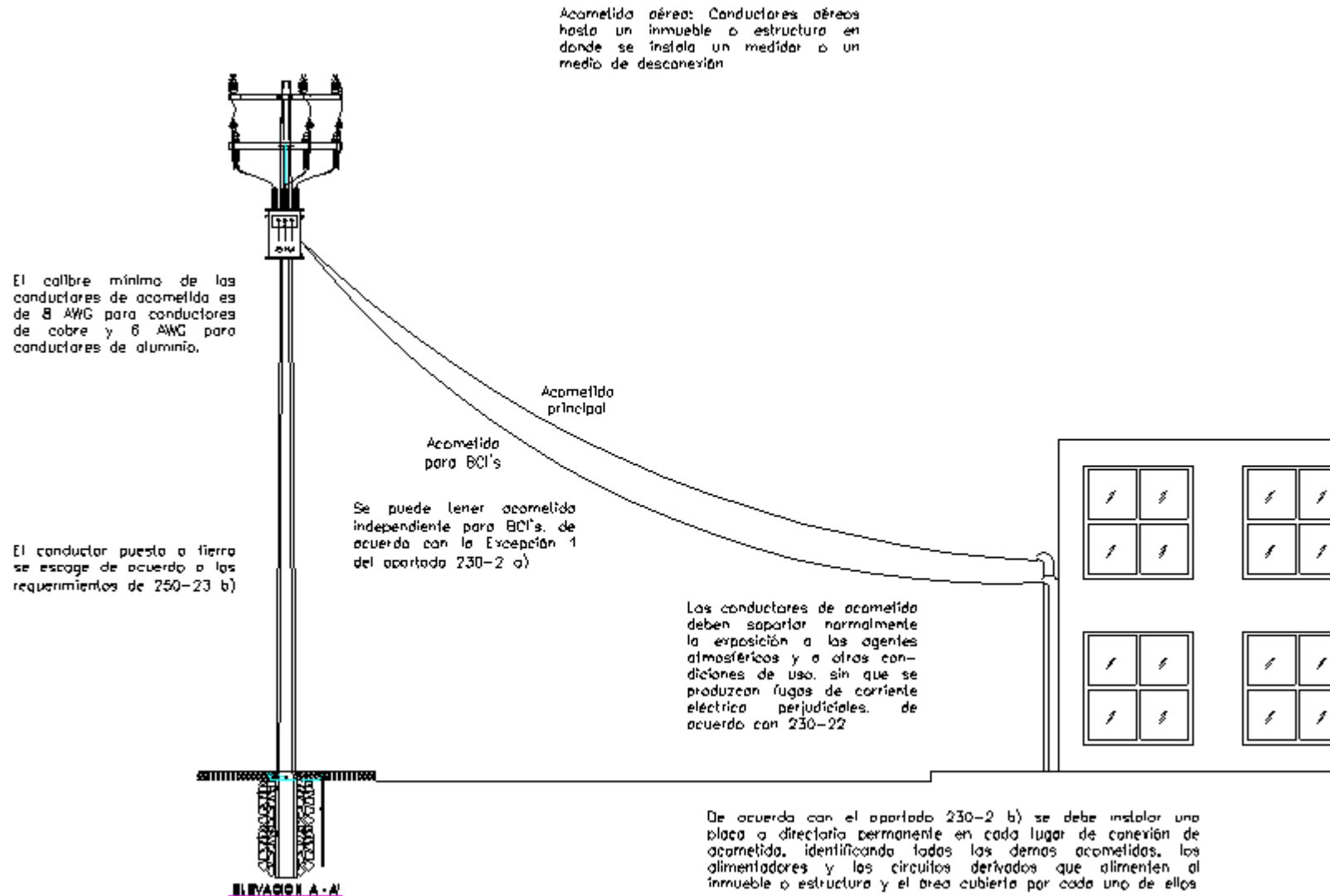
3.5 MÉTODOS DE ALAMBRADO.

Los métodos de alambrado incluyen la escala completa de técnicas usadas para instalar circuitos eléctricos desde una fuente de alimentación a los equipos eléctricos. Con el fin de proporcionar electricidad al sistema de bombeo contra incendios, se debe completar un circuito entre la fuente de alimentación y la carga. Los métodos de alambrado brindan el medio físico de instalación de los conductores necesarios para completar estos circuitos. Las restricciones ambientales del lugar son un factor determinante de gran importancia al seleccionar los métodos de alambrado apropiados.

Más allá de la función básica de llevar los conductores de un lugar a otro, la función de un método de alambrado es proteger los conductores y sus aislamientos contra abuso físico y otros daños. Algunos lugares tienen ambientes inclementes que pueden dañar los circuitos eléctricos no protegidos. Estos ambientes fuertes incluyen la presencia de humedad o agua, temperaturas ambiente elevadas o reducidas, polvo, químicos, gases inflamables, luz solar, etc. Algunos circuitos se instalan al aire libre, en concreto, o enterrados en el suelo, o pueden pasar a través de lugares con características de construcción particulares.

