

## ESPECIFICACIONES DE EQUIPO ELECTROMECÁNICO

---

## CONTENIDO

1. SUBESTACIONES.....	4
1.1. GENERALIDADES DESINSTALACIÓN.....	4
1.1.1. LETREROS DE ADVERTENCIA.....	4
1.1.2. MEDIO DE DESCONEXIÓN GENERAL.....	5
1.1.3. RESGUARDOS DE LOCALES Y ESPACIOS.....	5
1.1.4. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO.....	6
1.1.5. PISOS, BARRERAS Y ESCALERAS.....	6
1.1.6. ACCESOS Y SALIDAS.....	7
1.1.7. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.....	7
1.1.8. DISPOSITIVO GENERAL DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE.....	9
1.1.9. EQUIPO A LA INTEMPERIE O EN LUGARES HÚMEDOS.....	9
1.1.10. CONSIDERACIONES AMBIENTALES.....	9
1.1.11. INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO ELÉCTRICO.....	10
2. INSTALACIÓN DE TABLEROS.....	11
2.1. CENTROS DE CONTROL DE MOTORES.....	12
2.1.1. GENERALIDADES DE INSTALACIÓN.....	12
2.1.2. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN.....	12
2.1.3. INSPECCIÓN FINAL.....	15
3. MOTORES.....	17
3.1. GENERALIDADES DE INSTALACIÓN.....	17
3.2. UBICACIÓN DE LOS MOTORES.....	19
3.2.1. VENTILACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	19
3.2.2. MOTORES ABIERTOS.....	19
3.2.3. EXPOSICIÓN A LA ACUMULACIÓN DE POLVO.....	19
3.2.4. TERMINALES.....	19
3.2.5. DISPOSICIÓN DE LAS FASES.....	20
3.2.6. UBICACIÓN DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES.....	20

3.2.7.	MOTORES ESTACIONARIOS .....	22
3.3.	MOTORES VERTICALES: INTERIORES Y EXTERIORES .....	22
3.3.1.	PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN .....	22
4.	INSTALACIÓN DE CONDUCTORES Y CANALIZACIÓN .....	23
4.1.	CONDUCTORES .....	23
4.1.1.	CONDUCTORES DE SISTEMAS DIFERENTES. ....	24
4.1.2.	INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS .....	25
4.1.3.	ASEGURAMIENTO Y SOPORTES .....	26
4.1.4.	INSTALACIÓN DE CANALIZACIONES .....	26
4.1.5.	SOPORTE DE LOS CONDUCTORES EN CANALIZACIONES VERTICALES .....	26
4.1.6.	REQUISITOS PARA INSTALACIONES DE MÁS DE 600 VOLTS .....	27
4.2.	TUBERÍAS CONDUIT .....	28
4.2.1.	PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN .....	28
4.3.	TRINCHERAS .....	31
4.3.1.	PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN .....	32
4.3.2.	INSPECCIÓN FINAL .....	32
4.4.	REGISTROS .....	33
4.4.1.	PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN .....	33
4.5.	CHAROLAS .....	33
4.5.1.	USOS PERMITIDOS .....	34
4.5.2.	USOS NO PERMITIDOS .....	34
4.5.3.	PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN .....	34
4.6.	ELECTRODUCTO .....	46
4.6.1.	USOS PERMITIDOS .....	46
4.6.2.	USOS NO PERMITIDOS .....	47
4.6.3.	PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN .....	47

## 1. SUBESTACIONES

### 1.1. GENERALIDADES DESINSTALACIÓN

Este capítulo contiene requisitos que se aplican a subestaciones eléctricas de instalaciones eléctricas y de seguridad que forman parte de sistemas instalados.

Estos requisitos se aplican a toda instalación o en subestaciones que están siendo reestructuradas o reemplazadas.

#### 1.1.1. LETREROS DE ADVERTENCIA

##### 1.1.1.1. GENERALIDADES

Un aviso de advertencia permanente y legible que lleve las palabras “PELIGRO- ALTA TENSIÓN” o similar se deberá colocar en un lugar visible en las siguientes áreas:

- En las entradas a las bóvedas de equipos eléctricos, y en las áreas, cuartos o envolventes de equipos eléctricos
- En los puntos de acceso a los conductores en todos los sistemas de cables y sistemas de tubo conduit de alta tensión
- En todas las charolas portacables que contengan conductores de alta tensión, colocando avisos de advertencia cuando menos cada 3.00 metros

##### 1.1.1.2. EQUIPO DE APERTURA SIN CARGA

Se deben instalar marcas legibles permanentes en los equipos de apertura sin carga, advirtiendo que no se operen cuando llevan carga, a menos que el equipo esté bloqueado para que no pueda ser operado bajo carga.

##### 1.1.1.3. UBICACIÓN DE LOS FUSIBLES

Se deben colocar letreros de advertencia adecuados en un lugar visible junto a los fusibles, advirtiendo a los operadores que no reemplacen los fusibles mientras el circuito esté energizado.

##### 1.1.1.4. RETROALIMENTACIÓN

Se deben seguir los siguientes pasos cuando exista la posibilidad de retroalimentación:

- Cada medio de desconexión o cuchilla desconectadora de operación en grupo debe tener un letrero de advertencia, indicando que los contactos de cualquier lado del dispositivo pueden estar energizados
- Se debe colocar en un lugar visible y al alcance de la vista en cada punto de conexión, un diagrama unifilar permanente y legible, identificando claramente el arreglo de los puntos de conexión en la sección de alta tensión de la subestación

##### 1.1.1.5. TABLERO CON ENVOLVENTE Y BLINDAJE METÁLICO

Cuando se instale un tablero con envoltorio metálico, se deben seguir los siguientes pasos:

- Se debe colocar en un lugar fácilmente visible al alcance de la vista del tablero, un diagrama unifilar permanente y legible del tablero, y este diagrama debe identificar claramente los bloqueos, medios de aislamiento y todas las posibles fuentes de alimentación de la instalación bajo condiciones normales o de emergencia, incluyendo todos los equipos contenidos en cada cubículo, y las indicaciones en el tablero deben coincidir del diagrama

Excepción: No se requerirán diagramas cuando el equipo consista exclusivamente de una subestación unitaria con un solo tablero o un solo cubículo conteniendo solamente un juego de dispositivos de interrupción de alta tensión

- Se deben instalar letreros legibles permanentes en los paneles o puertas que dan acceso a las partes vivas de más de 600 volts, y deben tener la frase “PELIGRO - ALTA TENSIÓN” o similares para advertir sobre el peligro de abrirlas mientras esté energizado el equipo
- Cuando el panel brinde acceso a las partes que sólo pueden ser desenergizadas y aisladas visiblemente por la empresa suministradora, la advertencia deberá incluir que el acceso está limitado a la empresa suministradora o una vez que la empresa suministradora haya otorgado la autorización

#### **1.1.2. MEDIO DE DESCONEXIÓN GENERAL**

Toda subestación particular debe tener en el punto de enlace entre el suministrador y el usuario un medio de desconexión general, ubicado en un lugar de fácil acceso y en el límite del predio, para las subestaciones siguientes:

- Compactas. En subestaciones compactas con un solo transformador que requieran ampliarse y no cuenten con espacio suficiente, se permite colocar un segundo transformador en el mismo medio de desconexión general, siempre que cada transformador tenga su propio medio de protección
- Abiertas o pedestal mayores a 500 kilovoltamperes. Se permite colocar un segundo transformador en el mismo medio de desconexión general, siempre que cada transformador tenga su propio dispositivo de protección contra sobrecorriente

#### **1.1.3. RESGUARDOS DE LOCALES Y ESPACIOS**

Los locales y espacios en que se instalen subestaciones deben tener restringido y resguardado su acceso; por medio de cercas de malla, muros o bien en locales especiales para evitar la entrada de personas no calificadas. Los resguardos deben tener una altura mínima de 2.10 metros.

Excepción: En subestaciones tipo pedestal y compactas es suficiente una delimitación de área.

##### **1.1.3.1. CONDICIONES DE LOS LOCALES Y ESPACIOS**

Los locales donde se instalen subestaciones deben cumplir con lo siguiente:

- Deben estar hechos de materiales resistentes al fuego de al menos una hora
- No deben emplearse como almacenes, talleres o para otra actividad que no esté relacionada con el funcionamiento y operación del equipo

Excepción: Se permite colocar en el mismo local la planta generadora de emergencia o respaldo, cumpliendo con  
ESPECIFICACIONES DE EQUIPO ELECTROMECÁNICO DE POZOS PROFUNDOS

la NOM-001-SEDE.

- No debe haber polvo o pelusas combustibles en cantidades peligrosas ni gases inflamables o corrosivos
- Deben tener ventilación adecuada para que el equipo opere a su temperatura y para minimizar los contaminantes en el aire bajo cualquier condición de operación
- Deben mantenerse secos

#### **1.1.4. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO**

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

##### **1.1.4.1. CONTACTOS Y UNIDADES DE ALUMBRADO**

Los contactos para conectar aparatos portátiles deben situarse de manera que, al ser utilizados, no se acerquen en forma peligrosa a cordones flexibles o a partes vivas.

Las unidades de alumbrado deben situarse de manera que puedan ser controladas, repuestas y limpiadas desde lugares de acceso seguro. No deben instalarse usando conductores que cuelguen libremente y que puedan moverse de modo que hagan contacto con partes vivas de equipo eléctrico.

##### **1.1.4.2. CIRCUITO INDEPENDIENTE**

En subestaciones, el circuito para alumbrado y contactos debe alimentar exclusivamente estas cargas y tener protección adecuada contra sobrecorriente independiente de los otros circuitos.

##### **1.1.4.3. CONTROL DE ALUMBRADO**

Con objeto de reducir el consumo de energía y facilitar la visualización de fallas en el área de equipos, barras y líneas, el alumbrado debe permanecer al mínimo valor posible, excepto en los momentos de maniobras.

##### **1.1.4.4. EFICIENCIA**

Para optimizar el uso de la energía, se recomienda proporcionar mantenimiento e inspeccionar las luminarias y sus conexiones. Para mayor abundamiento referirse al libro Eficiencia Energética Uso Eficiente y Ahorro de la Energía del MAPAS.

##### **1.1.4.5. ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

Debe colocarse en el local, cuando menos, una lámpara para alumbrado de emergencia en cada puerta de salida del local.

#### **1.1.5. PISOS, BARRERAS Y ESCALERAS**

##### **1.1.5.1. PISOS**

En las subestaciones los pisos deben ser planos, firmes y con superficie antiderrapante, se debe evitar que haya obstáculos en los mismos. Los huecos, registros y trincheras deben tener tapas adecuadas. El piso debe tener una pendiente (se recomienda una mínima de 2.5 por ciento) hacia las coladeras del drenaje.

#### **1.1.5.2. BARRERAS**

Todos los huecos en el piso que no tengan tapas o cubiertas adecuadas y las plataformas de más de 50 centímetros de altura, deben estar provistos de barreras, de 1.20 metros de altura, como mínimo. En lugares donde se interrumpa una barrera junto a un espacio de trabajo, para dar acceso a una escalera, debe colocarse otro tipo de barrera (reja, cadena).

#### **1.1.5.3. ESCALERAS**

Las escaleras que tengan cuatro o más escalones deben tener pasamanos. Las escaleras con menos de cuatro escalones deben distinguirse convenientemente del área adyacente, con pintura de color diferente u otro medio. No deben usarse escaleras tipo "marino", excepto en bóvedas.

#### **1.1.6. ACCESOS Y SALIDAS**

Los locales y cada espacio de trabajo deben tener un acceso y salida libre de obstáculos. Si la forma del local, la disposición y características del equipo en caso de un accidente pueden obstruir o hacer inaccesible la salida, el área debe estar iluminada y debe proporcionar un segundo acceso y salida, indicando una ruta de evacuación.

La puerta de acceso y salida de un local debe abrir hacia afuera y estar provista de un seguro que permita su apertura, desde adentro. En subestaciones interiores, cuando no exista espacio suficiente para que el local cuente con puerta de abatimiento, se permite el uso de puertas corredizas, siempre que éstas tengan claramente marcado su sentido de apertura y se mantengan abiertas mientras haya personas dentro del local.

La puerta debe tener fijo en la parte exterior y en forma completamente visible, un aviso con la leyenda: "PELIGRO - ALTA TENSIÓN".

#### **1.1.7. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO**

Independientemente de los requisitos y recomendaciones que se fijen en esta sección, debe cumplirse la reglamentación en materia de prevención de incendios.

##### **1.1.7.1. EXTINTORES**

Deben colocarse extintores portátiles, tantos como sean necesarios en lugares visibles, de fácil acceso, libres de obstáculos y debidamente señalizados, situando dos, cuando menos, a una distancia que no exceda de 15 metros de la entrada de las subestaciones. En tensiones mayores de 1 000 volts no se deben utilizar extintores de polvo químico.

Instalar extintores en las áreas del centro de trabajo, de acuerdo con lo siguiente:

- a) Contar con extintores conforme a la clase de fuego que se pueda presentar

- b) Colocar al menos un extintor por cada 300 metros cuadrados de superficie o fracción, si el grado de riesgo es ordinario
- c) Colocar al menos un extintor por cada 200 metros cuadrados de superficie o fracción, si el grado de riesgo es alto
- d) No exceder las distancias máximas de recorrido que se indican en la Tabla 2.1, por clase de fuego, para acceder a cualquier extintor, tomando en cuenta las vueltas y rodeos necesarios
- e) Los centros de trabajo o áreas que lo integran con sistemas automáticos de supresión, podrán contar hasta con la mitad del número requerido

de extintores que correspondan, de acuerdo con lo señalado en los incisos b) y c), siempre y cuando tengan una capacidad nominal de al menos seis kilogramos o nueve litros

- f) Colocarlos a una altura no mayor de 1.50 m, medidos desde el nivel del piso hasta la parte más alta del extintor
- g) Protegerlos de daños y de las condiciones ambientales que puedan afectar su funcionamiento

Tabla 2.1 Distancias máximas de recorrido por tipo de riesgo y clase de fuego

Riesgo de incendio	Distancia máxima al extintor (metros)		
	Clases A, C y D	Clase B	Clase K
Ordinario	23	15	10
Alto	23	10*	10

\* Los extintores para el tipo de riesgo de incendio alto y fuego clase B, se podrán ubicar a una distancia máxima de 15 m, siempre que sean del tipo móvil.

Fuente: NOM-001-SEDE

Los equipos contra incendio recomendados son los que contienen agente extintor químico húmedo: Son aquellos que se utilizan para extinguir fuegos tipo A, B, C o K, y que normalmente consisten en una solución acuosa de sales orgánicas o inorgánicas, o una combinación de estas.

El fuego clase C, es aquel que involucra aparatos, equipos e instalaciones eléctricas energizadas.

Los extintores deben revisarse periódicamente para que estén permanentemente en condiciones de operación y no deben estar sujetos a cambios de temperaturas mayores que los indicados por el fabricante. En las subestaciones de tipo abierto o pedestal instalados en redes de distribución no se requiere colocar extintores de incendio.

#### 1.1.7.2. SISTEMAS INTEGRADOS

En tensiones mayores de 69 kilovolts, se recomienda el uso de sistemas de protección contra incendio tipo fijo que operen automáticamente por medio de detectores de fuego que, al mismo tiempo, accionen alarmas.



### **1.1.7.3. CONTENEDORES PARA ACEITE**

En el equipo que contenga aceite, se deben tomar alguna o algunas de las siguientes medidas:

- Proveer medios adecuados para confinar, recoger y almacenar el aceite que pudiera escaparse del equipo, mediante recipientes o depósitos independientes del sistema de drenaje. Para transformadores mayores que 1 000 kilovoltamperes, el confinamiento debe ser para una capacidad de 20 por ciento de la capacidad de aceite del equipo y cuando la subestación tiene más de un transformador, una fosa colectora equivalente al 100 por ciento del equipo de mayor capacidad
- Construir muros divisorios, de tabique o concreto, entre transformadores y entre éstos y otras instalaciones vecinas, cuando el equipo opere a tensiones iguales o mayores a 69 kilovolts
- Separar los equipos en aceite con respecto a otros aparatos, por medio de barreras resistentes al fuego al menos una hora, o bien por una distancia suficiente para evitar la proyección de aceite incendiado de un equipo hacia los otros aparatos

### **1.1.7.4. LOCALIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD**

- Los tableros deben colocarse donde el operador no esté expuesto a daños por la proximidad de partes vivas o partes de maquinaria o equipo en movimiento
- No debe haber materiales combustibles en la cercanía
- El espacio alrededor de los tableros debe conservarse despejado y no usarse para almacenar materiales
- El equipo de interruptores debe estar dispuesto de forma que los medios de control sean accesibles al operador

### **1.1.8. DISPOSITIVO GENERAL DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE**

Toda subestación debe tener en el lado primario un dispositivo general de protección contra sobrecorriente para la tensión y corriente del servicio, referentes a la corriente de interrupción y a la capacidad o ajuste de activación (disparo). La protección del equipo eléctrico instalado en la subestación de un usuario no debe depender del sistema de protección del suministrador. Las fallas por cortocircuito en la instalación del usuario no deben ocasionar la apertura de las líneas suministradoras, lo cual puede afectar el servicio a otros usuarios, para tal fin el usuario debe consultar con el suministrador con objeto de obtener la coordinación correspondiente.