Las reglas de la NOM-001-SEDE-2005 que rigen el uso y la instalación de métodos de alambrado tienen como fin asegurar que los métodos de alambrado usados en un lugar particular funcionan en forma confiable y segura. Los dispositivos de alambrado brindan una interfaz entre el sistema eléctrico y el usuario. La NOM-001-SEDE-2005 establece en sus artículos los métodos para hacer más segura la interfaz con el usuario. El factor clave para considerar en los métodos de alambrado es el lugar en donde se instalará el circuito. Se deben investigar las condiciones del lugar (la temperatura, humedad, ambientes especiales, etc.). Los métodos de alambrado se pueden determinar por inspección visual. Se deben usar métodos de alambrado adecuados para las condiciones o lugares.

Métodos de Alambrado. Todos los cables que vayan desde los conductores de los motores de las bombas hasta dichos motores, deben instalarse en tubo conduit metálico tipo pesado, semipesado, metálico flexible a prueba de líquidos o ser cables de Tipo MI.



Agrupamiento de conductores.

Los conductores de un circuito, incluidos los conductores de puesta a tierra, se deben mantener juntos (ver figura 3.5-1) para permitir que interactúen sus campos magnéticos, lo cual permite que se reduzca la impedancia total; una impedancia baja permite:

- a) Que los dispositivos de sobrecorriente operen adecuadamente y
- b) Elimina efectivamente los efectos de la inducción sobre las partes no portadoras de corriente, evitando sobrecalentamientos.

Los conductores de las BCI's deben ir separados de otros sistemas.

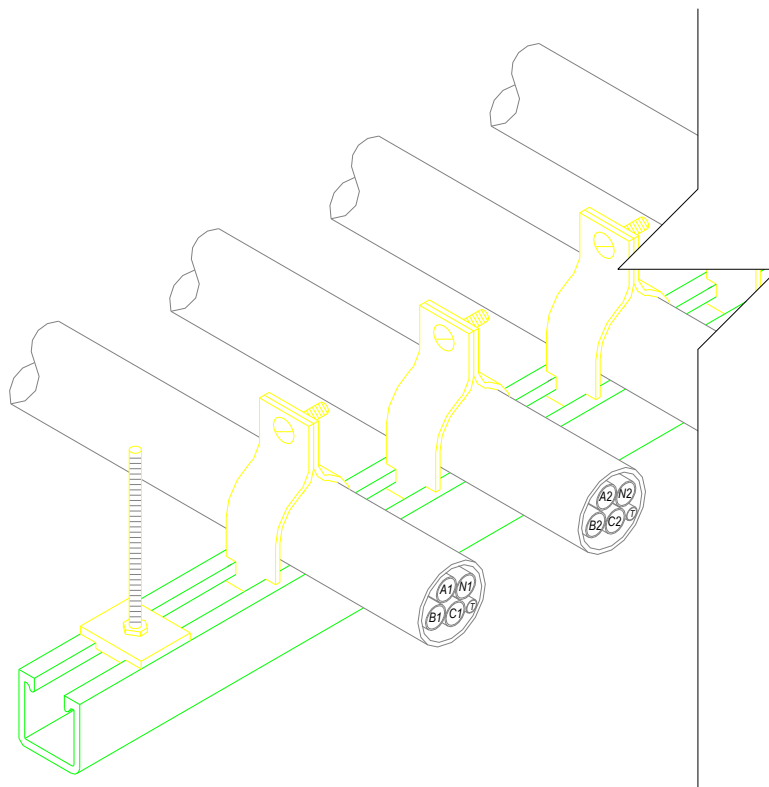


Figura 3.5-1 Disposición de los conductores en tubería.

Integridad del aislamiento.

Los forros no metálicos de cables y los aislamientos de los conductores se deben proteger de los bordes metálicos afilados que puedan dañarlos. Un daño en el aislamiento puede ocasionar que partes metálicas se energicen accidentalmente, o bien puede ocasionar cortocircuitos. Los pasacables, anillos protectores y monitores, deben ser usados para cubrir toda la circunferencia o perímetro de la abertura por donde pasa el conductor. Las pruebas

de resistencia de aislamiento permiten saber si no existen daños en el aislamiento de los conductores cableados dentro de una canalización.