### **1.1.9. EQUIPO A LA INTEMPERIE O EN LUGARES HÚMEDOS**

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

### **1.1.10. CONSIDERACIONES AMBIENTALES**

- Las subestaciones con tensiones mayores a 69 kilovolts deben considerar la limitación de los esfuerzos

sísmicos y dinámicos que soporta el equipo a través de sus conexiones

- Los equipos deben ser capaces de soportar los esfuerzos sísmicos que se le transmiten del suelo a través de sus bases de montaje y que resultan de las componentes de carga vertical y horizontal, más la ampliación debida a la vibración resonante
- El proyecto de las subestaciones urbanas con tensiones mayores a 69 kilovolts deben considerar el efecto del impacto ambiental, de manera que sus inconvenientes se reduzcan a un nivel tolerable

En las subestaciones ubicadas en áreas urbanas los niveles de ruido máximo permisible en transformadores de tipo poste y subestación con capacidad de hasta 50 kVA son 48 dB y con capacidad de 301 hasta 500 kVA de 56 dB, medido en el límite del predio en la colindancia a la calle o a predios vecinos.

#### **1.1.11. INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO ELÉCTRICO**

El equipo de las subestaciones debe ser instalado y mantenido para reducir al mínimo los riesgos de accidentes del personal, así como el consumo de energía.

Los equipos deben soportarse y fijarse de manera consistente a las condiciones de servicio esperadas. Los equipos pesados como transformadores quedan asegurados por su propio peso, pero aquellos donde se producen esfuerzos por sismo o fuerzas dinámicas durante su operación, pueden requerir medidas adicionales.

##### **1.1.11.1. PARTES CON MOVIMIENTOS REPENTINOS**

Todas las partes que se muevan repentinamente y que puedan lastimar a personas que se encuentren próximas, deben protegerse por medio de resguardos.

##### **1.1.11.2. IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO ELÉCTRICO**

Para identificar al equipo eléctrico en subestaciones se recomienda pintarlo y codificarlo, usando placas, etiquetas o algún otro medio que permita distinguirlo fácilmente, tanto respecto de su funcionamiento como del circuito al que pertenece. Es conveniente establecer un método de identificación uniforme en todo el equipo instalado en una subestación o en un grupo de instalaciones que correspondan a un mismo usuario.

Esta identificación no debe colocarse sobre cubiertas removibles o puertas que puedan ser intercambiadas.

##### **1.1.11.3. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE**

Los circuitos secundarios de los transformadores de corriente deben tener medios para ponerse en cortocircuito y conectarse a tierra simultáneamente. Cuando exista relación múltiple y con salidas no conectadas, éstas se deben poner en cortocircuito.

##### **1.1.11.4. PROTECCIÓN DE LOS CIRCUITOS SECUNDARIOS DE TRANSFORMADORES PARA INSTRUMENTOS**

1. Conexión de puesta a tierra. Los circuitos secundarios de transformadores para instrumentos (transformadores de corriente y de potencial) deben tener una referencia efectiva y permanente de puesta a tierra
2. Protección mecánica de los circuitos secundarios cuando los primarios operen a más de 6 600 volts. Los

conductores de los circuitos secundarios deben alojarse en tubo conduit metálico, permanentemente puesto a tierra, a menos que estén protegidos contra daño mecánico y contra contacto de personas

#### **1.1.11.5. LOCALES PARA BATERÍAS**

Los locales deben ser independientes con un espacio alrededor de las baterías para facilitar el mantenimiento, pruebas y reemplazo de celdas, cumpliendo con lo siguiente:

- Local independiente: Las baterías se deben instalar en un local independiente. Dentro de los locales debe dejarse un espacio suficiente y seguro alrededor de las baterías para la inspección, el mantenimiento, las pruebas y reemplazo de celdas
- Conductores y canalizaciones: No deben instalarse conductores desnudos en lugares de tránsito de personas, a menos que se coloquen en partes altas para quedar protegidos. Para instalar los conductores aislados puede usarse canalización metálica con tapa, siempre que estén debidamente protegidos contra la acción deteriorante del electrolito

En los locales para baterías, los conductores con envolturas barnizadas no deben usarse:

- Terminales: Si en el local de las baterías se usan canalizaciones u otras cubierta metálicas, los extremos de los conductores que se conecten a las terminales de las baterías deben estar fuera de la canalización, por lo menos a una distancia de 30 centímetros de las terminales, y resguardarse por medio de una funda aislante.

El extremo de la canalización debe cerrarse herméticamente para no permitir la entrada del electrolito

- Pisos: Los pisos de los locales donde se encuentren baterías y donde sea probable que el ácido se derrame y acumule, deben ser de material resistente al ácido o estar protegidos con pintura resistente al mismo. Debe existir un recolector para contener los derrames de electrolito
- Equipos de calefacción: No deben instalarse equipos de calefacción de flama abierta o resistencias incandescentes expuestas en el local de las baterías
- Iluminación: Los locales de las baterías deben tener una iluminación natural adecuada durante el día

En los locales para baterías, se deben usar luminarias con portalámparas a prueba de vapor y gas protegidos de daño físico por barreras o aislamientos. Los contactos y apagadores deben localizarse fuera del local.

#### **1.1.11.6. TARIMAS Y TAPETES AISLANTES**

Estos medios de protección no deben usarse como substitutos de los resguardos indicados en las secciones anteriores. Las tarimas deben ser de material aislante sin partes metálicas, con superficie antiderrapante y con orillas biseladas. Los tapetes también deben ser de material aislante. En subestaciones de tipo interior, las tarimas y tapetes deben instalarse cubriendo la parte frontal de los equipos de accionamiento manual, que operen a más de 1 000 volts entre conductores; su colocación no debe presentar obstáculo en la apertura de las puertas de los gabinetes.

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

## **2. INSTALACIÓN DE TABLEROS**

## **2.1. CENTROS DE CONTROL DE MOTORES**

Los gabinetes para el equipo de control (ver Ilustración 3.1) y los medios de desconexión de motores no se deben utilizar como cajas de empalme, canales auxiliares o canalizaciones para los conductores que se alimentan a través de o que se deriven hacia otros aparatos, a menos que se utilicen diseños que proporcionen el espacio adecuado para ese uso.

### **2.1.1. GENERALIDADES DE INSTALACIÓN**

#### **2.1.1.1. ESPACIO PARA DOBLADO DE CABLES DENTRO DE LOS GABINETES DE EQUIPO DE CONTROL**

El espacio mínimo para doblado de cables dentro de gabinetes de equipo de control de motores debe cumplir lo establecido en la Tabla 3.1 donde se mide en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conector del conductor (en la dirección en que el conductor sale de la terminal) hasta la pared o barrera. Cuando se utilice otra terminación alternativa del conductor en lugar de la suministrada por el fabricante del controlador, debe ser de un tipo identificado por el fabricante para su uso con el controlador y no debe reducir el espacio mínimo de curvatura de los conductores.

#### **2.1.1.2. PROTECCIÓN CONTRA LÍQUIDOS**

Se deben proporcionar guardas de protección o envoltentes adecuados para proteger las partes expuestas portadoras de corriente de los motores y el aislamiento de las puntas de los motores, cuando se instalen directamente bajo los equipos o en otros lugares en donde es capaz que ocurran salpicaduras o aspersión de aceite, agua u otros líquidos, a no ser que el motor esté diseñado para las condiciones existentes.

#### **2.1.1.3. CAJAS PARA TERMINALES DE MOTORES MATERIAL**

Cuando los motores estén dotados de cajas para las terminales, éstas deben ser metálicas y su construcción debe ser sólida.

Excepción: En lugares que no sean (clasificados) peligrosos, se permitirá utilizar cajas no metálicas, sólidas e incombustibles, siempre que estén equipadas en su interior de un medio interno para puesta a tierra entre la estructura del motor y la conexión de puesta a tierra de equipos.

Conductores de gran tamaño o conexiones de fábrica

Para los motores de gran capacidad, con un gran número de puntas o cables de gran tamaño, o cuando los motores están instalados como parte de un equipo armado en fábrica, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja de terminales del motor durante la instalación del equipo, la caja de terminales debe ser de tamaño suficiente para hacer las conexiones, pero no se consideran aplicables las anteriores disposiciones de volumen para esas cajas (ver Tabla 3.2 y Tabla 3.3).

### **2.1.2. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN**

Antes de la instalación del centro de control de motores, hacer una inspección visual del equipo y bases:

1. Verificar que el centro de control de motores es el especificado para la instalación deseada (revisar la placa de datos)
2. Tener planos de control y alambrado del centro de control de motores

3. Revisar que el gabinete del centro de control de motores se encuentre en buenas condiciones en su pintura, acabado y ensamble
4. Revisar que las barras de cobre de fase (principales, derivadas y neutras) y de conexión a tierra que van en el interior de los gabinetes, estén completas y que tengan la tornillería completa
5. Revisar que los accesorios de porcelana, de resina epóxica o resina poliéster que sostienen las barras, no presenten daños, roturas o despostilladuras, o tengan alguna conexión mecánica floja
6. Revisar cuidadosamente que los siguientes equipos o accesorios (si existen) no presenten daños visibles, y que sus aditamentos metálicos y conexiones eléctricas no se encuentren flojas:
  - a) Unidades combinadas para control de motores a tensión plena:
    - No reversibles
    - Reversibles
    - Dos velocidades
    - Dos devanados
  - b) Unidades combinadas para control de motores a tensión reducida, arrancadores:
    - Tipo estrella-delta
    - Devanado bipartido
    - Autotransformador
    - Resistencias primarias
    - Variadores de velocidad por pulso de frecuencia
    - De estado sólido
  - c) Tableros de distribución para alumbrado
  - d) Unidades alimentadoras derivadas
  - e) Desconectador principal de fusibles
  - f) Interruptor principal
  - g) Transformador de control
  - h) Transformador de alumbrado
  - i) Transformador de servicios propios
  - j) Equipo de protección y medición
  - k) Equipo especial
  - l) Botoneras

- m) Interruptores selectores
- n) Lámparas indicadoras
- o) Relevadores auxiliares
- p) Fusibles para los circuitos de control
- q) Enlaces eléctricos y/o mecánicos montados como una parte integral

#### Bases

1. Revisar que las bases de concreto estén terminadas, niveladas y limpias
2. Revisar que las bases de concreto tengan los registros o trincheras terminadas, con las dimensiones apropiadas para el cableado, así como el anclaje necesario para recibir el centro de control de motores

#### **2.1.2.1. COLOCACIÓN**

##### Gabinetes

1. Manejar siempre el centro de control de motores con sus protecciones para transporte con montacargas, rodillos o algún tipo de grúa con ganchos
2. Levantar con extremo cuidado, orientar el centro de control de motores correctamente, y colocar en la base de concreto sobre su registro o trinchera, de tal manera que pueda ensamblarse a otro gabinete
3. Si es necesario ensamblar dos o más gabinetes, realizar lo siguiente:
  - a) Abrir las puertas frontales
  - b) Si hay acceso por atrás de los gabinetes, quitar las tapas traseras
  - c) Quitar las barreras protectoras de las barras horizontales para tener acceso a ellas
  - d) Atornillar los gabinetes firmemente con los herrajes necesarios
  - e) Atornillar firmemente las barras de empalme a los extremos de las barras, incluyendo las barras del neutro y/o tierra
  - f) Retirar los objetos extraños del centro de control de motores
  - g) Colocar tapas
4. Nivelar y anclar los gabinetes con tornillería adecuada

#### **2.1.2.2. CONEXIÓN A TIERRA**

Conectar firmemente a tierra los armazones de los tableros, barras de tierra y las partes metálicas que no conduzcan corriente.

#### **2.1.2.3. CONEXIONES**

Después de verificar el aislamiento del centro de control de motores y puesta en servicio sin carga, realizar lo

siguiente:

1. Emplear planos del fabricante
2. Verificar la secuencia de fases, limpiar los contactos con solvente y conectar los cables de fuerza con los radios de curvaturas requeridos y con los conectores mecánicos respectivos
3. Conectar los equipos o cargas a las conexiones de los gabinetes del centro de control de motores (corriente alterna o corriente directa)
4. Revisar que el código de colores en los cables de fuerza y control sea el adecuado según el diagrama eléctrico
5. Revisar que todos los cables estén etiquetados e identificados
6. Revisar que todos los elementos estén bien sujetos a la platina del tablero
7. Revisar que el cableado esté debidamente acomodado y peinado

### 2.1.3. INSPECCIÓN FINAL

Después de instalar el centro de control de motores, realizar lo siguiente:

Verificación de gabinete

1. Inspeccionar nuevamente que el centro de control de motores no presente golpes o abolladuras y que sus partes frontales estén alineadas
2. Verificar que los gabinetes están firmemente anclados a su base y conectados a tierra
3. Revisar el funcionamiento de los bloqueos mecánicos de las puertas frontales que evitan la apertura de las mismas cuando los medios de desconexión están energizados
4. Revisar que los termostatos de las resistencias calefactoras (si existen) están seleccionados en la temperatura deseada
5. Limpiar las manchas de grasa en los accesorios

Verificación de interruptor

1. Revisar si todos los mecanismos de operación de los interruptores funcionan correctamente
2. Revisar el límite de carrera cuando se mueva hacia su posición de conectado y hacia la de prueba. Verificar que en la posición de prueba, los contactos principales fijos y móviles estén desconectados de la línea y de la carga. Revisar el funcionamiento de los contactos principales fijos y móviles, verificar su alineamiento
3. Revisar el funcionamiento del indicador de desconectado, prueba y conectado
4. Revisar el mecanismo de bloqueo del elemento removible en las posiciones de prueba y conectado

5. Revisar los contactos fijos y móviles del dispositivo secundario, de tal manera que permita la operación del interruptor en posiciones de conectado o prueba por medio de los controles locales o remotos
6. Revisar que tenga las etiquetas adecuadas como la identificación que señale de que PDP o TDF toma su alimentación, esto con el fin de facilitar el bloqueo de ser necesario

#### Verificación de arrancador

1. Revisión general de conexiones y datos de placa
2. Revisar el estado de los relevadores térmicos de sobrecarga
3. Revisar en qué valor de corriente quedó ajustado y si concuerda con el dato de placa de los motores

#### Verificación de interruptor del arrancador

1. Revisar si el mecanismo de operación de los interruptores funciona correctamente. Si es de navajas, revisar que se encuentren los fusibles y verificar que el mecanismo de las navajas funciona bien. Si es termomagnético, revisar apertura-cierre-apertura varias veces
2. Verificar que las conexiones del arrancador a su correspondiente interruptor y alimentación no presenten daños o falsos contactos

#### Verificación de instrumentos de medición

1. Revisión general de conexiones de transformadores de corriente y potencial
2. Verificar estado general de instrumentos y datos de placa
3. Revisar la calibración del instrumento instalado con algún otro externo, el cual debe de estar calibrado para corroborar la veracidad del que está instalado

#### Verificación de lámparas indicadoras

1. Revisión general de conexiones y verificación de la tensión de alimentación
2. Revisar que ningún indicador esté fundido y sea del color adecuado conforme al diagrama eléctrico

#### Verificación de conmutadores de control y medición

Revisar el mecanismo rotatorio de la manija tipo pistola de los conmutadores de control y la manija tipo redonda para los conmutadores de medición

Tabla 3.1 Espacio mínimo para el acomodo del alambrado en las terminales en los envoltentes de los controladores de motores

Área mm <sup>2</sup>	Tamaño o designación (AWG o kcmil)	Conductores por terminal*	
		1 milímetros	2
2.08-5.26	14-10	no especificado	—
8.37-13.3	8-6	38	—
21.2-26.7	4-3	50	—



33.6	2	65	—	—
42.4	1	75	—	—
53.5	1/0	125	125	125
67.4	2/0	150	150	150
85.0-107	3/0 - 4/0	175	175	175
127	250	200	200	200
152	300	250	250	250
177-253	350 - 500	300	300	300
304-355	600 - 700	350	400	400
380-456	750 - 900	450	475	475

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 3.2 Espacio para las terminales (Terminales fijas)

Tensión volts	Separación mínima	
	Entre terminales de línea	Entre las terminales de línea y otras partes metálicas sin aislar
	milímetros	
240 o menos	6	6
más de 250-600	10	10

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 3.3 Volúmenes utilizables (Terminales fijas)

Tamaño o designación del conductor alimentador mm <sup>2</sup>	(AWG)	Volumen mínimo utilizable por cada conductor de alimentador cm <sup>3</sup>
2.08	14	16
3.31 y 5.26	12 y 10	20
8.37 y 13.3	8 y 6	37

Fuente: NOM-001-SEDE

### 3. MOTORES

#### 3.1. GENERALIDADES DE INSTALACIÓN

La instalación de motores horizontales deberá cumplir con las recomendaciones establecidas en las normas NEMA MG1, para mayor abundamiento, ver libro de Cálculo, estudio y diseño de instalaciones mecánicas y libro de Cálculo, estudio y diseño de instalaciones eléctricas del MAPAS.

Un motor debe estar marcado con la siguiente información, según la NOM-001-SEDE:

ESPECIFICACIONES DE EQUIPO ELECTROMECÁNICO DE POZOS PROFUNDOS

- f) Nombre del fabricante
- g) Tensión nominal y corriente nominal de plena carga. Para los motores de velocidades múltiples, la corriente de plena carga para cada velocidad, excepto para los motores de polo sombreado y los motores con capacitor dividido permanente, donde los amperes se requieren solamente para la velocidad máxima
- h) Frecuencia nominal y número de fases, en los motores de corriente alterna
- i) Velocidad nominal de plena carga
- j) Aumento nominal de temperatura o clase del sistema de aislamiento y temperatura ambiente nominal
- k) Régimen de tiempo. Este tiempo nominal debe ser 5, 15, 30 o 60 minutos, o continuo
- l) Valor nominal en caballos de fuerza, para los motores de 93 watts (1/8 hp) o mayores. Para motores de velocidad múltiple de 93 watts (1/8 hp) o mayores, el valor nominal en caballos de fuerza para cada velocidad, excepto en los motores de polo sombreado y los motores de capacitor dividido permanente de 93 watts (1/8 hp) o mayores, donde la potencia nominal en caballos de fuerza se exige solamente para máxima velocidad. No es necesario que en los motores de soldadoras de arco se marque el valor nominal en caballos de fuerza
- m) En los motores de corriente alterna de 373 watts (½ hp) nominales en adelante, la letra de código o la corriente de rotor bloqueado en amperes. En los motores polifásicos de rotor devanado, se debe omitir la letra de código
- n) La letra de diseño en los motores con diseño B, C o D
- o) En los motores de inducción de rotor devanado, la tensión del secundario y la corriente de plena carga
- p) En los motores síncronos excitados con corriente continua, la corriente y la tensión del campo
- q) Devanado: en los motores de corriente continua, derivación directa, derivación estabilizada, devanado compuesto o en serie. No se exigirá que esté marcado en los motores de corriente continua de potencia nominal fraccionaria y de 17.5 centímetros o menos de diámetro
- r) Los motores equipados con protección térmica, se deben marcar con “protegido térmicamente”. Se permitirá que los motores protegidos térmicamente de 100 watts nominales o menos, usen la marca abreviada “P.T.” (T.P.)
- s) Un motor que cumpla lo establecido debe llevar la inscripción “Protegido por impedancia”. Se permitirá que los motores protegidos por impedancia de 100 watts nominales o menos, usen la marca abreviada

- t) Los motores equipados con calentadores que evitan la condensación alimentados eléctricamente se deben marcar con la tensión nominal del calentador, el número de fases y la potencia nominal en watts

## 3.2. UBICACIÓN DE LOS MOTORES

### 3.2.1. VENTILACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los motores deben estar ubicados de modo que tengan ventilación adecuada y que el mantenimiento, como por ejemplo la lubricación de los rodamientos y el cambio de escobillas, puedan ser realizados fácilmente.

**Excepción:** No se exigirá ventilación para motores del tipo sumergible.

### 3.2.2. MOTORES ABIERTOS

Los motores abiertos que tengan conmutadores o anillos colectores deben estar ubicados o protegidos de modo que las chispas no puedan alcanzar a los materiales combustibles cercanos.

**Excepción:** Se permitirá la instalación de estos motores sobre pisos o soportes de madera.

### 3.2.3. EXPOSICIÓN A LA ACUMULACIÓN DE POLVO

En los lugares donde se pueda acumular polvo o material transportado por el aire, sobre los motores o dentro de ellos, en cantidades que puedan interferir gravemente con la ventilación o refrigeración de los mismos y, por consiguiente, dar lugar a temperaturas peligrosas, se deben utilizar tipos adecuados de motores encerrados que no se sobrecalienten en las condiciones de uso previstas.

#### **Nota Importante:**

En condiciones especialmente extremas, se puede requerir el uso de motores encerrados ventilados a través de tuberías o envolventes en cuartos separados herméticos al polvo, debidamente ventilados desde una fuente de aire limpia.

### 3.2.4. TERMINALES

#### 3.2.4.1. IDENTIFICACIÓN

Las terminales de los motores y controladores deben estar adecuadamente marcadas o de color cuando sea necesario para indicar las conexiones adecuadas.

#### 3.2.4.2. CONDUCTORES

Los controladores de los motores y las terminales de los dispositivos del circuito de control se deben conectar con conductores de cobre, excepto si están identificados para su uso con un conductor diferente.

#### 3.2.4.3. BARRERAS

En todos los centros de control de motores de acometida se deben instalar barreras que separen las barras colectoras de acometida y las terminales del resto del centro de control de motores, observe la Tabla 4.1.

### 3.2.5. DISPOSICIÓN DE LAS FASES

La disposición de las fases en las barras conductoras comunes de potencia trifásica, horizontales y verticales, debe ser A, B y C del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha vistas desde la parte frontal del centro de control de motores. La fase B debe ser la fase que tiene la mayor tensión a tierra en sistemas trifásicos 4 hilos conectados en delta. Se permitirán otras disposiciones de las barras colectoras para adiciones a instalaciones existentes, y se deben marcar.

Tensión nominal	Entre partes vivas de polaridad opuesta		Partes vivas a tierra
	Sobre la superficie milímetros	Libres en el aire	
120 volts nominales máximo	19	12	12
250 volts nominales máximo	31	19	12
600 volts nominales máximo	51	25	25

Tabla 4.1 Espacio mínimo entre partes metálicas desnudas

Fuente:NOM-001-SEDE

**Excepción:** Se permitirá que las unidades montadas por detrás conectadas a una barra conductora vertical que es común a las unidades montadas por el frente, tengan las fases en orden C, B, A, siempre que estén debidamente identificadas.

### 3.2.6. UBICACIÓN DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

#### 3.2.6.1. CONTROLADOR

Se debe proporcionar un medio de desconexión individual para cada controlador. El medio de desconexión se debe ubicar al alcance de la vista desde el lugar en que se encuentra el controlador.

**Excepción 1:** En los circuitos de motores de más de 600 volts nominales, se permitirá instalar fuera del alcance de la vista desde el controlador un medio de desconexión capaz de ser bloqueado en posición abierta, siempre que el controlador esté marcado con una etiqueta de advertencia que indique la ubicación del medio de desconexión.

**Excepción 2:** Se permitirá un solo medio de desconexión para un grupo de controladores coordinados que accionan varias partes de una sola máquina o pieza de un aparato. El medio de desconexión debe estar ubicado al alcance de la vista desde los controladores, y tanto el medio de desconexión como los controladores deben estar ubicados al alcance de la vista desde la máquina o aparato.

**Excepción 3:** No se exigirá que el medio de desconexión esté al alcance de la vista desde ensambles de válvulas activadas por motor que contengan el controlador donde tal ubicación introduce riesgos adicionales o los incrementa para las personas o la propiedad y se cumplan las condiciones de:

- El ensamble de válvulas activadas por motor está marcado con una etiqueta de advertencia que indica la ubicación

del medio de desconexión

- La previsión para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión se debe instalar sobre o en el desconectador o interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar con o sin el bloqueo instalado

#### **3.2.6.2. INDICADORES**

El medio de desconexión debe indicar claramente si está en la posición abierta (OFF) o cerrada (ON).

#### **3.2.6.3. DESCONECTADOR INDEPENDIENTE PARA EL MOTOR**

Un medio de desconexión para el motor se debe ubicar al alcance de la vista desde el motor y la maquinaria accionada.

#### **3.2.6.4. DESCONECTADOR CONTROLADO**

Se permitirá que el medio de desconexión del controlador que se exige según sirva como el medio de desconexión para el motor si está al alcance de la vista desde la ubicación del motor y de la maquinaria accionada.

Excepción: No se exigirá el medio de desconexión para el motor bajo la condición de que siempre que el medio de desconexión del controlador que se exige según, se pueda bloquear individualmente en la posición abierta.

La previsión para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión del controlador se debe instalar sobre o en el desconectador o interruptor automático usado como el medio de desconexión y debe permanecer en su lugar con o sin el bloqueo instalado.

- a) Cuando dicha ubicación del medio de desconexión para el motor no es factible o introduce peligros adicionales o los incrementa para las personas o la propiedad
- b) En instalaciones industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y de supervisión garantizan por medio de procedimientos de seguridad escritos, que únicamente personas calificadas prestan servicio al equipo debe proporcionar un anuncio permanente de advertencia sobre o adyacente a cada medio de desconexión.

**Excepción:** Cuando un motor reciba energía eléctrica desde más de una fuente, no se exigirá que

#### **Nota Importante:**

Algunos ejemplos de peligros adicionales o incrementados incluyen pero no se limitan a motores con valor nominal mayor a 100 caballos de fuerza, equipos de múltiples motores, motores sumergibles, motores asociados con accionamientos de velocidad ajustable y motores ubicados en lugares (clasificados) peligrosos.

#### **3.2.6.5. DESCONECTADOR DE AISLAMIENTO (SECCIONADOR)**

Para motores estacionarios de más de 30 kilowatts (40 hp) en corriente continua o de 75 kilowatts (100 hp) en corriente alterna, se permitirá que el medio de desconexión sea un interruptor para uso general o un seccionador, si están marcados claramente con la advertencia: "No operar bajo carga".

#### **3.2.6.6. ENERGÍA DESDE MÁS DE UNA FUENTE**

Los motores y los equipos accionados por motores que reciban energía eléctrica desde más de una fuente, deben estar dotados de medios de desconexión en cada una de las fuentes de alimentación, ubicados inmediatamente al lado del equipo alimentado. Se permitirá que cada fuente tenga un medio de desconexión separado. Cuando se suministran múltiples medios de desconexión, se el medio de desconexión de la fuente principal de alimentación al motor esté colocado inmediatamente al lado del motor, siempre que el medio de desconexión del controlador pueda ser bloqueado en posición abierta. Por lo menos uno de los medios de desconexión debe ser fácilmente accesible.

### **3.2.6.7. CONDUCTORES PUESTOS A TIERRA**

Se permitirá que un polo del medio de desconexión desconecte un conductor puesto permanentemente a tierra, siempre que el medio de desconexión esté diseñado de modo que el polo del conductor puesto a tierra no se pueda abrir sin desconectar simultáneamente todos los conductores del circuito.

### **3.2.7. MOTORES ESTACIONARIOS**

Los armazones de los motores estacionarios se deben poner a tierra en cualquiera de las circunstancias siguientes:

- a) Cuando estén alimentados por conductores con envoltente metálico
- b) Cuando estén en un lugar mojado y no estén aislados o resguardados
- c) Cuando estén en un lugar (clasificado) peligroso
- d) Si el motor funciona con algún terminal a más de 150 volts a tierra. Cuando el armazón del motor no esté puesto a tierra, debe estar aislado de la tierra en forma permanente y eficaz

## **3.3. MOTORES VERTICALES: INTERIORES Y EXTERIORES**

### **3.3.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN**

Antes de la instalación del motor se recomienda hacer una inspección visual al mismo.

#### **3.3.1.1. INSPECCIÓN VISUAL**

1. Verificar los datos de placa del motor
2. Revisar que el recubrimiento y los acabados estén en buenas condiciones, es decir, que la carcasa del motor no tenga abolladuras, rayones u otras señas de daño
3. Para todos los motores, mover la flecha y verificar que gire libremente
4. No remover las etiquetas para ensamble, almacenamiento, lubricación y operación
5. Revisar si las chumaceras del motor tienen líquido lubricante, si no es así, retire el líquido antioxidante, abriendo el sistema de drenaje de la chumacera y llenar con aceite los recipientes de la chumacera hasta el nivel normal, siempre usando el lubricante que recomienda el fabricante, generalmente el fabricante recomienda grasa de grado Premium
6. Si las chumaceras tienen lubricante de fábrica, verificar que no existan fugas o manchas

#### **3.3.1.2. COLOCACIÓN**

A continuación se describe la locación de motores de flecha hueca o flecha sólida:

Motor de flecha hueca

1. Manejar los motores con algún tipo de grúa, malacates, gatos, rodillos, cables o ganchos
2. Revisar que las superficies del cabezal de descarga, base de instalación del motor, estén limpias y libres de elementos extraños
3. Remover la cubierta del motor
4. Levantar y colocar el motor en su base insertando la flecha de carga en la flecha hueca del motor
5. Girar el plato de acoplamiento e instalar la cuña en el cuñero de la flecha de ajuste y el plato de acoplamiento
6. Ajustar la tuerca de la flecha y colocar el tornillo sujetador o tornillo prisionero de la tuerca

#### Motor de flecha sólida

1. Manejar los motores con algún tipo de grúa, malacates, gatos, rodillos, cables o ganchos
2. Revisar que las superficies del cabezal de descarga, en la zona donde se instala el motor, estén limpias y libres de elementos extraños. En caso de unir a la carga con cople:
  - a) Instalar la mitad del cople, el anillo retén bipartido y la cuña en la extensión de la flecha del motor
  - b) Levantar el motor de sus ganchos ubicados en la carcasa sobre el cabezal de la carga
  - c) Orientar y bajar el motor, colocarlo sobre el cabezal de la carga y alinear los tornillos de fijación de ambos elementos
  - d) Revisar el alineamiento angular de las dos mitades del cople
  - e) Colocar los tornillos de fijación sin apretar (flojos)
  - f) Revisar el sentido de rotación del motor
  - g) Efectuar el alineamiento longitudinal (vertical):
    - Colocar un indicador de carátula sobre la extensión de la flecha del motor
    - Ajustar el indicador, hacer contacto con la flecha superior
    - Girar la flecha del motor, registrar las lecturas en cuatro puntos opuestos (0°, 90°, 180° y 270°), para determinar la posición relativa entre la flecha del motor y la flecha superior de la carga
    - Ajustar la posición del motor sobre el cabezal de la carga de acuerdo a las lecturas del indicador de carátula, hasta obtener el alineamiento vertical de las flechas
  - h) Girar la mitad inferior del cople sobre la flecha superior de la carga hasta que la distancia entre las dos mitades sea de aproximadamente 19 milímetros del juego axial de la carga y colocar la cuña
  - i) Colocar los tornillos que unen las dos mitades del cople y apretar firmemente
  - j) Verificar nuevamente el alineamiento de las flechas

#### **3.3.1.3. CONEXIÓN A TIERRA**

Conectar la carcasa del motor a tierra.

#### **3.3.1.4. CONEXIONES**

1. Revisar que el sello de la caja de conexiones no presente daños y esté bien colocado
2. Hacer las conexiones del motor para la tensión de alimentación
3. Colocar terminales a los cables de fuerza
4. Conectar los cables de fuerza a las terminales de la caja de conexiones y ajustar la conexión
5. Cerrar la caja de conexiones sin dañar el sello
6. Conectar los cables de fuerza a las terminales del arrancador
7. Aislar las terminales con cinta vulcanizada
8. Revisar que todos los cables estén etiquetados e identificados

## **4. INSTALACIÓN DE CONDUCTORES Y CANALIZACIÓN**

### **4.1. CONDUCTORES**

Sólo se deben instalar conductores individuales, de los especificados en la Tabla 5.1.

Todos los conductores del mismo circuito y, el conductor puesto a tierra de los equipos y los conductores de unión, cuando se usen, deben estar instalados en la misma: canalización, canal auxiliar, charola portacables, ensamble de

conductores aislados en envoltentes, zanja, cable o cordón, a menos que se permita algo diferente, de acuerdo con los pasos del (1) al (3) siguientes:

1. Instalaciones en paralelo. Se permitirá tender los conductores en paralelo de acuerdo con las disposiciones de la NOM-001-SEDE. El requisito de tender todos los conductores del circuito dentro de la misma canalización, canal auxiliar, charola portacables, zanja, cable o cordón, se debe aplicar separadamente a cada porción de la instalación en paralelo y los conductores de puesta a tierra del equipo deben cumplir con las disposiciones de la NOM-001-SEDE
2. Conductores de puesta a tierra y de unión. Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén instalados afuera de la canalización o del ensamble de cable, para algunas instalaciones existentes, o para circuitos de corriente continua. Se permitirá la instalación de los conductores para la unión de los equipos en el exterior de las canalizaciones, de acuerdo con la NOM-001-SEDE
3. Envoltentes. Cuando un canal auxiliar está entre un tablero de distribución tipo columna y una caja de paso, y la caja de paso incluye terminales del neutro, se permitirá que los conductores del neutro de los circuitos alimentados desde el tablero de distribución se originen en la caja de paso

Hay que poner atención en la instalación de conductores cuando se instalen en paralelo. La instalación correcta debe realizarse formando grupos consistentes en no más de un conductor de fase o neutro para prevenir desbalanceo de la corriente eléctrica, lo que se traduce en calentamiento de los conductores sino se instalan correctamente.

#### **4.1.1. CONDUCTORES DE SISTEMAS DIFERENTES.**

##### **De 600 volts o menos**

Se permitirá que los conductores de circuitos de corriente directa y corriente alterna de 600 volts o menos ocupen el mismo envoltente, cable o canalización del alambrado.

Todos los conductores deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión máxima del circuito aplicado a cualquier conductor que se encuentre en el envoltente, cable o canalización.

##### **De más de 600 volts**

Los conductores de los circuitos de más de 600 volts no deben ocupar el mismo envoltente, cable o canalización del alambrado de equipos, que los conductores de circuitos de 600 volts o menos, a menos que se permita algo diferente en (a) hasta (c):

- a) Se permitirá que los conductores de excitación, de control, del relevador y del amperímetro usados en conexión con cualquier motor o arrancador individual ocupen el mismo envoltente que los conductores del circuito del motor
- b) En motores, ensambles de tableros de distribución y control y equipos similares, se permitirán conductores con aislamiento para diferentes tensiones
- c) En los pozos de visitas se permitirán conductores con aislamiento para diferentes tensiones, si los conductores de cada sistema están separados en forma eficaz y permanente de los conductores de los otros sistemas y sujetos firmemente a perchas, aisladores u otros soportes aprobados

##### **Protección contra daños físicos**

Los conductores, canalizaciones y cables deben estar debidamente protegidos cuando estén expuestos a daños físicos.

##### **ESPECIFICACIONES DE EQUIPO ELECTROMECAÁNICO DE POZOS PROFUNDOS**



#### 4.1.2. INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS

Los cables, tubos conduit u otras canalizaciones directamente enterradas, se deben instalar de modo que cumplan los requisitos de profundidad mínima de la h.

Se debe considerar que el interior de los envoltentes o canalizaciones subterráneas son lugares mojados. Los conductores y cables aislados instalados en estos envoltentes o canalizaciones subterráneas, deben estar aprobados para uso en lugares mojados. Todas las conexiones o empalmes en instalaciones subterráneas deben estar aprobadas para lugares mojados. Los cables subterráneos instalados bajo un edificio deben estar en una canalización.