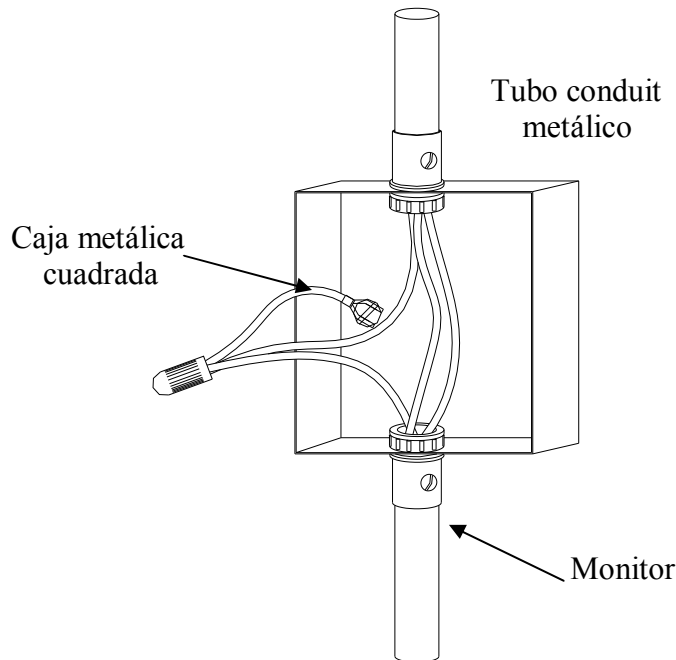


Figura 3.5-2 Uso de monitor metálico para protección de los conductores.

Uso exclusivo de la canalización eléctrica.

Las canalizaciones eléctricas no se deben usar para albergar o sostener sistemas diferentes al de la alimentación de las BCI's. Los sistemas de alambrado de control del sistema de bombeo contra incendios, pueden sostenerse de la canalización eléctrica.

Continuidad e integridad de los encerramientos y canalizaciones metálicas.

Las canalizaciones deben estar completas y aseguradas a los gabinetes, cajas o encerramientos en ambos extremos, además, deben brindar continuidad eléctrica entre los componentes mencionados.

Conductores en las cajas metálicas.

Cuando los conductores están empalmados o terminan en una caja, debe haber al menos 150 [mm] de conductor libre dentro de la caja para hacer el empalme o la terminación, medidos desde el lugar en donde sale el conductor desde una canalización o

forro de cable. En el caso que la caja mida menos de 200 [mm] en cualquier dimensión (largo, ancho, alto), el conductor debe sobresalir por lo menos 76 [mm] fuera de dicha caja.

Normalmente los puntos de conexión o empalme deben realizarse en las cajas metálicas, a menos que el método de alambrado utilizado exija que la función de las cajas sea sustituida por otro medio como los pozos de inspección, los condulets y otros encerramientos.

Ocupación de conductores en canalizaciones.

El área de la sección transversal máxima que puede ser ocupada por los conductores en las canalizaciones se describe a continuación. El método pretende asegurar que los conductores puedan ser jalados dentro de las canalizaciones sin sufrir daño. Una cantidad determinada de espacio libre en la canalización permite la disipación de calor de los conductores.

El método que a continuación se describe se basa en las condiciones más comunes de cableado y alineación de los conductores, cuando la longitud de los tramos y el número de curvas de los cables están dentro de límites razonables. Sin embargo, en determinadas condiciones se podrá ocupar una parte mayor o menor de los conductos. Los pasos a llevarse cabo son los siguientes:

1. Se toma como base el uso de la Tabla 10-1. de la NOM-001-SEDE.2005 que nos indica el porcentaje disponible del área transversal de cualquier tubo conduit, para un número determinado de conductores (ver Apéndice).
2. Para calcular el por ciento de los cables en tubo (conduit), se debe tener en cuenta los conductores de puesta a tierra de los equipos, en sus dimensiones reales ya sean aislados o desnudos.
3. Para combinaciones de conductores de distinto tamaño nominal, se aplican las tablas 10-5 y 10-8 del capítulo 10 de la NOM para dimensiones de los conductores (ver Apéndice). Se suman las áreas transversales de todos los conductores que irán en la misma canalización.
4. Una vez que se tiene el área que ocuparán todos los conductores que irán en la canalización, se consulta la tabla 10-4 (ver Apéndice) para seleccionar las dimensiones del tubo conduit ocupará.
5. Cuando se instalen tres conductores o cables en la misma canalización, si la relación entre el diámetro interior de la canalización y el diámetro exterior del cable o conductor está entre 2,8 y 3,2, se podrían atascar los cables dentro de la canalización, por lo que se debe instalar una canalización de tamaño inmediato

superior. Aunque también se pueden atascar los cables dentro de una canalización cuando se utilizan cuatro o más, la probabilidad de que esto suceda es muy baja.

» **Ejemplo.** Cálculo para el dimensionamiento de la tubería usada para albergar 3 conductores calibre 1/0 AWG del tipo THW y un conductor desnudo calibre 6 AWG.