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

1. Que salen desde el nivel del terreno. Los conductores y cables enterrados directamente que salen desde el nivel del terreno y que se especifican en las columnas 1 y 4 de la Tabla 5.2, se deben proteger con envoltentes o canalizaciones que se extiendan desde la profundidad mínima requerida en el inciso (a), hasta un punto situado a una distancia mínima de 2.50 metros sobre el acabado del terreno. No se exigirá en ningún caso que la protección requerida exceda los 45 centímetros por debajo del acabado del terreno.
2. Conductores que entran en edificios. Los conductores que entran en un edificio deben estar protegidos hasta el punto de entrada.
3. Conductores de acometida. Los conductores de acometidas subterráneas, que no están embebidos en concreto y que están enterradas 45 centímetros o más por debajo del nivel del terreno, deben tener identificada su ubicación por medio de una cinta de aviso colocada en la zanja cuando menos 30 centímetros por encima de la instalación subterránea.
4. Daño del envoltente o la canalización. Cuando la canalización o envoltente estén expuestas a daños, los conductores se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit de PVC Cédula 80 o su equivalente.

Se permitirá que los cables o conductores enterrados directamente estén empalmados o derivados sin utilizar cajas de empalme

No deben usarse rellenos que puedan dañar la canalización, los cables u otras subestructuras o, impedir la compactación adecuada del mismo o contribuir a la corrosión de los elementos de la instalación, tales como relleno que contenga rocas grandes, materiales de pavimento, escorias, materiales grandes y con ángulos agudos o material corrosivo. Cuando sea necesario proteger a la canalización o al cable contra daño físico, la protección debe proporcionarse por medio de rellenos de materiales granulados o seleccionados, cubiertas adecuadas, mangas apropiadas u otros medios aprobados.

El tubo conduit o canalizaciones por las cuales pudiera hacer contacto la humedad con partes vivas energizadas, deben sellarse en uno o ambos extremos.

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

En el extremo de un tubo conduit u otra canalización que termine bajo tierra y de la que salgan los conductores o

cables como en el método de alambrado directamente enterrado, se debe instalar un pasacable o accesorio terminal con una abertura integrada en forma de anillo aislador.

#### **Instalación de conductores con otros sistemas**

En las canalizaciones o charolas portacables que contengan conductores eléctricos no debe haber ningún tubo, tubería o similar para vapor, agua, aire, gas, drenaje o cualquier otro servicio que no sea eléctrico.

##### **4.1.3. ASEGURAMIENTO Y SOPORTES**

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

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

1. Cuando la canalización o medio de soporte estén identificados para ese propósito.
2. Cuando la canalización alberga conductores de alimentación de energía para equipo controlado eléctricamente, y se usa para apoyar conductores o cables de circuito Clase 2 que son únicamente para el propósito de conexión a los circuitos de control del equipo.

##### **4.1.4. INSTALACIÓN DE CANALIZACIONES**

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

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

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

##### **4.1.5. SOPORTE DE LOS CONDUCTORES EN CANALIZACIONES VERTICALES**

Los conductores en canalizaciones verticales se deben sujetar si la canalización vertical supera los valores de la Tabla 5.3. Debe haber un soporte para cables en la parte superior de la canalización vertical o lo más cerca posible de ella. Los soportes intermedios deben ser los necesarios para limitar la longitud del conductor sostenido, para que no sea mayor que los valores establecidos en la Tabla 5.3.

**Excepción:** Un cable con armadura de alambre de acero se debe sostener en la parte superior del tramo vertical con un soporte para cable que sujete a la armadura. Se permitirá instalar en el extremo inferior del conducto vertical un

dispositivo de seguridad que sostenga el cable, en el caso de que éste se deslice por el interior del soporte de la armadura de cable con alambre. Se permitirá instalar otros soportes adicionales de tipo cuña que alivien los esfuerzos causados en las terminales de los equipos por la expansión del cable bajo carga.

Los métodos de soporte y los intervalos para cables y conductores resistentes al fuego, deben cumplir con todas las limitaciones suministradas en la lista del sistema de protección del circuito eléctrico usado y, en ningún caso, deben exceder los valores de la Tabla 5.3.

Se debe utilizar uno de los siguientes métodos de soporte:

1. Dispositivos de sujeción contruistos con o que empleen cuñas aislantes, introducidas en los extremos de las canalizaciones. Cuando la sujeción del aislamiento no sostenga adecuadamente el cable, se debe sujetar también el conductor
2. Insertando cajas en los intervalos exigidos, en las que se hayan instalado soportes aislantes que se aseguren de una manera satisfactoria para soportar el peso de los conductores unidos a los mismos. Las cajas deben estar provistas con tapa
3. En las cajas de conexiones, doblando los cables no menos de 90° y llevándolos horizontalmente hasta una distancia no menor al doble del diámetro del cable, sobre dos o más soportes aislantes, y sujetados además mediante alambres de amarre, si se desea.

Quando se utilice este método, los cables se deben sujetar a intervalos no superiores al 20 por ciento de los establecidos en la Tabla 5.3.

#### **Corrientes inducidas en envolventes metálicas ferrosas o canalizaciones metálicas ferrosas**

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

Quando un solo conductor de corriente alterna pase a través de un metal con propiedades magnéticas, se deben reducir al mínimo los efectos de la inducción.

#### **4.1.6. REQUISITOS PARA INSTALACIONES DE MÁS DE 600 VOLTS**

Durante la instalación o después de ella, los conductores no se deben doblar a un radio menor a 8 veces el diámetro total para conductores no blindados, o 12 veces el diámetro total para conductores blindados o recubiertos de plomo. En cables multiconductores o cables de conductores sencillos agrupados con conductores blindados individualmente, el radio mínimo de curvatura es de 12 veces el diámetro de los conductores blindados individualmente o 7 veces el diámetro total, lo que sea mayor.

Las canalizaciones metálicas y los conductores asociados deben estar dispuestos de manera que se evite el calentamiento de la canalización, de acuerdo con las disposiciones aplicables.

##### **Instalaciones subterráneas**

Los conductores subterráneos se deben identificar para la tensión y las condiciones bajo las cuales se instalan. Los cables subterráneos se deben instalar de acuerdo con (1) o (2) siguientes, y la instalación debe cumplir los requisitos de ESPECIFICACIONES DE EQUIPO ELECTROMECÁNICO DE POZOS PROFUNDOS

profundidad de la Tabla 5.4.

1. Cables blindados y no blindados en ensambles de cables con armadura metálica. Los cables subterráneos, incluidos los cables no blindados, cables tipo MC y cables con cubierta metálica impermeable a la humedad. Se deben enterrar directamente o instalar en canalizaciones identificadas para ese uso
2. Otros cables no blindados. Los cables no blindados no tratados en el inciso anterior se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado o tubo conduit no metálico pesado, recubierto en no menos de 7.50 centímetros de concreto

El interior de envoltentes o canalizaciones instaladas bajo tierra se deben considerar como lugares mojados.

Los conductores aislados y los cables instalados en estos envoltentes o canalizaciones en instalaciones subterráneas se deben aprobar para su uso en lugares mojados. Cualquier conexión o empalme en una instalación subterránea debe ser aprobada para lugares mojados.

Los conductores que salen de la tierra se deben alojar en canalizaciones aprobadas. Las canalizaciones instaladas en postes deben ser de tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), marcado con el sufijo – XW, tubo conduit de PVC Cédula 80, o su equivalente, que se extienda desde la profundidad mínima requerida en la Tabla 5.3, hasta un punto a 2.50 metros sobre el nivel terminado del terreno. Los conductores que entran en un edificio se deben proteger mediante un envoltente o canalización aprobados, desde la profundidad de cubierta mínima hasta el punto de entrada. Los envoltentes metálicos se deben poner a tierra.

Las derivaciones y empalmes deben ser herméticos al agua y protegidos contra daños mecánicos.

## **4.2. TUBERÍAS CONDUIT**

Sistema de canalizaciones diseñado y construido para alojar conductores en instalaciones eléctricas de forma tubular, sección circular, metálicas o no metálicas de similar sección transversal con dispositivos integrales o asociados de acoplamiento, conexión y terminación.

### **4.2.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN**

Para las instalaciones es necesario contemplar el factor de relleno de la sección trasversal para los diferentes conduit y la cantidad de cables que pasan por éstos como se muestra de la Tabla 5.5 a la Tabla 5.20.

La Tabla 5.5 se aplica sólo a instalaciones completas de tubo conduit o tuberías y no a conductos o tuberías que se emplean para proteger a los cables expuestos contra daño físico.

Para calcular el por ciento de ocupación de los cables en tubo conduit, se deben tener en cuenta los conductores de puesta a tierra y unión de los equipos, cuando se utilicen. En los cálculos se debe utilizar la dimensión real y total de los conductores de puesta a tierra y unión de los equipos, tanto si están aislados como desnudos.

Cuando entre las cajas, gabinetes y envoltentes similares se instalan niples cuya longitud total no supera 60 cm., se permite que esos niples estén ocupados hasta el 60 por ciento de su sección transversal total y que no se apliquen los

factores de ajuste.

Para conductores, como por ejemplo los cables multiconductores y los cables de fibra óptica, se deben utilizar sus dimensiones reales.

Cuando se calcula el número máximo de conductores permitidos en tubo conduit, todos del mismo tamaño (incluido el aislamiento), se debe tomar el número inmediato superior si los cálculos del número máximo de conductores permitido dan un resultado decimal de 0.8 o superior.

Para calcular el por ciento de ocupación en tubo (conduit), un cable multiconductor o un cable flexible de dos o más conductores se debe considerar como un solo conductor. Para cables de sección transversal elíptica, el cálculo del área de su sección transversal se hace tomando el diámetro mayor de la elipse como diámetro de un círculo.

#### **4.2.1.1. INSPECCIÓN VISUAL**

1. Verificar que los conduit sean para las condiciones especificadas de instalación
2. Revisar cuidadosamente que cada tramo de conduit no presente daños visibles
3. Verificar que los siguientes accesorios (si existen) no presenten daños visibles en sus acabados y cuerdas:
  - a) Codos
  - b) Tes
  - c) Niples
  - d) Coples
  - e) Adaptadores en "S"
  - f) Abrazaderas
  - g) Monitores y contratueras
  - h) Cajas de conexiones
  - i) Soportes
4. Verificar que se tenga la tornillería adecuada de interconexión y montaje
5. Emplear las herramientas adecuadas y las medidas de seguridad recomendadas

#### **4.2.1.2. INSTALACIÓN DE TUBO CONDUIT METÁLICO PESADO TIPO RMC Y SEMIPESADO TIPO IMC**

##### **Usos permitidos**

En todas las condiciones atmosféricas y lugares, se permite el uso del tubo conduit metálico Ambientes

##### **Corrosivos**

Se permitirá el uso del tubo conduit metálico semipesado, codos coples y accesorios en el concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas sometidas a condiciones corrosivas fuertes, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.

### **Con relleno de cascajo**

Se permite instalar tubo conduit metálico semipesado en relleno de cascajo o debajo de él, donde éste sujeto a humedad permanente, si ésta protegido por todos los lados por una capa de concreto no menor a 5 centímetros; si el tubo conduit no ésta a menos de 45 centímetros bajo el relleno; o si ésta protegido contra la corrosión y se juzga adecuado para esas condiciones

### **Lugares mojados**

Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de material resistente a la corrosión o deben estar protegidos por materiales resistentes a la corrosión.

### **Dobleces: cómo se hacen**

Los dobleces del tubo conduit metálico pesado (RMC) y semipesado (IMC) se deben de hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente.

El radio de cualquier doblez hecho en obra, hasta la línea central del tubo conduit, no debe ser menor al indicado en la NOM-001-SEDE. Dobleces: Numero de dobleces

Entre puntos de alambrado, por ejemplo no debe de haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360 grados en total).

### **Escariado y roscado**

Todos los extremos cortados del tubo conduit se deben escariar o acabar de una forma adecuada para eliminar los bordes ásperos. Cuando el tubo conduit se enrosque en obra se debe utilizar una tarraja estándar con conicidad de 1 en 16 (3/4 de pulgada por pie).

#### **Sujeción y soporte**

El tubo conduit metálico pesado y semipesado se debe instalar como un sistema completo, cada tubo conduit metálico se debe sujetar y asegurar con uno de los siguientes métodos:

- El tubo conduit metálico pesado se debe asegurar bien en su sitio a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, cada caja de empalmes, caja de dispositivos, gabinete, u otra terminación de conduit
- Se permitirá aumentar la distancia de sujeción a 1.50 metros si los miembros estructurales no permiten una sujeción fácil dentro de los 90 centímetros
- El tubo conduit se deberá soportar a intervalos no mayores de 3.00 metros
- Se permitirá que los tramos verticales visibles desde las maquinas industrial o equipo estén soportados a intervalos no mayores a 6.00 metros, siempre y cuando el tubo conduit tenga coples roscados, éste soportado y fijo firmemente en la parte superior e inferior del tramo vertical y no haya disponible otro tipo de soporte intermedio
- Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit metálico soportado en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no mayores a 3 metros y asegurados firmemente a una distancia no mayor a 90 centímetros de los puntos de terminación.

#### **4.2.1.3. INSTALACIÓN DE TUBO CONDUIT METÁLICO FLEXIBLE TIPO FMC**

Tubo conduit metálico flexible (FMC). Canalización de sección transversal circular hecha de una banda metálica helicoidal y engargolada.

##### **Usos permitidos**

Se permitirá el uso del tubo conduit metálico flexible en lugares expuestos y ocultos.

##### **Usos no permitidos**

No se debe utilizar el tubo conduit flexible en las siguientes condiciones:

- En lugares mojados
- En fosos de ascensores
- En cuartos para baterías de acumuladores
- En cualquier lugar peligroso
- Cuando éste expuesto a materiales que tengan un efecto deteriorante sobre los conductores instalados, tales como aceite o gasolina
- Subterráneo o empotrado en concreto vaciado o de agregado
- Cuando éste expuesto a daño físico Desbaste

Todos los extremos cortados se deben desbastar o de otro modo darles un terminado para eliminar los bordes ásperos, excepto cuando se usen accesorios que se instalan con la rosca del tubo.

#### **4.2.1.4. Conexión a Tierra**

1. Conectar las tuberías de pared gruesa, intermedia y delgada a tierra
2. Se debe instalar en el tubo conduit un conductor separado de puesta a tierra del equipo
3. Aterrizar todas las cajas de conexiones

#### **4.2.1.5. INSTALACIÓN DE TUBO CONDUIT RÍGIDO DE POLICLORURO DE VINILO**

1. Emplear el conduit adecuado para la instalación
2. Si el conduit requiere cortes, emplear sierra de dientes finos
3. Si el conduit requiere curvas emplear una caja caliente:
  - a) Colocar tapones en los extremos de conduit para atrapar el aire caliente
  - b) Doblar el conduit de tal manera que no se deforme el diámetro interior

#### **4.2.1.6. UNIONES**

- a) Aplicar pegamento (solvente) en la junta y esperar que se ablande. Unir fuertemente de tal manera que sea hermética la unión
- b) Emplear coples o codos apropiados

### **4.3. TRINCHERAS**

#### **ESPECIFICACIONES DE EQUIPO ELECTROMECÁNICO DE POZOS PROFUNDOS**

Las trincheras son canalizaciones construidas a base de muros de concreto armado y cuyo propósito es canalizar y proteger el cableado de protección, control comunicaciones y fuerza de una subestación, las trincheras cuentan con tapas removibles que permiten la revisión y mantenimiento de dicho cableado, ver Ilustración 5.5.

#### **4.3.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN**

##### **4.3.1.1. INSPECCIÓN**

1. Verificar que el lugar de instalación tenga las dimensiones y condiciones requeridas
2. Verificar que se tiene el material, herramientas, y medidas de seguridad y señalización necesarias
3. Si la trinchera es de concreto prefabricado:
  - a) Revisar que las placas de concreto no presenten daños
  - b) Revisar que las tapas de concreto, fierro o fibra de vidrio, no presenten daños o deformaciones
  - c) Si la trinchera es de mampostería, verificar que existe todo el material requerido

##### **4.3.1.2. INSTALACIÓN**

1. Determinar la ruta de la zanja
2. Construir la zanja de las dimensiones y cambios de direcciones requeridos para el alojamiento de la trinchera, los soportes y los cables
3. Verificar que el fondo y las paredes de la zanja sean firmes, limpios y tengan el nivel requerido
4. Colocar o construir fondo y paredes, verificar que el fondo tenga una inclinación del 1 por ciento hacia el sistema de alcantarillado. Construir paredes de tal manera que los bordes superiores queden determinados centímetros arriba del nivel del terreno, para colocación de las tapas y protección contra la entrada de agua. Dar las curvas requeridas. Verificar alineaciones de paredes
5. Si las trincheras son construidas en campo, recubrir la base y paredes con mampostería. Si la instalación se realiza en terrenos húmedos con grandes filtraciones de agua, emplear impermeabilizantes en fondo y paredes
6. Si las trincheras son prefabricadas, unir bases y paredes con material adecuado, verificar su unión y consistencia
7. Si el terreno es normalmente seco y con filtración, se puede construir el fondo de tierra apisonada cubierta con una capa de grava de 15 centímetros de espesor
8. Si las trincheras entran a edificios, aislar con tabiques u otros materiales no combustibles para evitar la propagación de fuego
9. Fijar firmemente con tornillería adecuada los soportes de cables y accesorios (clemas aislantes, herrajes metálicos con correderas y ménsulas o charolas)
10. Si las tapas son de concreto y construidas en campo, preparar los moldes de las dimensiones requeridas y vaciar el cemento en ellos, verificar que no tengan deformaciones
11. Si las tapas son prefabricadas o hechas en campo, verificar que asientan bien sobre los bordes de la trinchera, para evitar la entrada de insectos o roedores. En la Ilustración 5.6 se muestra una trinchera de CFE

#### **4.3.2. INSPECCIÓN FINAL**

1. Revisar que los acabados de fondos, paredes, soportes y tapas de trincheras sean lo más tersos posibles y libres de aspereza o filos que puedan dañar los cables
2. Limpiar y retirar objetos existentes dentro de las trincheras



#### **4.4. REGISTROS**

Recinto subterráneo de dimensiones reducidas, donde se coloca algún equipo, cables y accesorios para ejecutar maniobras de instalación operación y mantenimiento.

##### **4.4.1. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN**

Antes de la instalación o construcción del registro se recomienda hacer una inspección al lugar de instalación y al material de construcción.

###### **4.4.1.1. INSPECCIÓN**

1. Se debe de realizar una inspección visual para verificar que la instalación se haga en los lugares que se indican en los planos del proyecto y que tenga las dimensiones y condiciones requeridas, de acuerdo con los planos de la obra civil
2. Verificar que se tiene el material, herramientas, medidas de seguridad y señalización necesarias
3. Seleccionar los registros de acuerdo a su uso con base a CFE-BTM-EOCEMAH:
  - a) Revisar que los registros de concreto, fierro o fibra de vidrio prefabricadas, no presenten daños o deformaciones

###### **4.4.1.2. INSTALACIÓN**

Obra civil

1. Trazo
2. Señalización y protección
3. Excavación de zanja
4. Banco de ductos
5. Suministro de material para relleno producto de banco
6. Relleno compactado y nivelado

Obra electromecánica

1. Almacenaje
2. Revisión de cable de potencia
3. Equipos y herramientas necesarias para el cableado
4. Instalación del cable
5. Instalación de accesorios
6. Instalación y conexión de transformador

###### **4.4.1.3. INSPECCIÓN FINAL**

1. Revisar que los acabados de fondos, paredes, soportes y tapas de registros sean lo más tersos posibles y libres de aspereza o filos que puedan dañar los cables
2. Limpiar y retirar objetos existentes dentro de los registros

#### **4.5. CHAROLAS**

Unidad o ensamble de unidades o secciones con sus accesorios asociados, que forman un sistema estructural utilizado

ESPECIFICACIONES DE EQUIPO ELECTROMECAÁNICO DE POZOS PROFUNDOS

para asegurar o soportar cables y canalizaciones.

#### **4.5.1. USOS PERMITIDOS**

Se permitirá el uso de charolas portacables como sistema de soporte para conductores de acometida, alimentadores, circuitos derivados, circuitos de comunicaciones, circuitos de control y circuitos de señalización.

Las instalaciones de charolas portacables no se deben limitar a los establecimientos industriales. Cuando están expuestas a los rayos directos del sol, los conductores aislados y los cables con aislamiento y cubierta deben estar identificados como resistentes a la luz solar (SR). Las charolas portacables y accesorios asociados deben estar identificados para el uso previsto. Todos los cables de energía y control para instalación en charolas portacables deben ser no propagadores de la flama e identificados para tal fin. El marcado CT contempla esta característica.

Se permitirá utilizar charolas portacables no metálicas en áreas corrosivas y en las que se requiera aislamiento de tensión.

#### **4.5.2. USOS NO PERMITIDOS**

No se deben utilizar sistemas de charolas portacables en los fosos de los ascensores o donde puedan estar sujetos a daños físicos.

#### **4.5.3. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN**

##### **4.5.3.1. SISTEMA COMPLETO**

Las charolas portacables se deben instalar como un sistema completo. Si se hacen curvas o modificaciones durante la instalación de un sistema de charolas metálico, se deben hacer de manera que se mantenga la continuidad eléctrica del sistema de charola portacables y el soporte de los cables. Se permitirá que los sistemas de charolas portacables tengan segmentos mecánicamente discontinuos entre tramos de charolas portacables o entre tramos de charolas portacables y los equipos.

##### **4.5.3.2. CUBIERTAS**

En las partes o tramos en los que se requiera mayor protección, se deben instalar cubiertas o envolventes que proporcionen la protección requerida y que sean de un material compatible con el de la charola portacables.

##### **4.5.3.3. PAREDES Y DIVISIONES**

Se permitirá que las charolas portacables se prolonguen transversalmente a través de paredes y divisiones o verticalmente a través de pisos y plataformas en lugares mojados o secos cuando las instalaciones, completas con los cables instalados, se realicen de acuerdo con los requisitos de las instalaciones eléctricas en espacios vacíos, ductos verticales y ductos de ventilación o de manejo de aire que deben hacerse de modo que la posible propagación de fuego o de productos de la combustión no sea incrementada substancialmente. Las aberturas alrededor de los elementos eléctricos que pasan a través de paredes, tabiques, pisos o techos resistentes al fuego, deben protegerse contra el fuego por métodos adecuados, para mantener la resistencia contra fuego.

##### **4.5.3.4. ACCESO ADECUADO**

Las charolas portacables deben estar expuestas y accesibles, con algunas excepciones. Alrededor de las charolas

portacables se debe dejar y mantener un espacio suficiente que permita el acceso adecuado para la instalación y mantenimiento de los cables.

#### **4.5.3.5. CANALIZACIONES, CABLES Y CAJAS SOPORTADOS POR EL SISTEMA DE CHAROLAS PORTACABLES**

En instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de charolas portacables es atendido únicamente por personas calificadas y el sistema de charolas porta cables esté diseñado e instalado de modo que puedan soportar la carga, se permitirá que tales sistemas soporten las canalizaciones, cables, cajas de salida, de dispositivos, de paso y de empalmes, dependiendo de su utilización; así como de los registros.

#### **4.5.3.6. TERMINADO ANTES DE LA INSTALACIÓN**

Cada tramo de la charola portacables debe estar terminado antes de la instalación de los cables.

Para la terminación de las canalizaciones en la charola, se debe utilizar una abrazadera aprobada para cable en charola o un adaptador para sujetar firmemente la canalización al sistema de la charola portacables. El soporte y la sujeción adicionales de la canalización deben estar acordes con los requisitos del artículo correspondiente a la canalización. Para canalizaciones o cables tendidos en paralelo, y fijos a la parte inferior o lateral de un sistema de charola portacables, el soporte y la sujeción deberán cumplir los requisitos del artículo apropiado sobre la canalización o cable. Para cajas fijas a la parte inferior o lateral de un sistema de charola portacables, el soporte y la sujeción deben estar de acuerdo con los requisitos de soporte.

#### **4.5.3.7. SOPORTES**

Los envoltentes a que se refiere este punto deben tener soportes que estén de acuerdo con una o más de las disposiciones siguientes:

##### **Montaje superficial**

Un envoltente montado en un edificio u otra superficie se debe fijar en su lugar de forma rígida y firme. Si la superficie no proporciona un soporte rígido y firme, se debe suministrar un soporte adicional que esté acorde con otras disposiciones de esta sección.

##### **Montaje estructural**

Un envoltente sostenido de un elemento estructural de un edificio o bajo el piso debe estar sostenido rígidamente, bien sea directamente o mediante la utilización de una abrazadera metálica, de polímeros o de madera.

- Los clavos y tornillos, cuando se emplean como medio de sujeción, se deben fijar utilizando ménsulas en el exterior del envoltente, o deben pasar a través del interior a una distancia no mayor a 6 milímetros de la parte posterior o de los extremos del envoltente. No se permitirá que los tornillos pasen a través de la caja a menos que la rosca de los tornillos dentro de la caja estén protegidas utilizando medios aprobados para evitar daños al aislamiento del conductor
- Las abrazaderas metálicas deben estar protegidas contra la corrosión y tener espesor que no sea menor a 0.5 milímetros antes de recubrirlo. Las abrazaderas de madera deben tener una sección transversal no menor de 2.50 x 5.00 centímetros. Las abrazaderas de madera en lugares mojados deben tener un tratamiento para esas condiciones. Las abrazaderas de polímeros deben estar identificadas como adecuadas para el uso

### **Montaje en superficies terminadas**

Un envolvente montado en una superficie terminada debe estar fijo a ella de manera rígida por medio de abrazaderas, anclajes o accesorios identificados para la aplicación.

### **Plafones suspendidos**

Un envolvente montado en los elementos estructurales o de soporte de un plafón suspendido, debe tener un tamaño no mayor a 1 640 cm<sup>3</sup> y debe estar sujetado y asegurado en su lugar, según se indica en lo siguiente:

- Elementos del armazón. Un envolvente debe estar sujeto a los elementos del armazón con medios mecánicos tales como pernos, tornillos o remaches, o utilizando grapas u otros medios de aseguramiento identificados para el uso con el(los) tipo(s) de elemento(s) del armazón del plafón y del(los) envolvente(s) utilizado(s). Los elementos del armazón deben estar adecuadamente soportados, sujetos y asegurados entre sí y a la estructura del edificio
- Alambres de soporte. El envolvente se debe sujetar, utilizando métodos identificados para tal propósito, al alambre o los alambres de soporte del plafón, incluidos cualquier alambre de soporte adicionales instalados para ese propósito. El alambre o los alambres de soporte utilizados para el soporte del envolvente deben estar sujetos en cada extremo de forma tal que queden tensos dentro de la cavidad del plafón

### **Envolventes con soporte en la canalización, sin dispositivos, luminarias ni portalámparas**

Un envolvente que no contenga dispositivos diferentes de aquellos para empalme, que no brinde apoyo a luminarias, portalámparas u otros equipos, y que esté soportado por las canalizaciones que entran, debe tener un tamaño que no exceda 1 640 cm<sup>3</sup>.

El envolvente debe tener entradas roscadas o bujes identificados para ese propósito. Debe estar asegurado por dos o más tubos conduit roscados, apretados con la llave adecuada dentro del envolvente o los bujes. Cada tubo conduit se debe fijar a menos de 90 centímetros del envolvente, o de 45 centímetros del envolvente si todos los tubos conduit entran por el mismo lado.

**Excepción:** Se permitirá que los siguientes métodos de alambrado brinden soporte a una caja de cualquier tamaño, incluyendo una caja construida únicamente con una entrada de tubo conduit, siempre y cuando el tamaño de la caja no sea mayor al tamaño más grande del tubo conduit o la tubería:

- Tubo conduit metálico semipesado, Tipo IMC
- Tubo conduit metálico pesado, Tipo RMC
- Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, Tipo PVC
- Tubo conduit de resina termofija reforzada, Tipo RTRC
- Tubería metálica eléctrica, Tipo EMT

### **Envolventes soportadas en la canalización, con dispositivos, luminarias o portalámparas**

Un envolvente que contenga dispositivos diferentes de aquellos para empalme, que soporten luminarias, portalámparas u otros equipos y que esté soportado por las canalizaciones que entran, debe tener un tamaño que no exceda 1 640 cm<sup>3</sup>.

**El envolvente debe tener entradas roscadas o bujes identificados para ese propósito**

Debe estar soportado por dos o más tubos conduit roscados apretados con la llave adecuada dentro del envoltente o bujes. Cada tubo conduit debe estar soportado a una distancia no mayor a 45 centímetros del envoltente.

**Excepción 1:** Se permitirá que el tubo conduit metálico pesado o el metálico semipesado brinden soporte a una caja de cualquier tamaño, incluyendo una caja con una sola entrada, siempre y cuando el tamaño de la caja no sea mayor al tamaño más grande del tubo conduit.

**Excepción 2:** Se permitirá que un tramo ininterrumpido de tubo conduit metálico pesado o metálico semipesado brinde soporte a una caja utilizada para sostener una luminaria o un portalámparas, o para dar soporte a un envoltente para cableado que es parte integral de una luminaria y se usa en lugar de una caja, según se establece cuando se cumplen todas las siguientes condiciones:

- El tubo conduit está sujeto firmemente en un punto, de modo que la longitud del tubo conduit más allá del último punto de soporte no exceda los 90 centímetros
- La longitud ininterrumpida del tubo conduit antes del último punto de soporte del tubo conduit es de 30 centímetros o más, y esa porción del tubo conduit está sujeta firmemente en algún punto a no menos de 30 centímetros desde su último punto de soporte
- Cuando son accesibles a personas no calificadas, las luminarias o los portalámparas están por lo menos a 2.50 metros por encima del suelo o del área para estar de pie, medidos hasta su punto más bajo; y por lo menos a 90 centímetros medidos horizontalmente a una elevación de 2.50 metros desde las ventanas, puertas, pórticos, escaleras de incendios o lugares similares
- Una luminaria soportada por un solo tubo conduit que no excede los 30 centímetros en cualquier dirección desde el punto de entrada del tubo conduit
- El peso soportado por cualquier tubo conduit individual no excede los 9 kilogramos
- En el extremo de la luminaria o el portalámparas, el tubo conduit está apretado firmemente con la llave adecuada dentro de la caja o el envoltente de alambrado integral, o en los bujes identificados para ese propósito. Cuando se utiliza una caja para soporte, la luminaria se debe fijar directamente a la caja o por medio de un niple de tubo conduit roscado cuya longitud sea de 7.50 centímetros o menos Envoltentes en concreto o mampostería

Un envoltente empotrado debe estar identificado como protegido adecuadamente contra la corrosión y empotrado de manera firme en concreto o mampostería.

### **Cajas suspendidas**

Se permite que las cajas estén colgadas, cuando cumplan con las condiciones siguientes:

- Cordón flexible. Una caja debe estar sostenida por un cable o un cordón multiconductor de una manera aprobada, que proteja los conductores contra la tensión, tal como un conector de alivio atornillado a una caja con un buje
- Tubo conduit. Las cajas que brinden soporte a portalámparas o luminarias, o a los envoltentes de alambrado dentro de las luminarias utilizadas en lugar de las cajas, deben estar sostenidas por medio de tramos de tubo conduit metálico semipesado o pesado. Los tramos con longitud mayor a 45 centímetros, se deben conectar al sistema de alambrado con accesorios flexibles adecuados para el lugar. En el extremo de la luminaria, el tubo conduit debe estar enroscado firmemente con llave adecuada dentro de la caja o el envoltente del alambrado, o en los bujes identificados

para ese propósito

Cuando están soportadas únicamente por un solo tubo conduit, se debe evitar que las uniones roscadas se aflojen mediante el uso de tornillos de presión u otros medios eficaces, o la luminaria, en cualquier punto, debe estar por lo menos a 2.50 metros por encima del suelo o del área para estar de pie, y por lo menos a 90 centímetros medidos horizontalmente a una elevación de 2.50 metros desde las ventanas, puertas, pórticos, escaleras de incendios o lugares similares.

Una luminaria sostenida por un sólo tubo conduit no debe exceder los 30 centímetros en cualquier dirección horizontal desde el punto de entrada del tubo conduit.

### **Marcado**

En las charolas portacables que contienen conductores con una tensión de más de 600 volts, debe haber señales permanentes y legibles de advertencia en las que se indique el siguiente texto: “PELIGRO - ALTA TENSIÓN - MANTENGASE ALEJADO”, colocadas en un lugar fácilmente visible en las charolas portacables. El espaciamiento de las señales de advertencia no debe exceder 3.00 metros.

### **Tuberías con servicios no eléctricos en proximidad a los soportes tipo charola**

La separación entre soportes tipo charola y otras tuberías con servicios no eléctricos, no debe ser menor que 60 centímetros.

## **4.5.3.8. INSTALACIÓN DE CABLES Y CONDUCTORES**

### **Cables multiconductores de 600 volts o menos**

En la misma charola se permitirá instalar cables multiconductores de 600 volts o menos.

Cables de más de 600 volts

Los cables de más de 600 volts y aquellos de 600 volts o menos, instalados en la misma charola portacables, deben cumplir con cualquiera de las siguientes condiciones:

- Los cables para tensiones de más de 600 volts son del tipo MC
- Los cables para tensiones de más de 600 volts están separados de los cables de 600 volts o menos, por una barrera sólida fija de un material compatible con la charola portacables

### **Conectados en paralelo**

Cuando los cables monoconductores que conforman cada fase, neutro o conductor puesto a tierra de un circuito de corriente alterna se conecten en paralelo, tal como lo permite la NOM-001-SEDE, los conductores se deben instalar en grupos que consten de no más de un conductor por fase, neutro o conductor puesto a tierra, para evitar desequilibrios de corrientes en los conductores en paralelo debidas a la reactancia inductiva.

Los conductores individuales se deben atar y asegurar en grupos de circuitos, para evitar movimiento excesivo debido a las fuerzas magnéticas de la corriente de falla, a menos que los conductores individuales estén cableados

conjuntamente, por ejemplo en ensambles de tres cables.

### **Conductores individuales**

Cuando cualquiera de los conductores individuales instalados en una charola portacables tipo malla, de escalera o fondo ventilado sea del tamaño 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) hasta 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), todos los conductores individuales se deben instalar en una sola capa. Se permitirá que los conductores que están atados conjuntamente para abarcar cada grupo de un circuito, se instalen en forma diferente de una sola capa.

#### **4.5.3.9. Número de cables o conductores**

El número de cables multiconductores de 2 000 volts o menos, permitidos en una sola charola portacables, no debe exceder lo establecido en esta sección. Los tamaños de los conductores que se indican, se aplican tanto a conductores de cobre como de aluminio, ver Tabla 5.21.

#### **Charolas portacables tipo escalera, tipo malla o fondo ventilado que contienen cualquier combinación de cables**

Cuando una charola portacables de escalera, malla o fondo ventilado contenga cables multiconductores de fuerza o de alumbrado o cualquier combinación de cables multiconductores de fuerza, alumbrado, control y señalización, el número máximo de cables debe cumplir con lo siguiente:

- Si todos los cables son de tamaño 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) o más grandes, la suma de los diámetros de todos los cables no debe exceder el ancho de la charola y los cables deben ir instalados en una sola capa. Cuando la ampacidad del cable está determinada, el ancho de la charola portacables no debe ser menor a la suma de los diámetros de los cables y la suma de los anchos de las separaciones exigidas entre los cables
- Si todos los cables son de tamaño menor de 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el área de ocupación máxima de cables permitida en la columna 1 de la Tabla 5.21 para el ancho correspondiente de la charola portacables
- Si en la misma charola portacables se instalan cables de tamaño 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) o mayores, con cables de tamaño menor que 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables inferiores al 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) no debe exceder el área de ocupación máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 5.21, para el ancho apropiado de la charola. Los cables de tamaño 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) y más grandes se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos

#### **Charolas portacables de escalera, malla o fondo ventilado que contienen cables multiconductores de control y/o señalización únicamente**

Cuando una charola portacables de escalera, malla o fondo ventilado, con una profundidad interior útil de 15 centímetros o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señalización, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables en cualquier sección transversal no debe exceder el 50 por ciento del área de la sección transversal interior de dicha charola.