Solución.

Paso 1. De acuerdo a la tabla 10-1, como tenemos más de dos conductores, se debe utilizar el 40% de la sección transversal del tubo conduit.

Paso 2. Se considera el conductor desnudo calibre 6 AWG.

Paso 3. De la tabla 10-5 se tiene que un conductor calibre 1/0 AWG tipo THW ocupa un área de 143 [mm²] y de la tabla 10-8 se tiene que el conductor desnudo calibre 6 AWG ocupa un área de 17.2 [mm²], así se tiene que:

$$\begin{aligned} 143[\text{mm}^2] \times 3 &= 429[\text{mm}^2] \text{ Área ocupada por los conductores calibre 1/0 AWG} \\ 17.2[\text{mm}^2] \times 1 &= 17.2[\text{mm}^2] \text{ Área ocupada por el conductor calibre 6 AWG} \\ 429[\text{mm}^2] + 17.2[\text{mm}^2] &= 446.2[\text{mm}^2] \text{ Área total ocupada por los conductores} \end{aligned}$$

Paso 4. Para el área de 446.2[mm²] se consulta la Tabla 10-4 en la columna de “más de dos conductores” y se escoge la tubería de diámetro inmediato superior al obtenido; la tubería que se selecciona es la de 41[mm] (1 ½) que tiene disponible 526 [mm²] para el 40% de factor de relleno.

Paso 5. Como se trata de tres conductores, se realiza la relación del diámetro interior de la canalización y el diámetro exterior del cable:

$$\frac{40.9[\text{mm}]}{13.5[\text{mm}]} = 3.03$$

Como la relación de diámetros está entre 2.8 y 3.2, los cables se pueden atascar, por lo que se debe escoger la canalización superior siguiente; finalmente resulta que el calibre de la canalización para albergar los conductores es **53[mm] (2”)**.

Canalizaciones completas antes de instalar conductores.

Los conductores no deben ser jalados dentro de las canalizaciones hasta que éstas estén completas entre los puntos de alambrado, esto con el fin de ayudar a proteger los conductores contra daño.

Uso apropiado de las cajas y condulets.

Las cajas y condulets que se utilicen, deben de ser apropiados para la zona en que se instalen. Así, en el caso de que el lugar sea húmedo, los componentes deben estar identificados para su uso en éstas áreas y deben instalarse de manera que el agua no se pueda acumular dentro del encerramiento.

El artículo 370 de la NOM-001-SEDE-2005 incluye los requisitos para espacios de conductores en las cajas. Las cajas y cajas de paso deben ser de tamaño suficiente para que quede espacio libre para todos los conductores instalados.

Las cajas de paso, como los codos con tapas y los codos de entrada de acometidas dentro de los cuales se instalen conductores de tamaño nominal de 13,3 mm² (6 AWG) o menores, y que sólo estén previstos para completar la instalación de la canalización y los conductores contenidos en ella, no deben contener empalmes, salidas ni dispositivos y deben ser de tamaño suficiente como para dejar espacio libre para todos los conductores incluidos en ellos. Todas las cajas metálicas deben estar puestas a tierra.

Aberturas no utilizadas.

Las aberturas no utilizadas deben estar tapadas para completar el encerramiento de la caja, esto con el fin de contener cualquier formación de arco o chispa que pueda ocurrir si se presentara una falla dentro de la caja o condulet.

Cajas sujetas y sostenidas firmemente.

Las cajas deben estar sujetas y sostenidas firmemente para asegurar la integridad estructural y mecánica de la instalación eléctrica. Generalmente se requiere que las cajas estén unidas en forma rígida y segura a la superficie o estructura.

Accesibilidad hacia las cajas.

Las cajas interiores de alambrado y los condulets deben ser accesibles sin tener que retirar ninguna parte de la edificación o estructura. No se requiere ningún espacio de trabajo específico.

Selección de los envolventes.

Los gabinetes y envolventes de los interruptores, deben estar identificados para su uso en lugares mojados si se van a usar en este tipo de lugares. El encerramiento debe estar dispuesto de manera que el agua no se acumule en su interior. Muchos equipos tienen capacidades nominales NEMA que definen las condiciones para las cuales son adecuados,

así el NEMA 1 está diseñado para su uso en interiores, mientras que el NEMA 4 es adecuado para lugares mojados, exteriores y expuestos a lavado con manguera.

Espacio para alambrado y doblado de conductores.

Al igual que las cajas y condulets, se requiere una determinada cantidad de espacio para los conductores en gabinetes, cajas cortacircuitos y bases de medidores, solo que, usualmente, los conductores terminan en estos elementos, de manera que los requisitos de espacio están destinados a proporcionar espacio suficiente para el doblado y terminación de los conductores sin que estos sean dañados.