Se debe usar una profundidad de 15 centímetros para calcular el área de la sección interior permisible de cualquier charola portacables que tenga una profundidad interior útil de más de 15 centímetros.

#### **Charolas portacables de fondo sólido que contienen cualquier combinación de cables**

Cuando haya charolas portacables de fondo sólido con cables multiconductores de fuerza o alumbrado o cualquier combinación de cables multiconductores de fuerza, alumbrado, señales y control, el número máximo de cables debe cumplir con lo siguiente:

- Si todos los cables son de 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) o mayores, la suma de los diámetros de todos los cables no debe exceder el 90 por ciento del ancho de la charola y los cables deben estar instalados en una sola capa
- Si todos los cables son de menos tamaño de 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el área de ocupación máxima de cables permitida en la columna 3 de la Tabla 5.21, para el ancho apropiado de la charola
- Si en la misma charola se instalan cables de tamaño 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) o más grandes, con cables de menor tamaño de 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables de tamaño menor de 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) no debe exceder el área de ocupación máxima permitida resultante del cálculo de la columna 4 de la Tabla 5.21 para el ancho correspondiente de la charola. Los cables del 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) y más grandes se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos

#### **Charolas de fondo sólido que contienen cables multiconductores de control y/o señalización solamente**

Cuando una charola portacables de fondo sólido, con una profundidad interior útil de 15 centímetros o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señalización, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables en cualquier sección transversal de la charola no debe exceder el 40 por ciento del área de la sección transversal interior de dicha charola.

Se debe usar una profundidad de 15 centímetros para calcular el área máxima de la sección interior permisible de cualquier charola portacables que tenga una profundidad interior útil de más de 15 centímetros.

#### **Charolas portacables de canal ventilado que contienen cables multiconductores de cualquier tipo**

Cuando las charolas portacables de canal ventilado contengan cables multiconductores de cualquier tipo, se debe aplicar lo siguiente:

- Cuando se instale solamente un cable multiconductor, el área de su sección transversal no debe exceder el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 5.22
- Cuando se instale más de un cable multiconductor, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el valor especificado en la columna 2 de la Tabla 5.22

#### **Charolas portacables de canal sólido**

Cuando las charolas portacables de canal sólido contengan cables multiconductores de cualquier tipo, se debe aplicar lo siguiente:

- Cuando se instale solamente un cable multiconductor, el área de su sección transversal no debe exceder el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 5.23
- Cuando se instale más de un cable multiconductor, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el valor especificado en la columna 2 de la Tabla 5.23



#### **4.5.3.10. NÚMERO DE CABLES DE UN SOLO CONDUCTOR DE 2 000 VOLTS O MENOS EN CHAROLAS PORTACABLES**

El número de cables de un solo conductor de 2 000 volts o menos, permitidos en una sola sección de una charola portacables, no debe exceder los requisitos de esta sección.

Los conductores individuales o los ensambles de conductores se deben distribuir uniformemente a lo ancho de toda la charola.

Los tamaños de los conductores, se aplican tanto a conductores de cobre como de aluminio.

Charolas portacables de tipo escalera o de fondo ventilado

Cuando una charola portacables tipo malla, de escalera o de fondo ventilado contenga cables de un solo conductor, el número máximo de dichos cables debe cumplir los siguientes requisitos:

- Si todos los cables son de 507 mm<sup>2</sup> (1 000 kcmil) o mayores, la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho de la charola y todos los cables se deben instalar en una sola capa. Se permitirá que los conductores que están atados conjuntamente para abarcar cada grupo de un circuito, se instalen en forma diferente de una sola capa
- Si todos los cables son de 127 mm<sup>2</sup> (250 kcmil) hasta 456 mm<sup>2</sup> (900 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables de un solo conductor, no debe exceder el área de ocupación máxima permitida en la columna 1 de la Tabla 5.24 para el ancho correspondiente de la charola
- Si se instalan en la misma charola cables de un solo conductor de 507 mm<sup>2</sup> (1 000 kcmil) o mayores con cables de un solo conductor menores a 507 mm<sup>2</sup> (1 000 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables menores a 507 mm<sup>2</sup> (1 000 kcmil) no debe exceder el área de ocupación máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 5.24 para el ancho correspondiente de la charola
- Cuando cualquiera de los cables de un solo conductor instalados sea de 21.2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) hasta 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho de la charola

#### **Charolas de canal ventilado**

Cuando una charola portacables de canal ventilado de 5, 7.50, 10 o 15 centímetros de ancho contenga cables de un solo conductor, la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho interior del canal.

#### **4.5.3.11. NÚMERO DE CABLES DE MEDIA TENSIÓN Y TIPO MC (MÁS DE 2 000 VOLTS) EN CHAROLAS PORTACABLES**

El número de cables de más de 2 000 volts permitido en una sola charola portacables no debe exceder los requisitos de esta sección. La suma de los diámetros de los cables de un solo conductor y multiconductores no debe exceder el ancho de la charola portacables y los cables deben estar instalados en una sola capa.

Cuando los cables de un solo conductor vayan en grupos de tres conductores o cuatro conductores o atados formando grupos por circuitos, la suma de los diámetros de los conductores individuales no debe exceder el ancho de la charola portacables y estos grupos se deben instalar en un sola capa.

#### 4.5.3.12. SUJECCIÓN Y SOPORTE

##### Charolas portacables

Las charolas portacables se deben soportar a intervalos definidos en las instrucciones de instalación.

##### Cables y conductores

Los cables y conductores deben ser asegurados y soportados por el sistema de charolas portacables de acuerdo con:

- En tramos distintos de los horizontales, los cables se deben sujetar y asegurar firmemente a los miembros transversales de las charolas
- Se proporcionarán soportes para evitar la tensión en los cables cuando entran en canalizaciones desde los sistemas de charolas portacables
- El sistema debe ofrecer soporte a los métodos de alambrado de canalizaciones y cables según lo establecido en sus correspondientes artículos. Cuando las charolas portacables soportan conductores individuales y cuando los conductores pasan de una charola portacables a otra, o de una charola portacables a canalizaciones o equipos en donde los conductores terminan, la distancia de soporte entre las charolas portacables o entre la charola portacables y la canalización o el equipo no debe ser mayor de 1.80 metros. Los conductores se deben asegurar a la charola portacables en la transición y se deben proteger de daño físico mediante un dispositivo de protección o una ubicación adecuada

##### Tubo conduit y tubería con pasacables

No se exigirá la instalación de una caja, cuando los cables o conductores estén instalados en tubo conduit o tuberías con pasacables utilizados para soporte o protección contra daño físicos. Empalmes de cables

Se permitirá que dentro de una charola portacables haya empalmes hechos y aislados con métodos aprobados, siempre que sean accesibles. Se permitirá que los empalmes sobresalgan por encima de los peraltes cuando no estén sometidos a daño físico.

#### 4.5.3.13. PUESTA A TIERRA Y UNIÓN

##### Charolas portacables metálicas

Se permitirá utilizar las charolas portacables metálicas como conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando la supervisión y el mantenimiento continuo aseguren que personas calificadas atenderán al sistema instalado de charolas portacables y las charolas portacables cumplen con las disposiciones de esta sección

Las charolas portacables metálicas que soporten conductores eléctricos se deben poner a tierra tal como se exige para los envoltentes de conductores.

Las charolas portacables metálicas que contienen solamente conductores que no sean de fuerza deben ser eléctricamente continuas a través de las conexiones aprobadas o el uso de un puente de unión no menor a 5.26 mm<sup>2</sup> (10 AWG), ver Tabla 5.25.

### **Sistemas de charolas portacables de acero o aluminio**

Se permitirá utilizar como conductor de puesta a tierra de equipos las charola portacables de acero o aluminio, siempre que se cumplan todos los siguientes requisitos:

- Las secciones de la charola portacables y los accesorios están identificados como conductor de puesta a tierra de equipos
- El área mínima de la sección transversal de la charola portacables debe cumplir con los requisitos de la Tabla 5.25
- Todas las secciones de la charola portacables y los accesorios deben estar marcados de manera legible y duradera, indicando el área de la sección transversal de la charola metálica de canal o las charolas portacables de una pieza, y el área de la sección transversal total de ambos peraltes en las charolas de tipo escalera o de fondo
- Las secciones de una charola portacables, los accesorios y las canalizaciones conectadas están unidas, según lo especificado, usando conectores metálicos atornillados o puentes de unión dimensionados e instalados según aplique

### **Transiciones**

Cuando los sistemas de charolas portacables son mecánicamente discontinuos, según se permite se usa un puente de unión dimensionado según aplique.

### **Nota Importante:**

Ejemplos de conductores que no son de fuerza: cables de fibra óptica, y circuitos de clase 2 y 3 de control remoto, señalización y de potencia limitada.

### **4.5.3.14. AMPACIDAD DE CABLES DE 2 000 VOLTS O MENOS, EN CHAROLAS PORTACABLES**

#### **Cables multiconductores**

La ampacidad permisible de los cables multiconductores de 2 000 volts o menos, debe ser como se establece en lo siguiente:

- Los factores de ajuste se deben aplicar únicamente a cables multiconductores con más de tres conductores portadores de corriente. La factores de ajuste se deben limitar al número de conductores portadores de corriente en el cable y no al número de conductores en la charola portacables
- Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, no se permitirá que los cables multiconductores tengan más del 95 por ciento de la ampacidad permisible
- Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en charolas sin cubiertas, manteniendo una separación entre cables no menor al diámetro de un cable la ampacidad no debe exceder las ampacidades permisibles, corregidas para la temperatura ambiente, de los cables multiconductores, con no más de tres conductores aislados de 0 a 2 000 volts al aire libre

#### **Cables de un solo conductor**

La ampacidad de los cables de un solo conductor o de los conductores individuales juntos (en grupos de tres conductores, cuatro conductores, etc.) de 2 000 volts o menos, debe cumplir lo siguiente :

- La ampacidad de los cables de un solo conductor de 304 mm<sup>2</sup> (600 kcmil) y mayores en charolas portacables sin cubiertas, no debe exceder el 75 por ciento de la ampacidad permisible establecida. Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de 304 mm<sup>2</sup> (600 kcmil) y más, no debe exceder el 70 por ciento de la ampacidad según norma NOM-001-SEDE
- Cuando estén instalados, la ampacidad de los cables de un solo conductor de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) a 253 mm<sup>2</sup> (500 kcmil) en charolas sin cubiertas, no debe exceder el 65 por ciento de la ampacidad permisible establecida. Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de tapas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) a 253 mm<sup>2</sup> (500 kcmil) no debe exceder el 60 por ciento de la ampacidad permisible según norma NOM-001-SEDE
- Cuando se instalen conductores individuales en una sola capa en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo una separación entre los conductores individuales no menor al diámetro de un cable entre los conductores individuales, la ampacidad de los cables de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible establecida por norma
- Cuando se instalen conductores individuales en configuración triangular o cuadrada en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo un espacio de aire libre no menor a 2.15 veces el diámetro exterior del conductor más grande contenido en la configuración, entre las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los cables de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de 2 o 3 conductores individuales aislados de 0 a 2 000 volts sostenidos en un mensajero, según la norma NOM-001-SEDE

#### **Combinaciones de cables multiconductores y cables de un solo conductor**

Cuando una charola portacables tiene una combinación de cables multiconductores y de un solo conductor, la ampacidad permisible debe ser la indicada en la norma para los cables multiconductores y para cables de un solo conductor, siempre que se apliquen las siguientes condiciones:

- La suma del área de ocupación del cable multiconductor como porcentaje del área de ocupación permisible para la charola, y el área de ocupación del cable de un solo conductor como porcentaje del área de ocupación permisible de la charola, totaliza no más del 100 por ciento

#### **4.5.3.15. AMPACIDAD DE CABLES DE MEDIA TENSIÓN Y TIPO MC (DE MÁS DE 2 000 VOLTS) EN CHAROLAS PORTACABLES**

La ampacidad de cables de más de 2 000 volts no debe exceder los requisitos siguientes:

- Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, se permitirá como máximo el 95 por ciento de la ampacidad permisible de acuerdo a norma, para los cables multiconductores
- Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en charolas portacables sin tapas, manteniendo una separación entre cables no menor al diámetro de un cable, su ampacidad no debe exceder las ampacidades permisibles por la norma NOM-001-SEDE

#### **Cables de un solo conductor (de más de 2 000 volts)**

La ampacidad de los cables de un solo conductor o los conductores individuales en grupos de tres conductores trenzados, cuatro conductores trenzados, etc., deben cumplir lo siguiente:

- La ampacidad de los cables de un solo conductor de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores en charolas portacables sin cubiertas, no debe exceder el 75 por ciento de la ampacidad permisible de su norma. Cuando las charolas portacables estén cubiertas por más de 1.80 metros de tapas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de un solo conductor de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores no debe exceder el 70 por ciento de la ampacidad permisible de su norma
- Cuando se instalen cables de un conductor individual en una sola capa en charolas sin cubiertas, manteniendo una separación entre conductores individuales no menor al diámetro de un cable, la ampacidad de los cables de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de lo especificado en la norma
- Cuando se instalen conductores individuales en configuración triangular o cuadrada en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo un espacio de aire libre no menor a 2.15 veces el diámetro exterior del conductor más grande contenido en la configuración, entre las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los cables de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de lo especificado en la norma

Antes de la instalación de la charola se recomienda hacer una inspección a la misma y a sus accesorios.

#### **4.5.3.16. INSPECCIÓN VISUAL**

1. Verificar que las charolas sean para las condiciones especificadas de instalación
2. Revisar cuidadosamente que cada tramo de las charolas no presente daños visibles
3. Verificar que sus accesorios no presenten daños visibles en sus acabados
4. Verificar que se tenga la tornillería adecuada de interconexión y montaje
5. Emplear las herramientas adecuadas

#### **4.5.3.17. COLOCACIÓN**

Los tipos de montajes de charolas son:

##### **Montaje colgante**

1. Emplear charolas de acero o aluminio, anclar la charola con tornillería adecuada en loza sujeta a la estructura por medio de varillas o canales
2. Instalar travesaños, formando trapecios o columpios donde descansar la charola
3. Emplear los accesorios de acoplamiento adecuado para derivaciones, cambios de direcciones, terminaciones, etc. Emplear tornillería adecuada

##### **Montaje empotrado sobre muros**

1. Emplear canales de lámina de acero troquelada en su parte central formando una cremallera y complementar con ménsulas de patas (uñas) para sujetar
2. Empotrar los canales al muro por medio de taquetes o tornillos y anclar las ménsulas sobre el canal insertando las uñas al nivel que se requiera
3. Colocar los soportes de tal manera que queden en los extremos de las charolas
4. Si las charolas están expuestas al agua, conectar las charolas de tal manera que drenen el agua antes de llegar a los

equipos

5. Si se instalan varios niveles de charolas, instalarlas en niveles verticales separadas 30 centímetros, mínimo
6. Separar 25 centímetros la charola más alta del techo, tubos vigas etc., con el fin de instalar fácilmente los cables
7. Instalar charolas diferentes para cables de fuerza de diferente nivel de tensión, control y comunicación
8. Si hay una curva o cambio de dirección, hacerla con un radio de curvatura de doce veces el diámetro exterior del cable de mayor diámetro
9. Si las charolas tienen cubiertas:
  - a) Si la instalación de charolas es en exteriores, instalar cubiertas sólidas con ventilación adecuada. Colocar cubiertas en charolas horizontales que estén expuestas a caída de objetos y escombros
  - b) Si las charolas se instalan en tramos verticales a nivel de piso deberán colocarse cubiertas para seguridad y protección, tanto del personal como de los cables. En la Ilustración 5.11 se muestra un arreglo de charolas.

#### 4.5.3.18. CONEXIÓN A TIERRA

Conectar la cubierta metálica de la charola a tierra

### 4.6. ELECTRODUCTO

Electroductos o ductos con barra. Envolvente metálico puesto a tierra que contiene conductores desnudos o aislados montados en fábrica, que generalmente suelen ser barras, varillas o tubos de cobre o de aluminio.

#### 4.6.1. USOS PERMITIDOS

Se permitirá instalar electroductos o ductos con barras (busway) si están localizadas de acuerdo con a) hasta c):

- a) Visibles. Se permitirán electroductos instalados en lugares abiertos y visibles, excepto lo permitido en (c) siguiente
- b) Detrás de los paneles de acceso. Se permitirá la instalación de electroductos detrás de paneles de acceso, siempre y cuando dichos electroductos o ductos con barras estén totalmente encerrados, su construcción sea del tipo sin ventilación, y estén instalados de manera que las uniones entre las secciones y en los accesorios sean accesibles para propósitos de mantenimiento. Cuando están instalados detrás de paneles de acceso, se deben proporcionar medios de acceso, y se debe cumplir una de las siguientes condiciones:
  1. El espacio detrás de los paneles de acceso no se debe usar para propósitos de ventilación
  2. Cuando el espacio detrás de los paneles de acceso se utilice para ventilación, diferente de ductos y plenums, no debe haber conexiones de enchufar y los conductores deben estar aislados
- c) A través de paredes y pisos. Se permitirá la instalación de electroductos o ductos con barras a través de paredes o pisos de acuerdo con las secciones siguientes:
  1. Paredes. Se permitirá pasar tramos continuos de electroductos o ductos con barras a través de paredes secas
  2. Pisos. Las penetraciones en el piso deben cumplir con:
    - a) Se permitirá extender verticalmente electroductos o ductos con barras a través de pisos secos si están totalmente encerradas (sin ventilar) cuando pasan y tengan una distancia mínima de 1.80 metros sobre el piso, para que queden debidamente protegidas contra daños físicos
    - b) En instalaciones diferentes de las industriales, en donde un tramo vertical penetra dos o más pisos secos,

se debe colocar un reborde de mínimo 10 centímetros de alto alrededor de todas las aberturas del piso para impedir el ingreso de líquidos a las secciones verticales de los electroductos o ductos con barras. El reborde se debe instalar a una distancia no mayor de 30 centímetros de la abertura del piso. El equipo eléctrico se debe localizar de manera que no sufra daño por los líquidos que quedan retenidos por el reborde

#### 4.6.2. USOS NO PERMITIDOS

- a) Daño físico. No se deben instalar electroductos o ductos con barras donde estén expuestas a daños físicos graves o a vapores corrosivos
- b) Fosos de ascensores. No se deben instalar electroductos o ductos con barras en fosos de ascensores
- c) Lugares peligrosos. No se deben instalar electroductos o ductos con barras en cualquier lugar peligroso (clasificado) a menos que estén aprobados específicamente para ese uso
- d) Lugares mojados. No se deben instalar electroductos o ductos con barras en espacios exteriores ni en lugares húmedos o mojados, a menos que estén identificadas para ese uso
- e) Plataforma de trabajo. Los electroductos o ductos con barras para alumbrado y para troles no se deben instalar a menos de 2.50 metros sobre el piso o la plataforma de trabajo, a no ser que estén dotados con una cubierta identificada para ese fin

#### 4.6.3. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

##### 4.6.3.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

La protección contra sobrecorriente se debe proporcionar de acuerdo a lo siguiente:

##### **Valor nominal de protección contra sobrecorriente – Alimentadores**

Los electroductos o ductos con barras deben estar protegidos contra sobrecorriente, de acuerdo con la corriente nominal permisible de los electroductos o ductos con barras.

Excepción: Cuando se usan como enlaces del secundario del transformador, revisar disposiciones.

Reducción de la ampacidad de electroductos o ductos con barras

Se exigirá protección contra sobrecorriente cuando se reduzca la ampacidad de los electroductos o ductos con barras.

**Excepción:** Sólo en establecimientos industriales se permitirá suprimir la protección contra sobrecorriente en los puntos en los que los electroductos o ductos con barras tengan una reducción de ampacidad, siempre y cuando la longitud de los electroductos o ductos con barras con menor ampacidad no exceda 15 metros y esa ampacidad sea como mínimo igual a la tercera parte del valor nominal o ajuste del dispositivo de sobrecorriente inmediatamente anterior en la línea y si además dichos electroductos o ductos con barras no están en contacto con material combustible.

##### **Alimentadores o circuitos derivados**

Cuando se utilicen electroductos o ductos con barras como alimentador, los dispositivos o conexiones enchufables para las derivaciones del alimentador o circuitos derivados desde los electroductos o ductos con barras deben contener los dispositivos de sobrecorriente exigidos para la protección del alimentador o del circuito derivado.

El dispositivo enchufable debe constar de un interruptor automático o un interruptor con fusibles que se pueda accionar desde el exterior.

Cuando estos dispositivos se monten fuera de alcance, y contengan medios de desconexión, se deben instalar medios adecuados como cuerdas, cadenas o pértigas que permitan accionar el medio de desconexión desde el piso.

**Excepción 1:** En luminarias fijas o semifijas, cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado forme parte de la clavija del cordón de la luminaria, en las luminarias conectadas con cordón.

**Excepción 2:** Cuando las luminarias sin cordón estén conectadas directamente al electroducto o ducto con barras y el dispositivo de sobrecorriente esté montado en la luminaria.

#### **Valor nominal de protección contra sobrecorriente - Circuitos derivados**

Los electroductos o ductos con barras usados como circuito derivado se deben proteger contra sobrecorriente.

##### **4.6.3.2. SOPORTES**

Los electroductos o ductos con barras se deben soportar y asegurar a intervalos no mayores a 1.50 metros, a no ser que estén diseñadas y marcadas para otras distancias.

##### **4.6.3.3. CIRCUITOS DERIVADOS DESDE ELECTRODUCTOS O DUCTOS CON BARRAS**

Se permitirá instalar circuitos derivados desde electroductos o ductos con barras de acuerdo con:

#### **Generalidades**

Se permitirá que los circuitos derivados desde electroductos o ductos con barras usen cualquiera de los siguientes métodos de alambrado:

- Cable armado tipo AC
- Cable blindado MC
- Cable con cubierta metálica y aislamiento mineral MI
- Tubo conduit metálico semipesado IMC
- Tubo conduit metálico pesado RMC
- Tubo conduit metálico flexible FMC
- Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos LFMC
- Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo PVC
- Tubo conduit de resina termofija reforzada RTRC
- Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC
- Tubo conduit metálico ligero EMT
- Tubo conduit no metálico ENT
- Electroductos o ductos con barras
- Canalizaciones tipo vigueta
- Canalizaciones metálicas superficiales
- Canalizaciones no metálicas superficiales



### Ensamblajes de cordón y cable

Se permitirá usar ensambles de cordón y cable adecuados y aprobados para trabajo rudo o extra rudo y de cables de bajada aprobados, como derivados desde electroductos o ductos con barras para la conexión de equipo portátil o para la conexión de equipo fijo para facilitar su reemplazo, de las siguientes condiciones:

1. El cordón o cable debe estar unido al edificio por medios aprobados
2. La longitud del cordón o cable desde un dispositivo de conexión enchufable de los electroductos o ductos con barras hasta un dispositivo adecuado de soporte y liberación de tensión, no debe exceder 1.80 metros
3. El cordón o cable se debe instalar como un tramo vertical desde el dispositivo de soporte y liberación de tensión hasta el equipo alimentado
4. En las terminaciones del cordón o cable, tanto en el dispositivo de conexión enchufable de los electroductos o ductos con barras como en el equipo, se deben instalar abrazaderas para aliviar la tensión mecánica sobre el cable

**Excepción:** Sólo en instalaciones industriales, si las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que únicamente atienden la instalación personas calificadas, se permitirá utilizar tramos de más de 1.80 metros entre el dispositivo de conexión enchufable de los electroductos o ductos con barras y el dispositivo de soporte y liberación de tensión, si el cordón o cable está soportado a intervalos no superiores a 2.50 metros.

### Circuitos derivados de electroductos o ductos con barras tipo trole

Se permitirá usar ensambles adecuados de cordones y cables aprobados para trabajo rudo o extra rudo y de cables de bajada aprobados, como derivados desde electroductos o ductos con barras tipo trole para la conexión de equipos móviles.

### Remates

Los remates de los electroductos o ductos con barras deben estar cerrados.

#### 4.6.3.4. REQUISITOS PARA TENSIONES SUPERIORES A 600 VOLTS

### Estructuras adyacentes y de soporte

Los electroductos o ductos con barras con envoltorio metálico se deben instalar de modo que el aumento de temperatura, producido por corrientes circulantes inducidas en cualquier elemento metálico adyacente, no sea peligroso para las personas ni constituya un riesgo de incendio.

### Barreras y sellos

- a) Sellos de vapor. Los tramos de electroductos o ductos con barras con secciones localizadas en el interior y en el exterior de un edificio, deben llevar en la pared del edificio un sello de vapor que impida el intercambio de aire entre las secciones del interior y del exterior

**Excepción:** No se exigirán sellos de vapor en electroductos o ductos con barras con enfriamiento forzado

- b) Barreras cortafuegos. Deben instalarse barreras cortafuegos cuando se penetren paredes, pisos o plafones

### **Instalaciones para drenaje**

Se deben instalar tapones de drenaje, filtros de drenaje o métodos similares adecuados para eliminar, desde las partes bajas de un tramo de los electroductos o ductos con barras, la humedad que se condense.

### **Terminales y conexiones**

Cuando los envoltentes de los electroductos o ductos con barras terminen en máquinas enfriadas por gases inflamables, se deben instalar pasacables sellantes, deflectores u otros medios que eviten la acumulación de gases inflamables dentro de los envoltentes de los electroductos o ductos con barras.

Todos los herrajes de terminación y conexión de los conductores deben ser accesibles para su instalación, conexión y mantenimiento.

### **Interruptores**

Los dispositivos de interrupción o eslabones de desconexión instalados en una trayectoria de electroductos o ductos con barras deben tener el mismo valor de corriente instantánea que los electroductos o ductos con barras. Los eslabones de desconexión deben estar marcados claramente para especificar que sólo se puedan quitar cuando las barras conductoras estén desenergizadas. Los dispositivos de interrupción que no sean de desconexión con carga deben estar enclavados para evitar su operación bajo carga y los envoltentes de los eslabones de desconexión deben estar enclavados para evitar el acceso a partes energizadas.

#### **4.6.3.5. INSTALACIONES DE 600 VOLTS O MENOS**

Los dispositivos de control y el alambrado del secundario que se suministren como parte de tramos de electroductos o ductos con barras con envoltente metálico, se deben aislar de todos los elementos del circuito del primario mediante barreras retardantes del fuego, exceptuando los tramos cortos de alambre, tales como los terminales de los transformadores para instrumentos.

### **Accesorios de expansión**

Se deben instalar conexiones flexibles o de expansión en tramos largos y rectos de los electroductos o ductos con barras, para permitir la expansión o la contracción debida a la temperatura, o cuando el tendido de electroductos o ductos con barras crucen las juntas de aislamiento contra la vibración del edificio. Conductor del neutro

La barra conductora del neutro, cuando se requiere, se debe dimensionar para que transporte toda la corriente de carga del neutro, incluidas las corrientes armónicas, y debe tener un valor nominal de corriente instantánea y de cortocircuito, consistente con los requisitos del sistema.

### **Puesta a tierra**

Los electroductos o ductos con barras deben ser puestos a tierra.

### **Marcado**

Cada tramo de electroducto o ducto con barras debe tener una placa permanente de identificación que contenga la siguiente información:

- Tensión nominal
- Corriente nominal continua; si las barras conductoras son enfriadas por ventilación forzada, se deben indicar las dos, tanto el valor nominal con ventilación forzada, como el valor nominal de auto enfriado (sin enfriamiento forzado) para el mismo incremento de temperatura.
- Frecuencia nominal
- Tensión nominal de impulso
- Tensión nominal de impulso a 60 Hertz  
( en seco )
- Corriente nominal instantánea
- Nombre del fabricante o la marca

Antes de la instalación del electroducto se recomienda hacer una inspección a la misma y a sus accesorios.

#### **4.6.3.6. INSPECCIÓN VISUAL**

Verificar que los electroductos sean para las condiciones especificadas de instalación.

1. Revisar cuidadosamente que cada tramo de electroducto no presente daños visibles y que sus orificios de ventilación estén limpios
2. Verificar que los siguientes accesorios (si existen) no presenten daños visibles en sus dispositivos y acabados:
  - a) Codos
  - b) Tes
  - c) Cruces
  - d) Cajas terminales para derivaciones de cables
  - e) Cajas centrales para derivación con cable
  - f) Secciones con extremo bridado
  - g) Extensiones de barra
  - h) Aperturas para derivación a transformador
  - i) Tapas finales
  - j) Juntas de expansión
  - k) Juntas de transportación
  - l) Reductores con/sin interruptor de fusibles
  - m) Reductores con interruptor termomagnético
  - n) Bridas
  - o) Barreras
  - p) Soportes tipo colgante, montaje de canto
  - q) Soportes tipo "C", montaje plano
  - r) Soportes tipo resorte, montaje vertical
3. Verificar que se tenga la tornillería adecuada de interconexión y montaje

#### **4.6.3.7. COLOCACIÓN**

1. Fijar firmemente los tramos de electroductos con el soporte correspondiente
2. Emplear los accesorios de conexiones adecuados para empalmes, derivaciones, cambios de direcciones, terminaciones, etcétera
3. Emplear tornillería adecuada en cada conexión o terminal
4. Colocar tapas

#### 4.6.3.8. CONEXIÓN A TIERRA

Conectar la cubierta metálica del electroducto a tierra.

Tabla 5.1 Aplicaciones y aislamientos de conductores de 600 volts

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima del conductor	Aplicaciones prevista	Aislamiento	Recubrimiento externo <sup>1</sup>
Etileno-propileno fluorado	FEP o FEPB	90 oC	Lugares secos y húmedos	Etileno-propileno fuorado	Ninguno
		200 oC	Lugares secos		Trenza de fibra de vidrio
			Para aplicaciones especiales <sup>2</sup>		Trenza de fibra de vidrio u otro material trenzado
Aislamiento mineral (con cubierta metálica)	MI	90 oC 200 oC	Lugares secos y mojados Para aplicaciones Especiales	Oxido de magnesio <sup>3</sup>	Cobre o aleación de acero
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y al aceite	MTW	60oC 90oC	Alambrado de Máquinas herramientas en lugares mojados Alambrado de máquinas herramientas en secos	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad al calor y al aceite	Ninguno, cubierta de nylon o equivalente
apel		85oC	Para conductores subterráneos de acometida	Papel	Cubierta de plomo
Termoplastico resistente a la humedad	PFA	90oC	Lugares secos y mojados Para aplicaciones 2 especiales	Óxido de magnesio <sup>3</sup>	Cobre o aleación de acero

Perfluoroalcoxi	PFAH	250oC	Sólo para lugares secos. Solo para cables dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos (sólo de níquel o de cobre recubiertos de níquel)	Perfluoroalcoxi	Ninguno
Termofijo	RHH	900C	Lugares secos y húmedos		Recubrimiento no metalico, resistente a la humedad y retardante a la flama
Termofijo resistente a la humedad	RHW	750C	Lugares secos y mojados	Termofijo resistente a la humedad y retardante a la flama	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante a la flama4
	RHW-2	900C			
Hule silicón	SA	900C 900C	Lugares secos y humedos Para aplicaciones especiales	Hule silicon	Trenza de fibra de vidrio u otro material
Termofijo	SIS	900C	Sólo para alambrado de tableros	Termoplástico	Ninguno
Termoplástico y malla externa de material fibroso	TBS	900C	Sólo para alambrado de tableros	Termoplástico	Recubrimiento no metálico retardante a la flama

Tabla 5.1 Aplicaciones y aislamientos de conductores de 600 volts (continuación)

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima del conductor	Aplicaciones prevista	Aislamiento	Recubrimiento externo <sup>1</sup>
Politetra-fluoroetileno	TFE	250OC	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos (sólo de níquel o de cobre recubierto de níquel)	Politetra-fluoroetilen o	Ninguno
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama	THHN	90OC	Lugares secos	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	Cubierta de nylon o equivalente
Termoplástico resistente a la humedad	THH W	75OC	Lugares mojados	Termoplástico retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	Ninguno
		90OC	Lugares secos		
Termoplástico	THH W-LS	75 oC	Lugares mojados	Termoplásticos resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y gas ácido	Ninguno
		90 oC	Lugares secos		
Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	THW	75oC	Lugares mojados	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	Ninguno
	THW-2	90oC	Lugares secos y húmedos		
Termoplástico resistente a la humedad, al calor retardante a la flama, de emisión reducida de hum y de gas ácido	THW-LS	75 oC	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y de gas acid	Ninguno

Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor, a la humedad y retardante a la flama	THWN	75oC	Lugares secos y húmedos	Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor, a la humedad y retardante a la flama	Cubierta de nylon o equivalente
	THWN-2	90 oC			
Termoplástico resistente a la humedad y retardante a la flama	TW	60 oC	Lugares secos y mojados	Termoplásticos resistentes a la humedad y retardante a la flama	Ninguno
subterráneo y circuitos derivados de un sólo conductor (para cables de tipo UF con más de un conductor)		60oC	Ver artículo 340 de la NOM-001-SEDE	Resistente a la humedad <sup>4</sup>	Integrado con el aislante
		75 oC			

Tabla 5.1 Aplicaciones y aislamientos de conductores de 600 volts (continuación)

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima del conductor	Aplicaciones prevista	Aislamiento	Recubrimiento externo <sup>1</sup>
Cable de acometida subterránea de un solo conductor	USE	75 °C <sup>5</sup>	Ver el Artículo 340 <sup>6</sup>	Resistente al calor y a la humedad	Recubrimiento no metálico resistente a la humedad
	USE-2	90°C	Lugares secos y mojados		
Termofijo retardante a la flama	XHH	90°C	Lugares secos y húmedos	Termoplástico retardante a la flama	Ninguno
Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	XHHW	90°C	Lugares secos y húmedos	Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	Ninguno
		75 °C	Lugares mojados		
Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	XHHW-2	90°C	Lugares secos y mojados	Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	Ninguno
Tetrafluoroetileno modificado con etileno	Z	90°C	Lugares secos y húmedos	Tetrafluoroetileno modificado con etileno	Ninguno
		150°C	Lugares secos y aplicaciones especiales <sup>2</sup>		
Tetrafluoroetileno modificado con etileno	ZW	75 °C	Lugares húmedos	Tetrafluoroetileno modificado con etileno	Ninguno
		90°C	Lugares secos y mojados		
		150°C	Lugares secos y aplicaciones especiales <sup>2</sup>		
	WZ-2	90°C	Lugares secos y mojados		

NOTAS:

1. Algunos aislamientos no requieren recubrimiento exterior.

ESPECIFICACIONES DE EQUIPO ELECTROMECÁNICO DE POZOS PROFUNDOS

2 Cuando las condiciones de diseño requieren que la temperatura máxima de operación del conductor sea superior a 90 °C.

3 Para circuitos de señalización que permiten un aislamiento de 300 volts.

4 Incluye una cubierta integral.

5 Para limitación de ampacidad, véase 340-80.

6 Para cables con un recubrimiento no metálico sobre conductores individualmente aislados con hule con una cubierta de

aluminio o una cubierta de plomo o en cables multiconductores con algún tipo de estas cubiertas metálicas, no se requiere

que sean retardantes de la flama.

Para los cables de tipo MC, véase 330-104.

Para los cables de recubrimiento no metálico, véase el Artículo 334, Parte C.

Para los cables tipo UF, véase el Artículo 340, Parte C

Se permite que los tipos de cables para utilizarse en temperaturas de operación 90° C en lugares secos y mojados se marquen

con el sufijo “-2” por ejemplo: THW-2, XHHW-2, RHW-2, etc.

Los cables con aislamiento termofijo, sin contenido de halógenos, pueden tener un grabado “LSOH”.

Los cables que se graban como “LS” son no propagadores del incendio y de baja emisión de humos.

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.2 Requisitos de profundidad mínima en instalaciones de 0 a 600 volts

Ubicación del método de alambrado o circuito	Tipo de método de alambrado o circuito				
	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5
	Cables o conductores directamente enterrados	Tubo conduit metálico pesado	Canalizaciones no metálicas aprobadas para instalar directamente enterradas sin cubiertas de concreto u otras canalizaciones aprobadas	Circuitos derivados para viviendas de 120 volts o menos con protección contra fallas a tierra y protección contra sobrecorriente máxima de 20 amperes	Circuitos de control de riego y alumbrado del paisaje limitados a menos de 30 volts e instalados con cable tipo UF o en otros cables o canalizaciones identificados
	Centímetros				
Todas las ubicaciones no especificadas abajo	60	15	45	30	15
En zanjas cubiertas con una cubierta de 5 centímetros de concreto de espesor o equivalente	45	15	30	15	15
Bajo un edificio	0 (en canalizaciones o cable tipo MC o MI identificados para instalar directamente enterrados)	0	0	0 (en canalizaciones o cable tipo MC o tipo MI identificados para instalar directamente enterrados)	0 (En canalizaciones o cable tipo MC o tipo MI identificado para instalar directamente enterrados)
Bajo baldosas de concreto para exteriores de mínimo 10 centímetros de espesor, sin tráfico de vehículos y que las baldosas sobresalgan no menos de 15 centímetros de la instalación subterránea	45	10	10	15 (directamente enterrado)	15 (directamente enterrado)
Bajo calles, carreteras, autopistas, callejones, accesos vehiculares y estacionamientos	60	60	60	10 (en canalizaciones)	10 (en canalizaciones)
Accesos vehiculares y estacionamientos exteriores para viviendas unifamiliares, bifamiliares y utilizados sólo para propósitos relacionados con la vivienda	45	45	45	60	60
				30	45



Tabla 5.2 Requisitos de profundidad mínima en instalaciones de 0 a 600 volts (continuación)

Ubicación del método de alambrado o circuito	Tipo de método de alambrado o circuito				
	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5
	Cables o conductores directamente enterrados	Tubo conduit metálico pesado	Canalizaciones no metálicas aprobadas para instalar directamente enterradas sin cubiertas de concreto u otras canalizaciones aprobadas	Circuitos derivados para viviendas de 120 volts o menos con protección contra fallas a tierra y protección contra sobrecorriente máxima de 20 amperes	Circuitos de control de riego y alumbrado del paisaje limitados a menos de 30 volts e instalados con cable tipo UF o en otros cables o canalizaciones identificados
Centímetros					
Dentro o bajo las pistas de los aeropuertos, incluidas a las aéreas adyacentes donde está prohibido el paso	45	45	45	45	45

**NOTAS:**

1. Profundidad mínima se define como la distancia más corta en milímetros medida entre un punto en la superficie superior de cualquier conductor, cable, tubo conduit o canalización directamente enterrados, y el nivel superior del terreno terminado, concreto o cubierta similar.
2. Las canalizaciones aprobadas para enterramiento sólo embebidas en concreto requieren una cubierta de concreto de no menos de 5 centímetros de espesor.
3. Se permitirán menores profundidades cuando los cables y conductores suben para terminaciones o empalmes o cuando se requiere tener acceso a ellos.
4. Cuando se usa uno de los métodos de alambrado presentados en las columnas 1-3 para uno de los tipos de circuitos de las columnas 4 y 5, se permitirá enterrar los cables a la menor profundidad.
5. Si se encuentra roca sólida que impide cumplir con la profundidad especificada en esta Tabla, el alambrado se debe instalar en canalizaciones metálicas o no metálicas permitidas directamente enterradas. Las canalizaciones se deben cubrir con un mínimo de 5 centímetros de concreto que penetre hasta la roca.

Referencia: NOM-001-SEDE

Tabla 5.3 Separación entre los soportes de los conductores

Tamaño o designación del conductor	Soporte de los conductores en canalizaciones verticales	Conductores	
		Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre
		metros	
Desde 0.824 mm² (18 AWG) hasta 8.37 mm² (8 AWG)	no mayores a	-	30
Desde 13.3 mm² (6 AWG) hasta 53.5 mm² (1/0 AWG)		60	30
Desde 67.4 mm² (2/0 AWG) hasta 107 mm² (4/0 AWG)		55	25
Mayor que 107 mm² (4/0AWG) hasta 177 mm² (350 Kcmil)		40	20
Mayor que 177 mm² (350 Kcmil) hasta 253 mm² (500 Kcmil)		35	15
Mayor que 253 mm² (500 Kcmil) hasta 380 mm² (750 Kcmil)		30	10
Mayor que 380 mm² (750 Kcmil)		25	10
NOM-001-SEDE			

Tabla 5.4 Requisitos de profundidad mínima

Tensión del circuito	Condiciones generales (no especificadas de otra manera)			Condiciones especiales (se usan si es aplicable)		
	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6
	Cables enterrados directamente <sup>d</sup>	Tubo conduit RTHRC, PVC y HDPE <sup>b</sup>	Tubo conduit metálico pesado y semipesado	Canalizaciones bajo edificios o lozas de concreto exteriores, con espesor mínimo <sup>c</sup> de 10 centímetros	Cables en canalizaciones de aeropuertos o aéreas adyacentes en donde se prohíbe el paso	Aéreas sometidas a tráfico vehiculares tales como vías principales y comerciales para estacionamiento
	Centímetros					
Mayor de 600 volts hasta 22 kilovolts	75	45	15	10	45	60
Mayor de 22 kilovolts hasta 40 kilovolts	90	60	15	10	45	60
Mayor de 40 kilovolts	100	75	15	10	45	60

#### NOTAS GENERALES:

1. Se permitirán profundidades menores cuando se exige altura de los conductores o cables para las terminaciones o los empalmes o cuando se necesita tener acceso.
2. Cuando la roca sólida evita el cumplimiento con las especificaciones de profundidad de la cubierta de esta tabla, el alambrado se debe instalar en una canalización metálica o no metálica directamente enterrada. La canalización debe estar cubierta con un mínimo de 5 centímetros de concreto que se extienda hasta la roca.
3. En establecimientos industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garantizan que personas calificadas atenderán la instalación, se permitirá que los requisitos mínimos de profundidad de la cubierta, para conductos diferentes del tubo conduit metálico pesado y el tubo conduit metálico semipesado, se reduzcan 15 centímetros por cada 5 centímetros de concreto o equivalente, colocado totalmente dentro de la zanja por encima de la instalación subterránea.

#### NOTAS ESPECÍFICAS:

- a) Profundidad mínima se define como la distancia más corta, en milímetros, medida entre un punto en la superficie superior de cualquier conductor, cable, tubo conduit u otra canalización enterrada directamente, y la superficie superior del nivel terminado del terreno, concreto u otra cubierta similar.
- b) Aprobado para uso directamente enterrado sin revestimiento. Todos los otros sistemas no metálicos requerirán 5 centímetros de concreto o su equivalente sobre el conduit, adicional a la profundidad que se indica en la tabla.
- c) La losa debe sobresalir de la instalación subterránea un mínimo de 15 centímetros, y se debe colocar una cinta de advertencia u otro medio eficaz y adecuado para las condiciones, sobre la instalación subterránea.
- d) La ubicación de cables subterráneos enterrados directamente que no están encerrados ni protegidos con concreto y están enterrados a 75 centímetros o más por debajo del suelo, se debe identificar con una cinta de advertencia que se coloca en la zanja por lo menos a 30 centímetros por encima de los cables.

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.5 Porcentaje de la sección transversal en tubo conduit y en tubería para los conductores

Número de conductores	Todos los tipos de conductores
1	53
2	31
Más de 2	40

NOTA 1: Esta Tabla 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.

NOTA 2: Cuando se instalen tres conductores o cables dentro de una canalización, si la relación de la canalización (diámetro interno) con el conductor o cable (diámetro externo) está entre 2.8 y 3.2, los cables se podrán atascar dentro de la canalización por lo que se debe instalar una canalización de tamaño inmediato superior. Si bien puede ocurrir un atascamiento cuando se instalen cuatro o más conductores o cables dentro de una canalización, la probabilidad es muy baja.

La Tabla 4.1 se aplica sólo a instalaciones completas de tubo conduit o tuberías y no a conductos o tuberías que se emplean para proteger a los cables expuestos contra daño físico.

Fuente: NOM-001-SEDE-2012

Tabla 5.6 Radio de las curvas del tubo conduit y tuberías

Tamaño del tubo conduit o tubería		Dobladoras de un solo movimiento y de zapata completa	Otras curvas
Designación métrica	Tamaño comercial	mm	mm
16	½	101.6	101.6
21	¾	114.3	127
27	1	146.05	152.4
35	1¼	184.15	203.2
41	1½	209.55	254
53	2	241.3	304.8
63	2½	266.7	381
78	3	330.2	457.2
91	3½	381	533.4
103	4	406.4	609.6
129	5	609.6	762
155	6	762	914.4

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.7 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit no metálico, EMT

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm²	mm²	mm²	mm²	mm²
16	½	15.8	196	118	104	61	78
21	¾	20.9	343	206	182	106	137
27	1	26.6	556	333	295	172	222
35	1 ¼	35.1	968	581	513	300	387
41	1 ½	40.9	1 314	788	696	407	526
53	2	52.5	2 165	1 299	1 147	671	866
63	2 ½	69.4	3 783	2 270	2 005	1 173	1 513
78	3	85.2	5 701	3 421	3 022	1 767	2 280
91	3 ½	97.4	7 451	4 471	3 949	2 310	2 980
103	4	110.1	9 521	5 712	5 046	2 951	3 808

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.8 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit no metálico, ENT

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
16	1/2	14.2	158	95	84	49	63
21	3/4	19.3	293	176	155	91	117
27	1	25.4	507	304	269	157	203
35	1 1/4	34	908	545	481	281	363
41	1 1/2	39.9	1 250	750	663	388	500
53	2	51.3	2 067	1 240	1 095	641	827
63	2 1/2	—	—	—	—	—	—
78	3	—	—	—	—	—	—
91	3 1/2	—	—	—	—	—	—

Fuente NOM-001-SEDE

Tabla 5.9 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit metálico flexible FMC)

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
12	3/8	9.70	74	44	39	23	30
16	1/2	16.10	204	122	108	63	81
21	3/4	20.90	343	206	182	106	137
27	1	25.90	527	316	279	163	211
35	1 1/4	32.40	824	495	437	256	330
41	1 1/2	39.10	1 201	720	636	372	480
53	2	51.80	2 107	1 264	1 117	653	843
63	2 1/2	63.50	3 167	1 900	1 678	982	1 267
78	3	76.20	4 560	2 736	2 417	1 414	1 824
91	3 1/2	88.90	6 207	3 724	3 290	1 924	2 483
103	4	101	8 107	4 864	4 297	2 513	3 243

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.10 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit metálico semipesado, IMC

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
12	3/8	—	—	—	—	—	—
16	1/2	16.80	222	133	117	69	89
21	3/4	21.90	377	226	200	117	151
27	1	28.10	620	372	329	192	248
35	1 1/4	36.80	1 064	638	564	330	425
41	1 1/2	42.70	1 432	859	759	444	573
53	2	54.60	2 341	1 405	1 241	726	937
63	2 1/2	64.90	3 308	1 985	1 753	1 026	1 323
78	3	80.70	5 115	3 069	2 711	1 586	2 046
91	3 1/2	93.20	6 822	4 093	3 616	2 115	2 729
103	4	105.40	8 725	5 235	4 624	2 705	3 490

Tabla 5.11 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, LFNC-B\*

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
12	3/8	12.5	123	74	65	38	49
16	1/2	16.1	204	122	108	63	81
21	3/4	21.1	350	210	185	108	140
27	1	26.8	564	338	299	175	226
35	1 1/4	35.4	984	591	522	305	394
41	1 1/2	40.3	1 276	765	676	395	510
53	2	51.6	2 091	1 255	1 108	648	836

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.12 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, LFNC-A\* (basado en la Tabla 5.1)

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
12	3/8	12.6	125	75	66	39	50
16	1/2	16	201	121	107	62	80
21	3/4	21	346	208	184	107	139
27	1	26.5	552	331	292	171	221
35	1 1/4	35.1	968	581	513	300	387
41	1 1/2	40.7	1 301	781	690	403	520
53	2	52.4	2 157	1 294	1 143	669	863

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.13 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, LFMC

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
12	3/8	12.5	123	74	65	38	49
16	1/2	16.1	204	122	108	63	81
21	3/4	21.1	350	210	185	108	140
27	1	26.8	564	338	299	175	226
35	1 1/4	35.4	984	591	522	305	394
41	1 1/2	40.3	1 276	765	676	395	510
53	2	51.6	2 091	1 255	1 108	648	836
63	2 1/2	63.3	3 147	1 888	1 668	976	1 259
78	3	78.4	4 827	2 896	2 559	1 497	1 931
91	3 1/2	89.4	6 277	3 766	3 327	1 946	2 511
103	4	102.1	8 187	4 912	4 339	2 538	3 275
129	5	—	—	—	—	—	—
155	6	—	—	—	—	—	—

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.14 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit metálico pesado, RMC

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
12	3/8	—	—	—	—	—	—
16	1/2	16.10	204	122	108	63	81
21	3/4	21.20	353	212	187	109	141
27	1	27.00	573	344	303	177	229
35	1 1/4	35.40	984	591	522	305	394
41	1 1/2	41.20	1 333	800	707	413	533
53	2	52.90	2 198	1 319	1 165	681	879
63	2 1/2	63.20	3 137	1 882	1 663	972	1 255
78	3	78.50	4 840	2 904	2 565	1 500	1 936
91	3 1/2	90.70	6 461	3 877	3 424	2 003	2 584
103	4	102.90	8 316	4 990	4 408	2 578	3 326
129	5	128.90	13 050	7 830	6 916	4 045	5 220
155	6	154.80	18 821	11 292	9 975	5 834	7 528

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.15 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit rígido de PVC, Cédula 80

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
12	3/8	—	—	—	—	—	—
16	1/2	13.40	141	85	75	44	56
21	3/4	18.30	263	158	139	82	105
27	1	23.80	445	267	236	138	178
35	1 1/4	31.90	799	480	424	248	320
41	1 1/2	37.50	1 104	663	585	342	442
53	2	48.60	1 855	1 113	983	575	742
63	2 1/2	58.20	2 660	1 596	1 410	825	1 064
78	3	72.70	4 151	2 491	2 200	1 287	1 660
91	3 1/2	84.50	5 608	3 365	2 972	1 738	2 243
103	4	96.20	7 268	4 361	3 852	2 253	2 907
129	5	121.10	11 518	6 911	6 105	3 571	4 607
155	6	145.00	16 513	9 908	8 752	5 119	6 605

Fuente: NOM-001-SEDE



Tabla 5.16 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit rígido de PVC, Cédula 40 y conduit HDPE

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
12	3/8	—	—	—	—	—	—
16	1/2	15.3	184	110	97	57	74
21	3/4	20.4	327	196	173	101	131
27	1	26.1	535	321	284	166	214
35	1 1/4	34.5	935	561	495	290	374
41	1 1/2	40.4	1 282	769	679	397	513
53	2	52	2 124	1 274	1 126	658	849
63	2 1/2	62.1	3 029	1 817	1 605	939	1 212
78	3	77.3	4 693	2 816	2 487	1 455	1 877
91	3 1/2	89.4	6 277	3 766	3 327	1 946	2 511
103	4	101.5	8 091	4 855	4 288	2 508	3 237
129	5	127.4	12 748	7 649	6 756	3 952	5 099
155	6	153.2	18 433	11 060	9 770	5 714	7 373

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.17 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit rígido de PVC, Tipo A

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
16	1/2	17.80	249	149	132	77	100
21	3/4	23.10	419	251	222	130	168
27	1	29.80	697	418	370	216	279
35	1 1/4	38.10	1 140	684	604	353	456
41	1 1/2	43.70	1 500	900	795	465	600
53	2	54.70	2 350	1 410	1 245	728	940
63	2 1/2	66.90	3 515	2 109	1 863	1 090	1 406
78	3	82.00	5 281	3 169	2 799	1 637	2 112
91	3 1/2	93.70	6 896	4 137	3 655	2 138	2 758
103	4	106.20	8 858	5 315	4 695	2 746	3 543
129	5	—	—	—	—	—	—
155	6	—	—	—	—	—	—

Fuente: NOM-001-SEDE

Tabla 5.18 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del Tubo conduit rígido de PVC, cédula 80

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
16	1/2	—	—	—	—	—	—
21	3/4	—	—	—	—	—	—
27	1	—	—	—	—	—	—
35	1¼	—	—	—	—	—	—
41	1½	—	—	—	—	—	—
53	2	56.40	2 498	1 499	1 324	774	999
63	2½	—	—	—	—	—	—
78	3	84.60	5 621	3 373	2 979	1 743	2 248
91	3½	96.60	7 329	4 397	3 884	2 272	2 932
103	4	108.90	9 314	5 589	4 937	2 887	3 726
129	5	135.00	14 314	8 588	7 586	4 437	5 726
155	6	160.90	20 333	12 200	10 776	6 303	8 133

Fuente: NOM-001-SEDE